

Rapport au Gouvernement
de la République Rwandaise

ISNAR R 20

**LES RECHERCHES A L'ISAR
SUR LES PRODUCTIONS VEGETALES**

ISAR

Institut des Sciences
Agronomiques du Rwanda

ISNAR

International Service for
National Agricultural Research

ISAR

L'Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda (ISAR) est un établissement public doté d'une personnalité civile et d'une autonomie administrative et financière. Il a été créé en Juin 1962, reprenant ainsi toutes les activités exercées alors au Rwanda par l'Institut National des Etudes Agronomiques du Congo (INEAC).

L'objectif de l'ISAR est de promouvoir la recherche agronomique et zootechinique mettant l'accent sur la production végétale et animale, l'étude du milieu et des systèmes de production. Cet objectif cadre bien avec les réalités du Rwanda, qui est un pays essentiellement agricole avec une des densités de population les plus élevées de l'Afrique centrale.

La petitesse des exploitations familiales et la pauvreté des sols exigent des techniques de production modernes, en vue de satisfaire les besoins alimentaires du pays. C'est pour cette raison que l'ISAR, depuis sa création, s'est efforcé de mettre au point des variétés hautement productives, résistantes aux maladies et adaptées aux différentes régions agro-climatiques du pays, grâce à un réseau approprié de stations de recherche.

La recherche au sein de l'ISAR est en train de se restructurer en vue de se rapprocher de l'agriculteur-éleveur. Dans ce cadre, des recherches sont en cours pour améliorer les techniques culturales et pour identifier les contraintes qui limitent la production agricole dans le monde rural.

ISNAR

Le Service International pour la Recherche Agricole Nationale (ISNAR) a commencé de fonctionner à son siège à La Haye, Pays-Bas, le 1er Septembre 1980. Il a été fondé par le Groupe Consultatif sur la Recherche Agricole Internationale (CGIAR), à la suite des recommandations proposées par un Groupe de Travail international, dans le but d'assister les gouvernements des pays en développement à renforcer leur recherche agricole. L'ISNAR est une agence autonome non-commerciale, de caractère international, et apolitique dans sa gestion, son personnel et son fonctionnement.

Des treize centres du réseau CGIAR, l'ISNAR est le seul qui se concentre essentiellement sur les problèmes de la recherche agricole nationale. Sur leur demande, il fournit des avis aux gouvernements, touchant l'organisation, la planification, et le développement de la main d'oeuvre, les exigences du personnel, les exigences financières et d'infrastructure, et les sujets associés, assurant ainsi une activité complémentaire de celle des autres agences d'assistance. De plus, l'ISNAR organise des programmes actifs de formation et d'information en coopération avec les programmes nationaux de recherche agricole dans les pays en développement.

L'ISNAR joue également un rôle actif en assistant les programmes nationaux à établir des liaisons avec les centres internationaux de recherche agricole, et avec les donateurs.

Citation:

Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda (ISAR) et Service International pour la Recherche Agricole Nationale (ISNAR). Les recherches à l'ISAR sur les productions agricoles. Janvier 1984. La Haye, Pays-Bas.

Rapport au Gouvernement
de la République Rwandaise

ISNAR R 20

LES RECHERCHES A L'ISAR SUR LES PRODUCTIONS VEGETALES

Janvier 1984

ISAR

Institut des Sciences
Agronomiques du Rwanda

ISNAR

International Service for
National Agricultural Research

Rapport au Gouvernement
de la République Rwandaise

LES RECHERCHES A L'ISAR
SUR LES PRODUCTIONS VEGETALES

Table des Matières

| | | |
|-----|---|----|
| I. | INTRODUCTION | 1 |
| II. | RECHERCHES AU NIVEAU DE CHAQUE CULTURE | 3 |
| a. | Haricot | 3 |
| b. | Petit pois | 6 |
| c. | Soja | 7 |
| d. | Arachide | 9 |
| e. | Niébé et autres légumineuses | 10 |
| f. | Maïs | 11 |
| g. | Sorgho | 13 |
| h. | Blé et triticales | 15 |
| i. | Riz | 17 |
| j. | Orge et autres céréales | 17 |
| k. | Tournesol | 18 |
| l. | Manioc | 18 |
| m. | Patate douce | 20 |
| n. | Pomme de terre | 22 |
| o. | Autres tubercules | 23 |
| p. | Café | 24 |
| q. | Thé | 26 |
| r. | Pyrèthre | 28 |
| s. | Quinquina | 28 |
| t. | Canne à sucre | 29 |
| u. | Autres cultures industrielles | 29 |
| v. | Bananier | 29 |
| w. | Avocatier | 31 |
| x. | Agrumes | 33 |
| y. | Ananas et arbres fruitiers divers | 33 |
| z. | Plantes potagères, médicinales, ornementales et condimentaires | 34 |
| | Tableau 1 | 35 |
| | Tableau 2 | 37 |
| | Tableau 3 | 38 |
| | Tableau 4 | 39 |
| | Tableau 5 | 40 |
| | Tableau 6 | 41 |

LES RECHERCHES A L'ISAR SUR LES PRODUCTIONS VEGETALES *)

I. Introduction

La recherche agronomique au Rwanda a été entreprise, jusqu'à ce jour, quasi exclusivement par l'ISAR. Des recherches indépendantes sont effectuées par la Faculté d'Agronomie, par d'autres établissements universitaires, et par quelques projets de développement, parmi lesquels notamment le Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu.

Historiquement, l'ISAR a mis l'accent sur les productions végétales et, dans ce secteur, presque tous les efforts ont porté sur la sélection des principales plantes cultivées. Relativement peu d'essais ont été entrepris sur les techniques culturales, et les méthodes pratiquées en milieu rural n'ont pas toujours été prises en considération.

Dans le domaine de la sélection, l'ISAR a traditionnellement suivi un système plus ou moins uniforme pour toutes les cultures: essais de comportement et de triage, essais variétaux comparatifs, essais multi-locaux d'adaptation régionale. Le nombre de sites pour cette dernière phase est, dans la plupart des cas, resté extrêmement restreint, et les résultats de la recherche n'ont pas vraiment pénétré dans le milieu rural. Une grave lacune, maintenant bien reconnue, est l'absence totale, jusqu'à une période récente, de tout programme de croisement en vue d'améliorer les populations de base pour la sélection variétale. C'est probablement une des principales raisons de la faible réussite de l'ISAR dans le domaine de la sélection. Deux autres raisons sont l'absence d'un système bien suivi de production et de diffusion de semences de qualité (tant au niveau de l'ISAR qu'au niveau du Service des Semences Sélectionnées et des projets de développement) et, pour certaines cultures, l'inadéquation entre les conditions du milieu rural et les méthodes culturales des paysans, d'une part, et les conditions de sélection variétale suivies par la recherche, d'autre part (niveau plus élevé de la fertilité du sol et monoculture).

Il est à noter que, depuis 1978, l'ISAR a fait des efforts pour comparer les techniques traditionnelles avec celles préconisées par la recherche et la vulgarisation, notamment le semis à la volée par opposition au semis en ligne, et les cultures associées par comparaison à la monoculture. Pour certaines cultures (haricot, maïs, sorgho, triticale, mariole, patate douce), l'ISAR a introduit l'amélioration génétique par hybridation, même si cette activité, souvent entreprise avec une aide des centres internationaux, est encore limitée par manque de moyens.

La nécessité de doubler les rendements par hectare en moins de vingt ans exige que des recherches sur les possibilités d'utilisation d'intrants biologiques et chimiques reçoivent une très haute priorité. Les recherches sur les productions individuelles doivent être complétées par des recherches thématiques de caractère interdisciplinaire. Il s'agit de recherches sur les associations culture-élevage-arboriculture, les systèmes de production par région écologique et par strate socio-économique, la lutte anti-érosion et la protection des sols, la technologie alimentaire et post-récolte, l'outillage agricole.

*) Ce document a été préparé conjointement par l'ISAR et l'ISNAR, dans le contexte de la préparation d'un projet de renforcement de la recherche agronomique au Rwanda, sous les auspices de la Banque Mondiale.

L'ISAR maintient actuellement des programmes de recherche plus ou moins étoffés sur une quinzaine de cultures importantes, sans compter le nombre considérable d'espèces (céréales, légumineuses et tubercules divers, bananier, avocatier, arbres fruitiers divers, espèces médicinales et potagères) pour lesquelles les actions se limitent à l'entretien de collections de matériel génétique.

Aucune recherche (sauf celle de l'OVIBAR en technologie) n'est faite sur la banane, qui compte pourtant parmi les cultures les plus importantes, et qui occupe presque un quart des terres cultivées. Jusqu'à l'arrivée récente de plusieurs spécialistes du CIAT, toutes les recherches sur le haricot, principale source de protéines, ont été conduites essentiellement par deux chercheurs, qui étaient également responsables des travaux sur le pois, le soja, l'arachide et toutes les autres légumineuses à graines. Il en va de même pour toutes les plantes à tubercules, sauf la pomme de terre qui, avec cinq chercheurs et une infrastructure convenable, est la seule culture dont tous les aspects de recherche-développement-formation sont bien couverts. L'avocatier ne bénéficie d'aucune recherche depuis mi-1982, malgré son importance pour l'alimentation en protéines et en lipides. Le maïs et le sorgho reçoivent l'attention particulière d'un chercheur par culture, mais une seule personne s'occupe de l'ensemble des autres céréales (blé, triticale et autres), malgré l'importance stratégique reconnue de ces cultures pour l'avenir du pays, quand 25% de la population rwandaise seront urbanisés.

La situation n'est pas meilleure pour les cultures industrielles. Si l'on fait abstraction de la convention récente entre l'ISAR et l'OCIR-café pour certaines recherches sur le caféier, intéressant surtout la région du Lac Kivu, aucune recherche n'est menée sur cette culture, qui pourtant contribue pour 60% à la valeur de toutes les exportations du pays. Il en va de même pour le thé, où l'ISAR n'a pas les moyens de faire plus que de maintenir une petite collection et de produire des semences pour certains projets. L'affectation récente d'un chercheur à ces deux cultures améliore légèrement la situation. Par contre, le pyrèthre bénéficie pratiquement d'un chercheur à temps plein, pour un programme dont le volet phytotechnique n'est pas prioritaire et le volet sélection insuffisamment exploité par l'industrie et par les paysans. C'est la seule culture dont on peut dire qu'elle reçoit une attention suffisante, voire excessive, compte tenu des circonstances, sur le plan de la recherche. D'autre part, le tournesol, qui partage avec le pyrèthre le temps du même chercheur, ne reçoit qu'une attention insuffisante.

Malgré les tentatives pour prendre en compte la situation réelle au niveau des exploitations agricoles, le temps consacré par l'ISAR aux associations de cultures se chiffre à 0,55 chercheur-année, et les aspects socio-économiques ne bénéficient d'aucune intervention. En dehors de l'ISAR, la contribution la plus significative dans le domaine des systèmes de production (maïs dont l'impact reste limité à cause d'un isolement avec le monde extérieur, y compris la tradition paysanne) est celle du Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu.

Un facteur important généralement oublié est le manque de techniciens, tant au niveau de l'ISAR que dans les projets ayant un volet expérimentation. Le nombre total des techniciens A2 à l'ISAR pour tous les travaux de terrain et de laboratoire concernant les productions végétales n'est que la moitié du nombre des chercheurs correspondant, obligeant ces derniers, en nombre déjà très insuffisant, à s'occuper de nombreux travaux techniques et de routine.

En outre, de graves contraintes matérielles entravent l'efficacité des chercheurs, ainsi que celle des techniciens et des ouvriers: manque de certains équipements, matériaux et outils essentiels, souvent peu coûteux, et insuffisance des moyens de transport. Un nombre important d'appareils sont hors d'usage, malgré les soins généralement satisfaisants apportés à leur entretien.

Depuis le mois de juin 1982, le Gouvernement a fait un effort considérable pour l'affectation à l'ISAR d'un nombre important de chercheurs, ainsi que pour une restructuration de l'Institut. De plus, l'ISAR a renouvelé ses accords avec le CIP et le CRDI, et a conclu de nouveaux accords avec l'IITA et le CIAT, qui lui permettent de renforcer ses recherches sur le haricot, les tubercules et les systèmes de production dans le sud-est. Mais le recrutement de techniciens et l'augmentation du budget de fonctionnement n'ont pas suivi le même rythme, ce qui accentue les déséquilibres.

Un panorama quantitatif de la situation actuelle et future est fourni par les tableaux réunis à la fin du présent document. Le tableau 1 (page 33) présente, par station et par programme, pour l'année 1987 (dernière année de la période prévue pour la Phase I du Projet Recherche Agricole), l'importance de l'intervention des chercheurs et des techniciens A2 dans le Département des Productions Végétales. Le tableau 2 regroupe les mêmes données pour les seuls sélectionneurs-phytotechniciens, qui constituent la spécialité la plus nombreuse. Le tableau 3 donne, par station, les besoins pour 1987 en appointés, en journaliers et en saisonniers. Le tableau 4 donne un résumé par programme de l'évolution 1984-1987 des effectifs en chercheurs et en techniciens A2. La dernière colonne de ce tableau constitue donc le résumé des totaux dans la marge du tableau 1. Le tableau 5 résume l'évolution en chercheurs et en techniciens A2 par spécialisation au sein du Département, ainsi que celle des effectifs en appointés (techniciens A3 et observateurs), journaliers et saisonniers (en homme-années). Le tableau 6 résume les opérations dans lesquelles on peut diviser la recherche sur chaque culture. Cette énumération correspond aux recommandations par production contenues dans le texte qui suit.

II. Recherches au niveau de chaque culture

A. Haricot

Le haricot occupe la première place parmi les cultures vivrières, avec environ 25% de la superficie récoltée (22 à 31%, suivant les régions). Au cours des années '70, la superficie plantée en haricots a augmenté de 4% par an, pour atteindre 238.000 ha en 1980. On estime que ce chiffre augmentera davantage, pour atteindre 286.000 ha en 1986 et 300.000 ha en l'an 2000. Les rendements moyens ont diminué de presque 900 kg/ha à 700 kg/ha. Ceci est dû à une diminution de la fertilité du sol, et au fait que le haricot est de plus en plus planté dans des zones marginales, notamment les régions sèches de l'Est et les zones de haute altitude à l'Ouest.

La stabilité de la surface cultivée d'une année à l'autre, et entre les différentes régions, ainsi que l'augmentation de la surface pour compenser la baisse des rendements, s'expliquent par le fait que le haricot représente l'élément de base de l'alimentation protéique dans tout le

pays, d'où le maintien de la consommation par habitant à peu près au même niveau. Ceci se traduit par le fait que, si la production de la première saison culturale (qui normalement fournit environ 60% de la production annuelle) reste insuffisante, on plante une superficie plus importante en deuxième saison, aux dépens d'autres cultures. De plus, bien que le haricot occupe le quart de la surface consacrée à l'ensemble des cultures vivrières, sa valeur ajoutée par hectare et par heure de travail est parmi les plus faibles, indiquant que le haricot est typiquement un produit pour l'autoconsommation, qui ne répond guère aux variations des prix et des revenus.

Dans certaines localités des régions de Ruhengeri et Gisenyi, le haricot (type volubile) est planté en monoculture d'une seule variété, mais dans le reste du pays (et pour les deux types de haricot: nain et volubile) on plante un mélange de variétés qui sont souvent de couleurs différentes. L'agriculteur pratique constamment une sélection parmi ces variétés, qui sont par conséquent bien adaptées aux particularités des micro-environnements et résistantes aux maladies. Le choix entre le haricot nain (ou semi-volubile) et le haricot volubile, qui a des rendements beaucoup plus élevés dans de bonnes conditions, dépend de la disponibilité de tuteurs, des préférences régionales des paysans, des conditions climatiques, et de la fertilité des sols. Les haricots nain et semi-volubile sont dans la majorité des cas associés au maïs ou à d'autres cultures. A l'exception des zones à bananeraies pures, le haricot a toujours été cultivé en intercalaire sous bananiers (p.ex. dans la région du Centre du pays) et la pratique de cette association est en cours d'extension.

Un des principaux obstacles à l'augmentation des rendements est la faible fertilité des sols, tout particulièrement dans la région d'altitude du sud où le haricot pousse mal au dessus de 2000 m, phénomène qui semble plus lié à une forte acidité des sols qu'à l'altitude.

Il est admis que le potentiel de production des variétés naines et semi-volubiles (qui constituent actuellement plus de 80% des haricots cultivés) restera limité. Pourtant, dans le contexte de la stratégie alimentaire, on considère que leur rendement moyen pourrait, vers l'an 2000, se situer autour des 1500 kg/ha, avec emploi d'engrais. Par contre, le rendement moyen des haricots volubiles, qui est actuellement de 1800 kg/ha environ, devrait atteindre 3000 kg/ha dans les meilleures conditions. Certains spécialistes sont d'avis que ce dernier chiffre est trop optimiste.

Le Document no.3 sur la stratégie alimentaire prévoit aussi le remplacement progressif des haricots nains par des haricots ramés, hypothèse qui n'est pas généralement admise. Malgré les chiffres précités, l'objectif pour l'an 2000 est d'atteindre, pour l'ensemble du pays, un rendement moyen de 1100 kg/ha de grains secs, ce qui constitue déjà une augmentation de 50% par rapport à la situation actuelle. Cela est probablement réalisable, à condition que la recherche soit réorientée, d'une part pour mieux tenir compte de cette réalité que la plupart des paysans continueront à planter des mélanges de variétés en association avec d'autres cultures, d'autre part en incluant un volet de recherche pour une culture très intensive, avec utilisation de méthodes culturales correspondantes, y compris l'apport de fumier et d'engrais.

Malgré de nombreux efforts d'introduction et de sélection de l'ISAR, les quelques variétés supérieures (p.ex. la variété volubile Cajamarca) ne sont pas toujours acceptés par les paysans. De plus, on se rend compte que le problème n'est pas de remplacer les mélanges utilisés par les paysans par des variétés pures, mais d'introduire dans ces mélanges variétaux des génotypes à haut rendement, de façon à augmenter la productivité du mélange tout en conservant sa plasticité. Il est à noter qu'un programme de croisement pour combiner les avantages des différentes lignées n'a commencé que récemment.

Un autre problème, lié à la fertilisation des sols et au maintien des rendements, concerne la fixation symbiotique d'azote. La majorité des haricots au Rwanda porte naturellement des nodules de Rhizobium, mais ceux-ci semblent inefficaces pour la fixation de l'azote; d'où la nécessité de sélectionner des souches efficaces de Rhizobium et de choisir les variétés qui répondent au maximum à l'inoculation. Les pertes causées par les bruchides et la dégradation qualitative du haricot après quelques mois s'il n'est pas stocké à l'état très sec constituent des problèmes supplémentaires.

Le programme actuel de recherche est axé sur les opérations suivantes:

- Prospection, introduction, maintien de la collection;
- Sélection variétale (trilage, essais comparatifs et multilocaux);
- Amélioration génétique par sélection parentale et hybridation;
- Essais cultureux;
- Recherche sur la conservation et le stockage (en cours à l'OPROVIA, avec collaboration de l'ISAR, mais pas pour le petit producteur).

En réalité, divers aspects sont insuffisamment couverts, par manque de moyens humains et financiers. Les essais multilocaux sont conduits sur un réseau beaucoup trop restreint, les tests en milieu paysan sont insuffisants, la sélection n'a été faite qu'en monoculture, et la plupart des essais cultureux prévus pour 1983 n'ont pas commencé. La multiplication des semences n'a pas retenu l'attention qu'elle demande pour assurer leur qualité.

Les thèmes de recherche qui découlent des considérations précédentes et qui devraient être inscrits au programme futur, sont les suivants (y compris certains travaux qui sont déjà en cours, mais qui méritent d'être renforcés):

- a. Sélection de mélanges variétaux et enrichissement des mélanges de cultivars locaux avec des lignées à haute productivité et surtout stabilité de rendement.
- b. Hybridation des variétés locales avec des variétés étrangères, permettant d'espérer une augmentation très sensible des rendements et de la résistance aux maladies.
4. Définition de certaines formes de cultures mixtes adaptées aux différentes régions agro-écologiques, et sélection des haricots nains et semi-volubiles en association avec d'autres cultures (maïs, sorgho, bananier...) plutôt qu'en monoculture. En général: sélection de variétés adaptées aux régions d'altitude et aux régions sèches de l'est, et aux sols pauvres.

- d. Promotion des haricots volubiles, notamment par une recherche d'associations culturales permettant l'utilisation de tuteurs vivants (association avec maïs ou sorgho).
- e. Etude sur la fixation symbiotique d'azote, et recherche de souches efficaces de Rhizobium.
- f. Recherches sur la technologie post-récolte: conservation et stockage, surtout au niveau paysan.
- g. Prévulgarisation.
- h. Production et diffusion de semences de souche des meilleures variétés.

En dernier lieu, on pourrait envisager des essais de quelques légumineuses à graines susceptibles de remplacer le haricot dans les zones marginales pour cette culture (*Cajanus cajan*), ou de s'y ajouter comme cultures de case ou dans le cadre d'une diversification (*Phaseolus lunatus*, *P.coccineus*, *Dolichos lablab*, *Psophocarpus tetragonolobus*...).

Tenant compte de l'importance prépondérante du haricot dans le régime alimentaire au Rwanda, il est souhaitable, par analogie avec ce qui a été fait pour la pomme de terre, de créer un Programme National pour l'Amélioration du Haricot (ou des légumineuses à graines en général). Il est à noter qu'un récent accord ISAR-CIAT, qui prévoit l'affectation de trois chercheurs du CIAT à l'ISAR, constitue une initiative importante dans cette direction.

B. Petit pois

Le petit pois est surtout une culture extensive de jachère des hautes altitudes, mais on le trouve aussi dans les régions du Centre et de l'Est en association avec d'autres cultures, et plus particulièrement le haricot. C'est la seule culture traditionnelle dont la surface plantée a diminué pendant la dernière décennie. Les rendements moyens sont passés de 0,84 à 0,7 t/ha et la production a baissé de 50%.

Cette baisse de rendement est due en partie à la dégradation des terres dans les hautes altitudes de la partie sud de la Crête Zaïre-Nil (envahissement par *Eragrostis*, acidité extrême, toxicité aluminique, déficiences prononcées en phosphore), et à une dégénérescence variétale. La diminution de la superficie plantée est due à d'autres contraintes, notamment la pression sur les terres et par conséquent la diminution des jachères, et donc du petit pois cultivé de façon traditionnelle.

Dans le cadre de la stratégie alimentaire, on prévoit un remplacement progressif du pois par des cultures plus intensives en altitude, tandis que dans certaines autres régions on s'attend à une certaine extension, notamment dans des conditions qui sont marginales pour le haricot. En somme, on prévoit que la superficie récoltée tombera de 57.000 ha actuellement à 50.000 ha en 1986 et à 30.000 ha en l'an 2000. D'autre part, on espère enregistrer une augmentation considérable des rendements, par la sélection (aussi pour les régions de moyenne altitude) et l'application de méthodes culturales plus intensives (y compris l'inoculation au Rhizobium des semences sur les terres qui n'ont pas encore porté cette culture), jusqu'à un niveau moyen de 920 kg/ha en l'an 2000.

Jusqu'ici, le petit pois, bien qu'il soit la deuxième légumineuse après le haricot, n'a connu aucun travail de recherche au Rwanda. Pour y remédier, il faudra procéder dans l'immédiat à une prospection intensive du matériel local et à des introductions de l'étranger. La question de savoir si l'on peut intensifier la culture du pois en le cultivant sur terrain bien labouré et sarclé comme pour toutes les autres cultures, et en utilisant le tuteurage, est préoccupante. Les essais menés dans la station de Rwerere ont donné des résultats négatifs, mais certains auteurs estiment à l'opposé que le passage de la culture extensive à une culture intensive (semis plus dense, utilisation de variétés volubiles avec des branches comme tuteurs, sarclage des champs) serait susceptible de doubler les rendements. Si cela pouvait être confirmé, la recherche d'une forme de culture associée fournissant des tuteurs vivants deviendrait importante.

Entretemps, ses capacités de pousser sur un labour minimum et de fixer de l'azote, ainsi que l'absence quasi-totale de maladies dans son aire de culture, font du petit pois la seule légumineuse utilisable par le paysan dans la conservation du sol (les autres légumineuses demandant beaucoup de soins ou ne donnant pas un produit directement comestible). La sélection du pois en "monoculture" pour la jachère ne doit donc pas être négligée. Le programme de sélection devra viser l'obtention de variétés plus performantes pour les régions de haute altitude, aussi bien que de variétés adaptées aux moyennes altitudes et aux sols pauvres. Au Rwanda, le petit pois répond bien au Rhizobium, et la mise au point d'une méthode pour l'enrobage des graines avec un substrat riche en Rhizobium est nécessaire, comme pour le soja.

Un programme minimum sur le pois qui découle des considérations ci-dessus comporterait les opérations suivantes:

- a. Prospection, introduction, entretien de la collection.
- b. Sélection, adaptation régionale.
- c. Essais sur les techniques culturales visant l'intensification de la culture.
- d. Développement d'une méthode d'enrobage des graines avec le Rhizobium.
- e. Production et diffusion de semences de souche.

C. Soja

Le soja existe au Rwanda depuis les années '40, mais l'adoption rapide de la culture ne date que des années '70. La superficie plantée est passée de 550 ha en 1970 à 5.000 ha en 1980, et 5.500 ha en 1983. On estime qu'en l'an 2000, la superficie atteindra 25.000 ha, tandis que les rendements moyens, actuellement à 750 kg/ha environ, devraient dépasser les 1000 kg/ha, par l'action combinée de l'emploi de variétés améliorées, une meilleure application des méthodes culturales connues, l'inoculation du terrain ou des graines avec un Rhizobium spécifique, et l'utilisation d'engrais. Compte tenu de la raréfaction des terres d'une part, de la probabilité d'une extension sensible des marais cultivés et d'une croissance de la demande pour le soja d'autre part, il n'est pas exclu que ces prévisions assez spectaculaires, contenues dans le Document no. 3 sur la stratégie alimentaire, soient réalisables.

Le développement rapide dans les années '70 s'explique plus par l'adoption spontanée de cette plante par les paysans que par les progrès de recherche. Le soja présente plusieurs inconvénients: cycle plus long que celui du haricot, maturité progressive, déhiscence des gousses, attaques des tourterelles à la levée, petitesse des graines, dureté des graines (donc cuisson prolongée), goût moins apprécié. Mais depuis quelques années le soja montre de plus en plus ses avantages importants: valeur nutritive supérieure, recettes culinaires diversifiées, absence de maladies, stockage sans problèmes, meilleure résistance à la sécheresse que le haricot, bonne tolérance aux sols acides (extension de la culture dans des marais drainés), possibilité de vente comme culture commerciale (huile, tourteaux).

Parmi les premières introductions, la variété Palmetto (introduite du Zaïre en 1940) se révéla comme la meilleure, et c'est elle qui continue d'être plantée. C'est seulement dans le courant des années '70 que le travail sur le soja a été repris par l'ISAR, en liaison avec le programme international du soja (INTSOY) de l'Université d'Illinois (USA). Parmi les quelque 500 variétés introduites jusqu'à présent des Etats-Unis, du Nigeria (IITA) et d'Asie, et testées à Rubona et Karama, les 10 meilleures donnent en station des rendements de 1600 à 2700 kg/ha. A Rubona, les variétés Davis et Bossier donnent les meilleurs rendements. Par contre à Karama, en milieu plus sec, Palmetto reste une des meilleures. Des essais multilocaux sont en cours depuis 1981, et les résultats semblent indiquer qu'on dispose maintenant de variétés qui sont supérieures à Palmetto pour toutes les régions écologiques du pays.

Le soja, jusqu'ici préservé des maladies et des attaques par les parasites, commence à souffrir de certaines maladies telle que la bactériose. Le faible pouvoir germinatif des semences et les difficultés de leur conservation, facteurs négatifs qui ont été constatés dans d'autres pays, existent aussi au Rwanda avec peut-être une moindre ampleur.

Le soja semble être appelé à devenir une culture de première importance au Rwanda. On dispose actuellement de matériel végétal et de méthodes culturales satisfaisantes. L'obstacle au développement de cette culture paraît résider dans la connaissance insuffisante au Rwanda de la technologie alimentaire. Une preuve des possibilités est fournie par la seule petite huilerie existante, située à Nyabisindu, qui produit de l'huile et du tourteau moulu et vend les deux produits à la population locale: grâce à cette installation, les alentours de Nyabisindu sont devenus la principale région productrice de soja. Pour la diffusion du soja, les centres nutritionnels auront un rôle important à jouer.

Les essais d'inoculation avec le Rhizobium ont montré que le soja répond bien à l'inoculation, mais que l'inoculation artificielle est dans un premier temps nécessaire si on l'introduit dans une nouvelle région. De bons génotypes de Rhizobium sont disponibles. Les méthodes de conservation de l'inoculum sont connues et le transfert de l'inoculum en milieu rural est possible, moyennant l'acquisition du matériel de production et de diffusion de l'inoculum en quantité suffisante.

Les thèmes suivants de recherche sur le soja sont recommandés:

- a. Sélection de variétés plus productives, non-déhiscentes, adaptées aux différentes régions écologiques (Centre-sud, Est, régions basses du Nord, bordures du Lac Kivu), qui nodulent naturellement au Rwanda et dont les graines ne perdent pas facilement leur pouvoir germinatif. Continuation de la collaboration avec l'INTSOY et l'IITA pour l'introduction et la sélection variétale (essais de triage et d'adaptation régionale) en mettant l'accent sur la plasticité écologique.
- b. Etudes technologiques pour promouvoir l'emploi du soja pour l'alimentation humaine (investigations relatives à l'installation de petites huileries artisanales pour la production d'huile et de tourteaux, fabrication de lait, de poudre de soja à employer comme boisson fortifiante pour les enfants...).
- c. Mise au point de l'enrobage des graines avec un Rhizobium spécifique permettant de diffuser des semences pré-inoculées.
- d. Essais culturaux: soja en association avec d'autres cultures (maïs, sorgho, patate douce...); protection contre les oiseaux à la levée.
- e. Prévulgarisation.
- f. Production et diffusion de semences, et recherche de méthodes pratiques pour prolonger la conservation du pouvoir germinatif.

Actuellement, les recherches de l'ISAR se limitent à l'introduction et la sélection, à des essais culturaux, et à l'étude de la fixation symbiotique de l'azote. Les plus grandes lacunes à combler dans ce programme se situent dans le domaine de la technologie. Néanmoins, une augmentation modeste du temps-chercheur consacré à cette culture est à prévoir aussi pour la sélection et l'étude des associations de cultures, plus un appui supplémentaire en matière d'analyses chimiques. Le soutien technique devrait être augmenté.

D. Arachide

La culture de l'arachide s'est étendue progressivement depuis sa première introduction dans les années 1920. En particulier, pendant les années 1970, elle a connu une forte croissance des superficies cultivées, qui actuellement atteignent 17.000 ha environ, principalement dans les régions chaudes et sèches de l'Est du pays. Les rendements sont restés stables: autour de 900 - 940 kg/ha, mais il est à noter que l'ISAR obtient en station 1.500 - 3.000 kg/ha. La totalité de la production est consommée fraîche et il n'y a pas de production d'huile d'arachide dans le pays. L'arachide est très appréciée et la superficie cultivée augmentera sans doute davantage. Pour 1986, on compte sur 25.000 ha et un rendement moyen de 1.000 kg/ha.

Les principaux freins à l'expansion de la culture sont la difficulté de conserver les semences d'une saison à l'autre, le taux élevé d'ensemencement (150 à 180 kg/ha de graines en coques) ce qui constitue un volume important à stocker, et le faible facteur de multiplication (actuellement 6). Un problème de disponibilité de semences existe, parce que les paysans ont tendance à sous-estimer les quantités à réserver pour l'ensemencement suivant. L'expansion de la culture dépendra principalement de la disponibilité de semences de bonne qualité, en quantités suffisantes et distribuées à temps aux agriculteurs, ainsi que d'autres mesures logistiques. Cela demanderait l'intervention de plusieurs organismes d'Etat: Service des Semences Sélectionnées (SSS), organismes d'achat et de stockage, organismes de crédit agricole.

En ce qui concerne les rendements en milieu paysan, les principaux facteurs limitants semblent être la rosette (une maladie à virus), la cercosporiose et la faible fertilité des sols. Le Document no. 3 sur la stratégie alimentaire estime, arbitrairement, que la superficie cultivée atteindra 30.000 ha en l'an 2000, tandis que le rendement moyen augmenterait à 1300 kg/ha de gousses. On estime que les facteurs principaux pour permettre cette augmentation seront: (a) variétés plus productives, (b) utilisation d'engrais et de produits phytosanitaires dans certains cas, et surtout (c) adoption de méthodes culturales existantes bien adaptées aux conditions locales.

Après une première introduction de variétés d'arachide du Zaïre, dont la variété brésilienne A65 se montra bien adaptée au Rwanda, 25 variétés ont été importées du Brésil dans le courant des années 1950, et la variété Fatui a été distribuée en milieu paysan. Depuis 1962, un grand nombre de variétés ont été introduites de divers pays africains, d'Amérique du Sud et d'Israël. L'ISAR a fait des essais dans plusieurs localités, pour évaluer les aptitudes des variétés introduites, leur tolérance ou résistance aux maladies, leur réponse aux engrais, et leur comportement sous irrigation et en fonction des écartements. Trois variétés en provenance du Zaïre, HN-G18, HN-G17, et HAD-30 se sont montrées supérieures à Fatui par leur meilleur potentiel de rendement et par leur tolérance ou résistance à la rosette et aux cercosporioses. En vue de ces résultats, et du fait que le développement de la culture dépend plutôt de facteurs logistiques, la recherche sur l'arachide, surtout la sélection, n'est pas prioritaire dans un premier temps. Les recherches proposées se limiteront donc aux opérations suivantes:

- a. Maintien de la collection, introduction (du Zaïre, Zimbabwe, Malawi et ICRISAT) et triage (surtout pour la tolérance à la sécheresse).
- b. Essais culturaux: réponse aux engrais minéraux sur sols pauvres.
- c. Production et stockage des semences: maintien de la viabilité, protection contre les insectes.

E. Niébé et autres légumineuses

La production des autres légumineuses à graines est actuellement négligeable, mais certaines d'entre elles pourraient avoir une importance potentielle, notamment le niébé et peut-être le haricot ailé, Psophocarpus tetragonolobus. Quelques espèces sont mentionnées dans le Troisième Plan

dans le contexte de l'alimentation animale (doliques, *Mucuna*, pois cajan), et on estime que la superficie cultivée pourrait atteindre 300 ha en 1986, avec une production de 450 tonnes de graines. De plus, dans la section sur le haricot, il a été suggéré que certaines légumineuses à graines pourraient éventuellement remplacer le haricot dans les zones marginales pour cette culture.

La recherche devant précéder les besoins exprimés par les utilisateurs, l'ISAR devrait maintenir les collections variétales existantes de ces diverses espèces. Par ailleurs, il serait justifié de faire une enquête sur l'acceptabilité du niébé dans le régime alimentaire de la famille paysanne dans les régions de l'Est. Pour le niébé et le haricot ailé, peut-être aussi pour le guar (non-comestible, mais culture commerciale éventuelle dans les régions sèches), l'ISAR pourrait procéder à l'introduction et au triage de variétés, et faire quelques essais comparatifs. Cela ne demanderait qu'une fraction du temps d'un chercheur, d'un technicien A2 et d'un observateur, plus quelques ouvriers.

F. Maïs

Le maïs est adapté aux conditions climatiques les plus variables, mais la durée du cycle végétatif, fortement influencé par l'altitude, peut varier du simple au double pour la même variété. C'est une plante exigeante qui demande des sols riches, mais elle est cultivée aussi sur sols pauvres comme culture spéculative. Le maïs s'est relativement peu implanté dans les régions agricoles traditionnelles du plateau central et des bords du Lac Kivu, mais il gagne de plus en plus en importance dans les régions de haute altitude (au dessus de 1900 m) et dans les régions basses (moins de 1500 m). Ce sont surtout quelques paysannats (Mutara) qui produisent un surplus de maïs en grain commercialisé. Partout ailleurs il demeure une culture de subsistance. Sauf dans la région des volcans, où il est cultivé à grande densité en monoculture, on trouve le maïs presque exclusivement en culture associée, avec des espacements variables.

La production de maïs ne pose pas de problèmes spécifiques dans les zones du plateau. La variété cultivée dans cette région (Bambu) fait preuve d'une bonne résistance au virus des stries ("streak") et à l'helminthosporiose. Par contre, on ne dispose pas de variétés satisfaisantes pour les hautes et basses altitudes, la population mixte Nyirakagoli étant pour l'instant la meilleure dans les régions volcaniques, et Katumani pour les régions de l'Est.

Au cours des années '70, la superficie plantée en maïs a augmenté de 47% et la production de 56%, pour atteindre environ 77.800 ha et 85.500 tonnes en 1980. Les rendements moyens n'ont augmenté que légèrement et se situent actuellement à 1.100 kg/ha environ. Ceci est dû à la faible diffusion des variétés améliorées et à leur contamination génétique. Le Troisième Plan prévoit, pour l'année 1986, une superficie de 88.500 ha et un rendement moyen de 1.200 kg/ha, ce qui ne constitue qu'une légère augmentation par rapport au niveau actuel.

Par contre, le Document no.3 sur la stratégie alimentaire émet l'hypothèse que d'ici à la fin du siècle, les rendements moyens en maïs auront plus que doublé et atteindront 2500 kg/ha de grains secs, grâce à une combinaison postulée de variétés très performantes et une utilisation

généralisée d'engrais. Cet objectif paraît ambitieux, sauf dans quelques régions privilégiées, malgré le constat que la variété Bambu, dans les meilleures conditions et avec engrais, donne 5 t/ha en culture pure. Quoi qu'il en soit, on prévoit pour l'an 2000 une production nationale de 250.000 tonnes (presque le triple d'aujourd'hui), dont 77.000 tonnes seraient destinées à la fabrication d'aliments concentrés pour le bétail, et 10.000 tonnes serviraient à l'extraction d'huile alimentaire.

Pour atteindre cet objectif, la recherche aura à jouer un rôle important, notamment pour identifier des cultivars adaptés aux diverses régions écologiques, combinant, dans la mesure du possible, une haute productivité avec un cycle végétatif court, une taille réduite, une spathe couvrant complètement l'épi, une bonne résistance aux principales maladies, et une couleur jaune des graines (carotène). Pour les zones basses de l'est, on a besoin de cultivars peu exigeants à cycle court, qui peuvent remplacer le Katumani. Pour la région centrale d'altitude moyenne, on devra mettre au point un maïs à tige plus courte et à cycle plus court que la variété Bambu, qui doit d'ailleurs être purifiée. Pour la région d'altitude, qui est destinée à devenir une zone de production excédentaire de maïs pour les industries de transformation, il faudra dès maintenant penser à une culture très intensive basée sur l'utilisation d'hybrides et l'emploi systématique d'engrais, sans pour autant négliger le développement de cultivars du type "population synthétique", hautement productifs mais moins exigeants, pour les besoins traditionnels. Ces travaux d'amélioration génétique devront être accompagnés d'études sur les méthodes culturales: modes d'utilisation d'engrais pour la culture intensive; conditions optimales de cultures associées, avec le maïs comme tuteur vivant pour les plantes volubiles ou de jachère, etc.

Parmi les premières introductions du Zaïre, la variété Bambu s'adapta le mieux et devint dominante. Plus tard, des lignées de Katumani (Kenya) ont été introduites, surtout dans les régions basses. Depuis 1968, des introductions systématiques ont été faites, en partie en collaboration avec la FAO et le CIMMYT, et des sélections de masse ont été réalisées à partir de la population locale Nyirakagoli. Depuis 1980, les introductions du CIMMYT ont permis de corriger quelques défauts des quatre meilleures variétés de maïs (Bambu, Nyirakagoli, Golden Corn et Katumani). Le maïs pourrait connaître une bonne extension dans les régions d'altitude et dans les régions basses et semi-arides de l'est et du sud-est. Dans ces dernières (Karama), le maïs donne des résultats satisfaisants en irrigation.

Un projet est en voie d'élaboration dans la préfecture de Ruhengeri, dans le but de produire du maïs en grains pour la commercialisation et la transformation, tant pour l'alimentation humaine qu'animale. Ce projet pourrait avoir un grand impact dans cette région d'altitude, où le pyrèthre, qui est la seule culture commerciale, a des perspectives incertaines.

Le programme maïs de l'ISAR reçoit déjà l'attention d'un chercheur à temps plein, plus un certain apport en phytopathologie, en entomologie, en pédologie, en chimie agricole et en biométrie. La recherche est axée sur la sélection de variétés productives pour les trois grandes régions agro-écologiques: sélection de masse et généalogique de Nyirakagoli, essais d'utilisation des gènes Br et O2 pour l'amélioration des variétés

Bambu, Golden Corn et Nyirakagoli, identification de lignées résistantes aux maladies, essais d'adaptation des meilleures variétés introduites de l'IITA et du CIMMYT. Dans le domaine des méthodes culturales, il existe quelques essais sur la fertilisation et sur les espacements des meilleures variétés, mais à Rubona seulement. La multiplication des semences n'a pas donné satisfaction aux utilisateurs et des démarches sont en cours pour purifier les variétés en diffusion, afin d'en relancer la production de semences de souche sans risque de contamination génétique.

Dans la perspective de ce qui précède, les opérations de recherche suivantes sont recommandées:

- a. Maintien de la collection, prospection des variétés locales, et introduction des dernières populations synthétiques du Kenya (surtout pour les régions sèches), et de variétés du Cameroun et du Burundi pour les hautes altitudes.
- b. Continuation du programme d'amélioration et de sélection en cours, et intensification de la recherche de populations synthétiques spécialement adaptées aux régions de haute altitude dans le Nord et aux régions sèches du sud-est. Sélection en association avec le haricot. Raccourcissement des tiges de Nyirakagoli et de Bambu.
- c. Essais culturaux: tests de la réponse des nouvelles variétés à la fertilisation minérale (en combinaison avec la fumure), surtout dans l'optique d'un programme de production industrielle; recherche de méthodes culturales permettant la culture intercalaire du haricot volubile avec le maïs (surtout pour le haut plateau et la région du Lac Kivu).
- d. Purification des variétés existantes, et production et diffusion de semences de souche.

Un programme renforcé devrait bénéficier d'un sélectionneur et d'un agronome à temps plein (couvrant aussi la production de semences de souche), d'un apport substantiel en matière de systèmes de production (cultures associées), et d'une légère augmentation de l'appui déjà fourni en phyto-pathologie et en entomologie.

G. Sorgho

Le sorgho est la céréale traditionnelle du pays. Au cours de la dernière décennie, la superficie plantée n'a augmenté que de 1,4% par an, jusqu'à une superficie de 151.000 ha actuellement, et elle se stabilisera probablement aux alentours de 160.000 ha. Cette augmentation de la superficie est due à l'implantation du sorgho dans les régions de colonisation agricole récente (Bugesera et Mutara). Il est à noter que le sorgho est une des rares céréales qui s'adapte bien aux conditions de ces régions semi-arides.

Les rendements moyens sont passés de 1.000 kg/ha à 1.160 kg/ha, et les auteurs du Document no.3 sur la stratégie alimentaire estiment qu'on pourrait arriver à un rendement moyen de 1.800 kg/ha vers l'an 2000, en mettant en oeuvre un ensemble de mesures: variétés à tiges courtes, semis en lignes, espacement adapté, application localisée d'engrais, buttage, et

concentration de la culture surtout dans les régions en dessous de 1.800 m, qui sont les plus propices. Si cet objectif ambitieux peut être atteint, une partie des terres pourrait être libérée pour d'autres cultures. Il faut noter que tout en insistant sur la régionalisation de la culture, le document précité recommande le développement de variétés pour les hautes altitudes, ce qui traduit une certaine ambivalence.

Le sorgho est cultivé de moins de 1400 m à plus de 2000 m d'altitude, c'est-à-dire à des altitudes plus élevées que celles généralement observées dans l'aire de distribution de cette plante. Il existe un grand nombre de variétés rustiques, sélectionnées pour leurs divers caractères (longueur de la tige, forme de l'épi, durée du cycle végétatif,...), y compris leurs qualités organoleptiques. Le pourcentage de pertes dues aux oiseaux est faible au regard de la très grande échelle de cultivation du sorgho. Pourtant, ces pertes sont loin d'être négligeables, sauf pour quelques variétés très tardives ou très hâtives.

Le sorgho est utilisé à 90% pour la fabrication de bière. Il est à prévoir qu'avec le temps une plus grande partie de la récolte sera destinée à la consommation directe (pâte, pain de sorgho). La finalité de la production influera sur les variétés dont on aura besoin. La productivité ne devrait certainement pas être le seul critère de sélection, d'autant plus que cette caractéristique est le plus souvent combinée avec les propriétés, considérées comme négatives, d'une tige longue et d'un cycle long. Les préférences, y compris celles du goût, varient selon les régions. De plus, la famille paysanne fait varier la composition du mélange suivant les circonstances.

Durant les 20 dernières années, l'ISAR a travaillé intensivement à l'amélioration du sorgho par la sélection de masse et le développement de lignées pures de variétés locales. Beaucoup d'introductions ont été faites en collaboration avec l'ICRISAT, le CRDI, le CIMMYT et la Fondation Ford au Liban. Les résultats montrent que les lignées d'origine Rwandaise donnent les meilleurs rendements, jusqu'à 6 t/ha, et ont des caractéristiques satisfaisantes du point de vue de la taille, de la qualité de la panicule et de la résistance aux maladies, surtout pour les régions d'altitude. La plupart des introductions étrangères ont dû être éliminées parce qu'inadaptées. Il semble que l'amélioration génétique du sorgho à partir d'introductions soit surtout prometteuse dans les régions sèches de basse altitude. Dans ce contexte, il est heureux qu'un accord entre l'IITA et l'ISAR sur la recherche "systèmes de production" dans le cadre du projet BGM-II inclut l'adaptation génétique du sorgho aux conditions du Bugesera. Pour les hautes altitudes, les travaux d'amélioration doivent s'orienter sur le croisement de variétés locales.

Tenant compte des considérations ci-dessus, les thèmes prioritaires de recherche sont les suivants:

- a. Collection, prospection, introduction (ICRISAT, Afrique de l'Ouest, Ethiopie).
- b. Amélioration génétique par croisement de cultivars locaux pour les régions de haute altitude, et sélection de variétés introduites pour leur adaptation aux régions de basse altitude du sud-est, en tenant compte des critères organoleptiques et des autres desiderata des familles paysannes (à étudier), ainsi que des résultats des tests de qualité (tannins, protéines, glucides,...).

- c. Technologie alimentaire et stockage: utilisation de la farine de sorgho et de divers mélanges de farines, pour les pâtes, les bouillies, les différentes sortes de bière (des tests devraient faire partie des critères de sélection dans les essais comparatifs); conservation de la bière de sorgho.
- d. Production et diffusion de semences.

Des thèmes subsidiaires pourront être les techniques culturales et de fertilisation, et l'association du sorgho avec le haricot volubile dans laquelle la canne de sorgho servirait de tuteur. Cette proposition (qui n'est applicable que là où les deux espèces sont cultivées dans la même saison) implique la nécessité de sélectionner des variétés à tiges vigoureuses et de hauteur moyenne (1,5 à 2 m.) pour bien supporter le haricot.

En 1983, presque toute la recherche sur le sorgho était faite par un seul chercheur, qui avait aussi des responsabilités administratives. Le programme prioritaire ci-dessus demande, à partir de l'année 1984, un effort supplémentaire en sélection, en amélioration génétique et en production de semences, en agronomie, en agrophysiologie (surtout pour la résistance à la sécheresse), dans le domaine des cultures associées, et en technologie alimentaire.

H. Blé et triticales

L'importance accordée à la culture du blé a été variée. Depuis la fin des années '50, elle a été en baisse partout au Rwanda, et après 1962 elle disparut presque entièrement dans le sud du pays qui n'avait plus l'accès facile à la meunerie la plus proche qui se trouvait au Burundi. La production actuelle se situe à 3.000-4.000 t/an, dont 10% sont traités par la minoterie de Ruhengeri, le reste étant autoconsommé localement, sous différentes formes (pâtes, boisson, pain). Le rendement n'est que de 710 kg/ha. Cela est dû à la culture du blé sur des sols pauvres, et parfois à des pratiques culturales (densité, date de semis,...) peu adéquates. Les exigences édaphiques et climatiques du blé font que les régions du Rwanda propices à cette culture sont limitées aux hautes terres des préfectures de Ruhengeri, de Gikongoro, et de Byumba (la dernière région ne cultivant guère le blé, pour des raisons historiques). Généralement, le blé est cultivé seul.

Depuis 1980, plusieurs nouvelles variétés ont été diffusées, et l'ISAR, avec l'appui du CRDI et en collaboration avec le CIMMYT, a récemment identifié deux nouvelles variétés tolérantes à la rouille. Comme ailleurs dans le monde, l'adaptation rapide des maladies oblige les sélectionneurs à réintroduire constamment du nouveau matériel génétique, et à diffuser régulièrement de nouvelles variétés.

Le triticales a hérité du blé la potentialité de production et du seigle une tige courte, une meilleure résistance aux maladies et une meilleure adaptation aux sols pauvres. Il est moins attaqué par les oiseaux. En somme, il semble que le triticales s'adapte mieux que le blé aux conditions écologiques du Rwanda. Le seul inconvénient est la moindre valeur boulangère de sa farine, mais il est très apprécié pour les pâtes. Les premières introductions du triticales au Rwanda datent de 1977 (par l'intermédiaire du CRDI) et en 1979 (du CIMMYT), et le potentiel de cette culture au Rwanda n'a pas encore été pleinement évalué.

Il est à prévoir que la culture du blé et surtout du triticale continuera de s'étendre en raison de l'augmentation continue de l'autoconsommation dans les zones de production. De plus, l'objectif du gouvernement est d'arriver à un maximum d'autosuffisance en matière de blé de bonne qualité boulangère, tenant compte surtout de l'urbanisation rapide qui fera tripler la consommation de pain d'ici la fin du siècle. Cela demandera, d'une part, des efforts importants de la recherche, et d'autre part, des mesures sur le plan commercial, une fourniture de semences de qualité en quantités suffisantes, et la réglementation de l'utilisation en mélange des farines locales et importées. Le blé sera promu comme culture commerciale dans les zones les plus propices, tandis qu'on prévoit que le triticale servira surtout à l'autoconsommation. On envisage pour ces deux cultures une superficie totale cultivée de 10.000 ha environ vers la fin du siècle.

L'utilisation de variétés performantes et de techniques culturales correctes (densité, date de semis,...) combinée avec l'emploi judicieux d'engrais (N, P), peuvent effectivement doubler les rendements du blé et du triticale d'ici l'an 2000:

Pour atteindre cet objectif, les thèmes de recherche à retenir pour le blé sont:

- a. Poursuite du programme de sélection de variétés tolérantes aux maladies (surtout les rouilles), de bonne qualité boulangère et qui peuvent donner une réponse maximale à des doses moyennes d'engrais, en collaboration étroite avec le CIMMYT et les stations de recherche du Kenya.
- b. Etude des méthodes culturales et de la fertilisation optimale.

Contrairement à l'opinion exprimée dans le Document no 3 sur la stratégie alimentaire, il n'apparaît pas que la sélection pour la tolérance à l'acidité du sol et la toxicité d'alumine doive être prioritaire, compte tenu du fait que le triticale est mieux indiqué que le blé pour ces sols marginaux.

Les thèmes prioritaires pour le triticale seront:

- a. Amélioration génétique, en particulier mise au point de variétés à gros grains bien remplis et bien protégés par les glumes, et dont la farine, dans la mesure du possible, a une bonne valeur boulangère (celà implique des tests technologiques);
- b. Intégration du triticale dans les systèmes de production en région d'altitude.

Pour les deux cultures, il ne faudra évidemment pas négliger les opérations suivantes:

- Maintien de la collection variétale, et nouvelles introductions;
- Recherches et tests en matière de technologie alimentaire;
- Production et diffusion de semences de souche.

Pour bien couvrir ce programme, il faudra prévoir une légère augmentation de l'intervention en sélection-phytotechnie, en phytopathologie, en entomologie et en agrochimie, ainsi qu'un apport en technologie alimentaire.

I. Riz

Le riz est une culture relativement nouvelle au Rwanda. Dans les vallées et marais aménagés il existe aujourd'hui environ 1500 ha de rizières.

La riziculture en marais a ses propres exigences en ce qui concerne le drainage, l'irrigation, le sol et le climat. Chaque marais constitue un cas particulier et doit faire l'objet d'études et d'expérimentations particulières. Le problème majeur de la riziculture est le choix de variétés adaptées aux conditions écologiques de chaque marais. Jusqu'à présent, on a travaillé surtout avec des variétés chinoises croisées avec des variétés malgaches. La variété chinoise Keng Diao 3, récemment introduite, est testée dans tous les projets. Les maladies et insectes ne posent pas encore de problèmes, et le traitement des semences avec des organomercuriques protège bien la plante. Dans toutes les rizières, on constate une régression progressive des rendements, qui à déjà atteint plus de 30%, mais on pense que cela est dû à la culture continue du riz, sans engrais et sans rotations culturales.

Le Troisième Plan espère que les rendements, qui sont actuellement de l'ordre de 2.800 kg/ha de riz paddy, atteindront 3.500 kg/ha en 1986, par la vulgarisation des méthodes connues d'intensification. Les superficies devraient s'accroître de 2000 ha avant 1986, grâce à plusieurs projets de développement.

Les aménagements des bas-fonds par les paysans se limitent à l'édification de buttes et ne comportent pas de contrôle de l'eau. Nombre de ces marais ne peuvent être cultivés qu'en saison sèche parce qu'inondés en saison des pluies. Les possibilités d'utiliser ces marais en saison des pluies pour cultiver le riz irrigué devraient être explorées. Outre ce problème, les thèmes de recherche suivants devraient être retenus en priorité:

- a. Emploi d'engrais et introduction de rotations culturales pour maintenir la fertilité des sols de rizière.
- b. Recherche de nouvelles variétés de riz irrigué (mais aussi de riz pluvial) pour les plus hautes altitudes.

L'ISAR n'a jamais inclut le riz dans son programme, et toute expérimentation au Rwanda s'est faite au niveau des différents projets de développement rizicole. Compte tenu de la nature localisée des problèmes, il est suggéré que les recherches prioritaires soient menées par l'organisme para-étatique, la Riziculture Rwandaise, mais il appartient à l'ISAR de donner un appui scientifique, ce qui manque aujourd'hui.

J. Orge et autres céréales

S'il existe au Rwanda une politique en faveur d'une production locale d'orge de brasserie, il est nécessaire qu'elle soit clarifiée et mise en exécution. Actuellement, le malt pour la brasserie est importé de Belgique, et l'agriculteur ne trouve pas de débouché pour son produit. Dans cette situation, les recherches sur cette culture ne sont pas prioritaires, d'autant plus que l'ISAR a déjà des variétés brassicoles. Comme pour beaucoup d'autres espèces, la disposition d'une chambre froide pour le stockage des semences à l'ISAR pourrait éliminer le travail non-productif du renouvellement annuel de la collection variétale.

Pour les autres céréales, il faudra (i) maintenir les collections variétales et (ii) entamer l'introduction et la sélection pour l'adaptation aux régions sèches du pays (grand mil, petit mil et Setaria) et aux sols acides de la partie sud de la Crête Zaïre-Nil (avoine, seigle, Eleusine).

K. Tournesol

Le tournesol pourrait jouer un rôle important dans les régions de haute altitude, comme source de lipides. La variété Odryfele s'est montrée prometteuse dans les stations de Rwerere et de Tamira. Les facteurs limitant les rendements et l'expansion de cette culture sont jusqu'à présent les maladies à champignons, les dégâts causés par les oiseaux, et la verse pour les variétés à tige longue. L'ISAR a un embryon de programme depuis 1977, axé sur l'introduction et la sélection de variétés étrangères. Compte tenu du manque de lipides alimentaires au Rwanda et de l'espoir que le tournesol pourrait devenir une culture commerciale dans le nord du pays, ce programme de recherche, qui est actuellement presque en veilleuse, mérite l'attention d'un sélectionneur à plein temps, avec un appui en chimie pour l'analyse de la teneur en huile. Dans le cadre d'une relance du programme tournesol, il s'agit en priorité de dépouiller toutes les données des recherches antérieures, de renouveler la collection variétale qui est génétiquement contaminée, et d'introduire des variétés nouvelles de divers pays (Etats Unis, URSS, Inde, Pays-Bas). Les problèmes liés au maintien de la collection et à la multiplication de semences pures des meilleures variétés doivent retenir une attention toute particulière, sans laquelle le programme risque de dégénérer très rapidement.

L. Manioc

Le manioc, introduit du Zaïre durant les années 1940, s'est diffusé spontanément dans presque tout le pays, surtout dans les régions semi-arides ou à sols pauvres. Pendant la dernière décennie, la superficie plantée a augmenté de plus de 50% (42.000 ha environ en 1980), et la production de 55%. Le rendement moyen n'a que peu augmenté et est actuellement de l'ordre de 13 t/ha.

Pour 1986, le Troisième Plan prévoit une superficie récoltée de 50.000 ha et un rendement inchangé de 13 t/ha, donnant une production de 650.000 tonnes. A l'horizon de l'an 2000, on espère presque doubler la production afin de faire face à la croissance de la population, par l'effet combiné d'une augmentation de 20% de la superficie cultivée (ce qui est fort probable, même aux dépens d'autres cultures) et d'une croissance du rendement moyen jusqu'au niveau de 20 t/ha. Cela constituera un effort majeur pour la recherche agronomique rwandaise, surtout si l'on considère que les nouvelles terres disponibles pour cette culture seront en grande partie marginales ou épuisées.

Il est à noter que le manioc constitue, plus encore que la patate douce, la culture de réserve pour les populations rurales dans les régions granitiques du plateau central et dans toutes les zones semi-arides, par le fait que la récolte se fait au fur et à mesure des besoins. Dans les régions marginales, il constitue aussi un élément important du revenu monétaire.

Comme pour la patate douce, les principaux problèmes de production sont d'ordre phytosanitaire. Les principales maladies sont la mosaïque, la bactériose (Xanthomonas manihoti) et la cercosporiose. L'ennemi le plus important est l'acarien vert, Mononychellus tanajoa (depuis 1976). La première tâche à entreprendre serait probablement de produire du bois de manioc expurgé de tout virus et d'organiser sa diffusion à grande échelle.

Les recherches à l'ISAR, conduites en collaboration avec l'IITA, ont pour but principal de développer des cultivars adaptés aux différentes conditions écologiques, et résistants aux maladies et parasites principaux. On cherche notamment une combinaison des caractéristiques suivantes: rendement élevé, cycle plus court (12 mois), farine de bonne qualité pour la pâte, résistance à la bactériose et la mosaïque (même complexe de gènes récessifs de résistance horizontale), résistance à l'acarien vert. Notons que normalement les clones amers sont plus productifs et donnent une bonne farine, mais ils ont un cycle plus long: la variété Eala Amer 07 a un cycle de 18-24 mois. Malgré tous les efforts, cette variété amère, introduite du Zaïre dès 1937, n'a pas encore été surpassée.

Le programme manioc actuel comporte les introductions clonales de l'IITA, la prospection en milieu rural, les observations préliminaires, et diverses étapes d'une évaluation clonale à Rubona et Karama, avec une ou deux localités supplémentaires (Mutara, Mututu) pour certains essais. Parmi les déficiences les plus graves, il convient de signaler l'absence presque totale (par manque d'équipement et de matériels) d'analyses de la teneur en eau et de la valeur alimentaire des racines. Même les analyses de l'HCN ne se font qu'au stade des essais comparatifs. La pré-vulgarisation de matériel clonal épuré se fait à divers endroits autour de Karama. La multiplication et la diffusion se font à partir de Karama et Rubona. Tant en ressources humaines que sur le plan de l'équipement et des frais de fonctionnement, le programme sur le manioc, comme celui de la patate douce, devrait être renforcé.

Un programme plus complet, toutefois relativement simple, devrait comporter les opérations suivantes:

- a. Collection, prospection, introduction.
- b. Sélection (multiplication, triage, essais comparatifs en station, essais multilocaux).
- c. Amélioration génétique (croisements; sélection entre les familles et au sein des meilleures familles).
- d. Essais culturaux, y compris l'étude des associations (manioc avec maïs, haricot, arachide, sorgho...).
- e. Pré-vulgarisation dans les différentes régions productrices.
- f. Production et diffusion de boutures saines, décentralisées même au niveau de l'ISAR; multiplication rapide en chambre humide.

Il est à noter que la plupart des essais culturaux ainsi que la pré-vulgarisation se feront dans le contexte des systèmes de production. Il est estimé que le reste du programme demandera au minimum un sélectionneur-phytotechnicien à plein temps, plus un soutien en

phytopathologie, en entomologie, en pédologie, en agrochimie (analyses des sols et des racines), en biométrie et en technologie (utilisation des mélanges de farines). Pour rendre leur travail efficace, il faudra largement augmenter l'apport technique aux niveaux A2 et A3 (actuellement quasi nul pour ces deux catégories), et prévoir une augmentation considérable de la main d'oeuvre.

Rappelons que l'ISAR a formulé, en collaboration avec l'IITA, un large programme national pour l'amélioration de la patate douce et du manioc, qui prendrait en considération tous les aspects de la recherche et du développement de ces cultures au Rwanda, et qu'un financement extérieur (CRDI) a été trouvé pour une partie de ce programme.

M. Patate douce

La patate douce a connu un essor extraordinaire au cours de la dernière décennie. Elle constitue avec le haricot la base du régime alimentaire et est cultivée dans presque toutes les régions du pays. Entre 1970 et 1980, la superficie plantée a augmenté de 56%, les rendements moyens de 46% environ et la production de 128%, pour atteindre environ 114.000 ha, 8 t/ha et 866.000 tonnes, respectivement, en 1980. Le tonnage récolté est le deuxième de toutes les cultures vivrières (après la banane).

L'objectif du Troisième Plan (1982-86) est d'atteindre une superficie récoltée de 127.000 ha, un rendement de 10 t/ha et une production totale de 1.270.000 tonnes. A l'horizon de l'an 2000, on reconnaît pleinement l'importance de la patate douce comme aliment de base et il est prévu, par comparaison à l'objectif pour 1986, une augmentation de la superficie de 10%, du rendement moyen de 50%, et de la production nationale de presque 70% (les objectifs étant de 140.000 ha, 15 t/ha, et 2.480.000 tonnes, respectivement). Il va sans dire qu'une recherche poussée sur cette culture sera indispensable pour permettre une augmentation aussi spectaculaire du rendement moyen, absolument nécessaire pour éviter la famine. Celà d'autant plus que l'augmentation des superficies sera très limitée, en raison des difficultés croissantes de trouver de nouvelles terres de marais aménageables, ou de terres prises sur les jachères, les pâturages et les forêts où les autres cultures vivrières ne manqueront pas de s'étendre. La patate douce étant une culture de consommation locale, le développement de la culture dépend largement de la recherche et de la fourniture aux paysans de matériel amélioré, et très peu d'autres interventions gouvernementales.

Les paysans disposent d'ores et déjà de variétés adaptées aux différentes conditions agro-écologiques du Rwanda. Les sélections de l'ISAR qui sont supérieures en station ne présentent que des avantages insignifiants sur les mélanges de variétés locales utilisés en milieu paysan. Ces mélanges donnent une forme de garantie aux aléas climatiques. Néanmoins, l'utilisation de ces mélanges soulève parfois des problèmes: les clones cultivés en mélange possédant des cycles différents, les clones précoces sont récoltés indistinctement en même temps que les clones tardifs qui ne sont pas encore à maturité. De plus, même en mélange, certaines maladies (viroses, anthracnose) et parasites (charançons, Cylas spp. et Acraea acerata) sont loin d'être maîtrisés et devraient faire l'objet de recherches nouvelles.

L'objectif principal du programme de recherche actuel, qui est bien conçu, est d'augmenter la productivité par la sélection du matériel local et exotique, et par la création (par croisement, suivi de sélection) de nouvelles variétés élites combinant la précocité, un rendement élevé en matière sèche, une bonne adaptation aux différents types d'environnement (régions sèches, bas-fonds humides, hautes terres froides...), une forte résistance aux principales maladies et aux parasites, et une qualité améliorée (valeur nutritive, goût).

La recombinaison génétique est basée à Rubona, et le triage ainsi que les essais comparatifs se font à Rubona, Karama et Rwerere. Par manque de moyens, les essais multilocaux se limitent aussi à ces trois stations et ont ainsi une valeur réduite. Pour cette culture de base, le programme devrait pouvoir s'étendre sur toutes les régions écologiques, y compris la Crête Zaïre-Nil.

Un programme renforcé de l'ISAR sur la patate douce devrait inclure les opérations suivantes:

- a. Maintien de la collection, prospection du matériel local (quatre préfectures n'ont pas encore été prospectées), et introduction de nouveaux clones.
- b. Sélection (trilage, essais comparatifs, essais multilocaux). Pour Karama, triage sur le plateau et sur sols intermédiaires. Etude des performances relatives d'un certain nombre de clones en culture pure et en culture associée. Avancer l'évaluation organoleptique, et de la résistance aux maladies.
- c. Amélioration généalogique ("polycross", avec tests des descendances).
- d. Essais culturaux (fertilisation, associations des cultures, mode de plantation, dimension des buttes, densité de plantation, rendement de boutures prélevées à différents niveaux...) et essais physiologiques (physiologie de la tubérisation, courbes de croissance).
- e. Technologie post-récolte: évolution de la valeur alimentaire, tests organoleptiques, conservation au stockage.
- f. Prévulgarisation.
- g. Production et diffusion de boutures des meilleurs clones.

Une partie des essais culturaux et sur la conservation post-récolte, et de la prévulgarisation, relève du domaine des systèmes de production. Le reste du programme demande l'intervention d'un sélectionneur-phytotechnicien à plein temps, ainsi qu'un soutien en physiologie, en phytopathologie, en entomologie, et en chimie agricole pour l'analyse des sols et des tubercules. Un renforcement du soutien technique est également à prévoir. Il est à rappeler que le CRDI a accepté de financer en partie un programme national de recherche-développement sur la patate douce et le manioc, formulé conjointement par l'ISAR et l'IITA.

N. Pomme de terre

La culture de la pomme de terre, introduite il y a environ 60 ans, ne s'est développée que lentement. En 1970, la production était de 136.000 tonnes environ, sur 20.000 ha. Depuis cette date, la superficie plantée est montée à 32.000 ha et la production a presque doublé. Les objectifs pour 1986 sont: une superficie plantée de 37.000 ha et un rendement moyen de 10.000 kg/ha, donc une production de 370.000 tonnes. Cet objectif est tout à fait réalisable, pourvu que les débouchés restent assurés afin de maintenir un prix rémunérateur au paysan.

Comme pour les autres tubercules, les prévisions pour l'an 2000 sont plus ambitieuses. La superficie augmentera de moins de 10% et la production souhaitée de 600.000 tonnes devrait résulter presque entièrement d'une croissance assez spectaculaire du rendement moyen, de 50% entre 1986 et l'an 2000. Cela ne paraît possible qu'à travers une recherche et une pratique paysanne axées sur l'utilisation généralisée d'engrais biologiques et minéraux, et par la sélection et diffusion de variétés qui puissent profiter au maximum de cette fertilisation.

Les principaux problèmes de production sont les maladies (Pseudomonas solanacearum, Phytophthora infestans, et maladies à virus). Un problème majeur est également la production de semences saines et leur conservation en milieu rural.

Le Programme National pour l'Amélioration de la Pomme de terre (PNAP), qui a été créé en 1979 avec l'assistance du CIP, aborde tous les aspects de la production de la pomme de terre:

- a. Introduction, évaluation du germoplasme et multiplication rapide. Depuis 1979 plus de 9000 différents génotypes (clones et familles de graines hybrides) ont été introduits et testés. Une sélection sévère est pratiquée pour la résistance à la bactériose et au mildiou. En 1982, les essais multilocaux ont été conduits dans sept sites, répartis dans les six préfectures productrices de pommes de terre. En 1982, le PNAP a créé et nommé cinq variétés. Des techniques de multiplication rapide par boutures sont dans un état avancé de développement.
- b. Agronomie et physiologie: essais de densité de plantation, calibrage des semences, germination, fertilisation, systèmes culturaux et associations. La recherche la plus avancée vise à la substitution de graines aux tubercules pour la reproduction. En station, les rendements obtenus à partir de graines sont comparables à ceux obtenus avec des tubercules.
- c. Pathologie: comparaison des fongicides dans le contrôle du mildiou, essais de fréquence; influence de la rotation et des pratiques culturales sur le développement de la bactériose; étude des pucerons comme vecteurs des virus; inventaire des maladies, etc. Il a été démontré que le mildiou peut être économiquement contrôlé en milieu rural.
- d. Conservation et physiologie des semences: différentes méthodes pour provoquer la rupture de dormance, études de la durée de stockage en lumière diffuse, comparaison de différents types de magasins.

- e. Production de semences: plus de 190 t de semences, principalement des variétés Sangema et Montsama, ont été produites en 1982, et 143 t ont été vendues au Service des Semences Sélectionnées ou à des projets de multiplication partout dans le pays. La multiplication et la distribution de nouvelles variétés rwandaises ont commencé en 1983.
- f. Formation et vulgarisation: plus de 150 personnes ont été formées au PNAP (cours, stages); en 1982, une enquête a été conduite dans 9 communes pour mieux identifier les facteurs limitant la production; 92 parcelles de démonstration furent installées et récoltées dans une dizaine de communes.

Au sein de cet ensemble d'interventions, l'accent a été mis sur l'emploi de nouvelles variétés, l'utilisation du compost et des fongicides et le stockage. Les résultats de ce programme ont été très satisfaisants. Le secret de cette réussite tient à ce que l'on s'est attaqué à tous les problèmes de la production, et non seulement à l'amélioration génétique. Comme la pomme de terre n'est cultivée que dans une petite partie des hautes terres, tandis qu'elle est demandée dans tout le pays, elle est la seule culture vivrière qui connaît un début de commercialisation de grande envergure, et ceci a incité les agriculteurs à augmenter leur production et à adopter plus vite les innovations proposées par la recherche. Une étude sur la commercialisation du produit s'impose.

Le programme de recherche-développement répond entièrement aux besoins et l'équipe PNAP/CIP à Ruhengeri/Kinigi, comportant 5 chercheurs à plein temps (y compris pour la formation et les travaux en milieu rural), 2 techniciens et 8 autres personnes, est suffisante.

O. Autres tubercules

Les premières introductions de l'igname, du xanthosoma et des colocases datent de 1979, quand l'ISAR a entamé une prospection dans presque tout le pays (ainsi que dans la région voisine du Burundi pour l'espèce amère Dioscorea cayenensis). A part un grand nombre de variétés de Dioscorea alata, qui est l'espèce la plus répandue et la plus productive au Rwanda, plusieurs variétés de D. rotundata ont été introduites de l'IITA, dont deux s'adaptent bien. Des essais comparatifs des différents espèces et cultivars ont lieu depuis 1983.

Pour la colocase et le xanthosoma on a prospecté en milieu rural sans faire d'introductions de l'étranger. On a fait une sorte de triage des différents types, mais il existe encore des mélanges. Un essai comparatif est en cours.

Comparé à l'intérêt de la patate douce, du manioc et de la pomme de terre, et tenant compte des ressources limitées, la recherche sur ces tubercules divers doit se limiter à un petit effort de prospection (presque terminé), d'introduction, de sélection et de multiplication pour la diffusion. Pour faire cela à une échelle réaliste, il faut un technicien A2 à plein temps, supervisé par un ingénieur agronome (à raison de 15% de son temps au maximum) et appuyé par des spécialistes pour des questions de quarantaine et de soins phytosanitaires.

On ne peut pas se permettre de négliger totalement ces espèces diverses, compte tenu de la croissance envisagée de la production de colocase (moins de 30.000 t actuellement, 56.000 t en l'an 2000) et, moins important, celle de l'igname (4.500 t actuellement, 7.000 t en l'an 2000).

P. Café

Le caféier arabica est cultivé en petites plantations dans presque toutes les régions du Rwanda jusqu'à 1800 m d'altitude. La moitié environ des exploitants agricoles du Rwanda produisent du café. Ils ont en moyenne 150 arbres (0,08 ha). Entre 1960 et 1980 la superficie plantée est passée de 15.000 ha à 32.000 ha, mais le rendement moyen par arbre est tombé de 520 g à 435 g de café parche.

L'OCIR-Café note que les principaux facteurs qui ont entraîné cette diminution de rendement sont les suivants:

- L'insuffisance du paillage. La couverture du sol recommandée est le paillis. En raison de la pression démographique sur les ressources, ayant entraîné une diminution des superficies en jachères et la mise en culture de nombreux marais, la production de paille a considérablement diminué. Or, aucune autre forme de couverture du sol n'a été développée et les sols sous caféiers, généralement en pente, se sont dégradés.
- La dégradation des pratiques culturales, en particulier la taille et la récolte.
- Les pertes provoquées par Antestiopsis. Une méthode de lutte efficace existe mais elle est mal appliquée par les paysans. En outre, la résistance de l'insecte à l'insecticide employé actuellement (Sumithion) n'est pas à exclure.

La superficie plantée augmente de 4% environ par an sur l'ensemble du pays, suite à l'action menée par l'OCIR-Café en matière de pépinières. D'autre part, certains projets régionaux (Caféculture Lac Kivu, BGM-II) développent la caféiculture dans leurs zones d'action. Au total, le Rwanda devrait compter en 1986 environ 83 millions de caféiers, correspondant à une superficie de 41.500 ha en 1986. Avec une légère augmentation des rendements (dû à un meilleur encadrement) la production de café parche s'établirait en 1986 à 36.000 tonnes, correspondant à 27.000 tonnes de café marchand, soit un accroissement de 50% par rapport à la production actuelle. Cela pourrait poser des problèmes de vente, si le Rwanda ne parvient pas à faire relever son quota dans le cadre de l'OIC. Pour acquérir une meilleure position, il faudra mettre l'accent sur l'amélioration de la qualité, notamment en recherchant un meilleur dépulpage et séchage en milieu paysan. Le Troisième Plan émet l'espoir qu'en 1986 la qualité standard devrait représenter 70% du volume exporté, contre 40% actuellement. On conclut que si ces objectifs d'un quota supérieur et d'une qualité améliorée se réalisent, le café peut maintenir à 75% sa part dans les exportations agricoles du Rwanda.

L'ISAR maintient depuis longtemps une collection de caféiers à Rubona et a sélectionné de nouvelles variétés, dont certaines ont été diffusées avec succès pendant de nombreuses années (Jackson et les Bourbon Mayaguez 71 et 139). La supériorité de ces lignées sur Mibirizi, première variété

introduite au Rwanda, a été démontrée à Rubona ,mais certains auteurs considèrent qu'elle devrait être confirmée par des essais multilocaux dans les autres régions. Des essais sur la densité de plantation n'ont pas encore donné des résultats certains.

Actuellement, le programme café à l'ISAR est conduit par un technicien A2. La recherche proprement dite est très limitée, et la plus grande partie des plantations (15 ha sur 19) ne sert qu'à la production de café pour la vente. Il y a quelques essais de triage et des essais comparatifs qui datent des années 1974-1979; quelques nouveaux essais de 1983 sont au stade de pépinière. Ces derniers suivent des protocoles déterminés par l'IFCC *) et sont financés par le projet pour l'Intensification de la Caféculture et des Cultures Vivrières dans les Régions en Bordure du Lac Kivu, dans le cadre d'un accord de recherche conclu entre l'OCIR-Café et l'ISAR, d'une part, et l'IFCC, d'autre part. De même, cinq nouveaux essais engrais et cinq essais sur les méthodes culturales viennent de commencer, tous suivant l'arrangement entre l'ISAR/OCIR et l'IFCC. Il est à noter que tous ces essais sont installés à Rubona. Un seul essai, sur la couverture vivante (association temporaire caféiers/plantes vivrières) est prévu à Kibuye ainsi qu'à Rubona. D'autre part, un essai de "densification" par interplantation de jeunes caféiers sera répété directement en milieu paysan.

Les thèmes de recherche, qui d'après les expériences précitées sont susceptibles d'avoir l'impact le plus rapide sur la production, sont les suivants:

- a. Développement de plantes de couverture pour arrêter la dégradation du sol.
- b. Augmentation de la densité de plantation pour certaines variétés. Rajeunissement des plantations par l'intercalation proposée de jeunes caféiers dans les plantations existantes, permettant d'espérer une augmentation des rendements à courte échéance.
- c. Recherche d'insecticides qui remplaceraient le Sumithion dans la lutte contre Antestiopsis, et peut-être l'étude de la faisabilité de méthodes de lutte intégrée ou biologique contre cet insecte.
- d. Recherche de nouveaux produits phytosanitaires en vue de la résistance de la rouille à certains produits actuels, et recherche de sources de résistance contre cette maladie, notamment par l'introduction du matériel résistant à la rouille de Colombie, du Brésil, d'Ethiopie et du Kenya.
- e. Enquête sur le terrain concernant l'importance de l'antracnose au Rwanda, combinée avec une reprise de l'enquête Antestiopsis et Stephanoderes.

*) Institut Français du Café et du Cacao

- f. L'existence de l'antracnose au Rwanda, longtemps confondue avec le die-back physiologique, est préoccupante si l'on considère que cette maladie a menacé l'existence même de la culture caféière au Kenya dans les années 1960. Comme le Rwanda ne peut pas se permettre le risque d'un échec, même temporaire, de la production caféière, l'ISAR et l'OCIR ne devraient pas ignorer les détails de l'évolution de cette maladie au Kenya, les recherches phytopharmaceutiques, les traitements recommandés actuellement ainsi que leur coût, et avant tout les travaux de sélection et d'amélioration génétique pour la résistance contre l'antracnose, entreprises au Kenya dans le passé et aujourd'hui.

Il conviendrait de tirer tout le parti possible des acquis importants de la recherche au cours des vingt dernières années, tant au Rwanda qu'au Burundi, dans les domaines de la sélection, de la fumure et de la nutrition minérale.

L'importance du caféier et des problèmes énumérés justifie un sélectionneur-phytotechnicien à temps plein, et un appui minimum en phytopathologie et en entomologie. De plus, l'enquête proposée sur l'antracnose, l'Antestiopsis et le Stephanoderes, demande une intervention temporaire assez importante de ces derniers spécialistes. Pour relever le niveau de l'expérimentation sur les méthodes culturales et les engrais, il serait fort souhaitable que l'ISAR dispose d'un agrophysiologiste.

La disponibilité de techniciens A2 et A3 pour la recherche caféicole est nettement insuffisante. Du côté production, il faut bien séparer sa comptabilité de celle de la recherche proprement dite. Ensuite, il reste à chiffrer dans quelle mesure les revenus de ces champs de production dépassent l'ensemble des coûts (y compris tous les salaires), et voir si l'exploitation peut être rendue plus économique en augmentant ou en diminuant les cadres A2 et/ou A3 y affectés.

Q. Thé

Le thé est cultivé dans des conditions écologiques très variées: dans les marais, sur les collines et en haute altitude jusqu'à 2300 m. Il y a environ 9.000 ha de thé au Rwanda. Toutes les plantations sont issues de projets spécifiques qui ont bénéficié pendant la période de leur établissement d'une bonne assistance technique. Environ 90% du thé est cultivé en grande plantation et le reste par des petits planteurs. La production totale est de l'ordre de 7.000 t et le rendement moyen est de 730 kg/ha de thé sec. Ce rendement est appelé à croître au fur et à mesure de l'entrée en rapport des jeunes plantations, pour se stabiliser autour de 850 kg/ha. Le niveau assez bas de ces rendements s'explique en partie par le fait que les engrais n'ont jamais été utilisés. Pourtant, il est important d'accroître les rendements, car la plupart des usines à thé sont largement sous-utilisées, et il n'y a plus beaucoup de terres disponibles pour augmenter les superficies. D'après les prévisions du Troisième Plan, le nombre d'hectares atteindra 11.000 fin 1986, grâce à l'installation de plusieurs nouveaux projets.

Pour ces raisons, les thèmes de recherche prioritaires devraient être:

- a. l'étude de la fertilisation par épandage d'engrais dans chacune des différentes régions naturelles de production;

- b. l'étude de l'apport d'azote par des légumineuses utilisées comme plantes de couverture, ombrage ou haies anti-érosives.

L'ISAR a une petite station d'essais sur le théier à Mata, gérée par un technicien A3 supervisé par un chercheur à Rubona. Il y a plusieurs essais de triage de 9 à 12 ans, chacun regroupant un nombre limité de clones introduits, à 4 ou 6 répétitions. Les essais les plus anciens pourraient sans doute être clôturés. Le dernier essai de triage, commencé en 1981, comprend 24 clones du Burundi. Quatre essais comparatifs ont été installés dans la période 1970-1978. L'OCIR-thé fait la dégustation, mais il n'y a pas d'autres tests de qualité. Il est certain que sans essais clonaux multilocaux, le travail à Mata restera de valeur très limitée. L'ISAR s'en rend bien compte et a sollicité un financement de l'OCIR-thé pour l'installation d'essais multilocaux dans les blocs industriels. De même, l'expérience de fumure minérale qui existe à Mata a peu de valeur à elle seule.

Des discussions préliminaires ont eu lieu entre l'OCIR-thé et l'ISAR pour établir un protocole afin d'étudier la relation entre la qualité du thé et les éléments dans le sol et dans les feuilles. Une telle recherche exigerait des compétences avancées en physiologie végétale, et de nouveaux équipements. Il va de soi que si on lance une telle recherche, il faudra s'appuyer sur l'expérience acquise dans ce domaine, sur plus de 20 ans, à l'institut de recherches sur le thé de l'Afrique de l'Est.

Le Rwanda importe un matériel génétique de valeur du Burundi, où les recherches sur le thé sont relativement avancées. Les projets sont maintenant bien pourvus en matériel, et l'ISAR ne reçoit plus de commandes de matériel clonal de Mata. D'autre part, Rubona fournit des semences d'un semencier polyclonal très vieux, pour l'installation de nouvelles plantations dans le nord, où les boutures ne prennent pas bien. Il y a lieu de se demander si ce matériel est suffisamment homogène et de qualité éprouvée.

Pour l'avenir, il faut réorienter le programme et notamment conduire les essais comparatifs et de triage, ainsi que les essais de fertilisation, sous forme d'essais multilocaux installés dans les différents projets thé. Il est à conseiller que toute la recherche sur le thé se fasse dans l'avenir sous convention entre l'ISAR et l'OCIR-thé. Dans un tel accord, l'ISAR devrait assurer l'établissement des protocoles d'essais, la supervision scientifique, et les analyses de laboratoire. L'OCIR-thé serait responsable de l'exécution de tous les essais hors station et du financement du programme entier, y compris les essais qu'on désire, d'un commun accord, maintenir à Mata, ainsi que les tests de qualité qui devraient être faits à l'étranger pour tous les clones en essais multilocaux. Il est à souligner que le fait que 90% de toute la production de thé provienne d'un petit nombre de grands blocs industriels justifie largement, et devrait faciliter, le financement de la recherche sur cette culture par l'industrie même, comme c'est le cas en Afrique de l'Est et dans la plupart des autres pays producteurs de thé.

Si l'on adopte cette formule, le personnel de l'ISAR impliqué dans la recherche théicole peut se limiter à un autonome pour 20% de son temps, ainsi que, dans un premier temps, au personnel existant à Mata, et éventuellement le remplacement du technicien A3 par un cadre A2.

R. Pyrèthre

Les plantations de pyrèthre couvrent 2.000 ha sur les terres de lave dans les régions d'altitude du Nord-ouest. La production ne dépasse pas 1000 tonnes de fleurs sèches, correspondant à moins de 14 tonnes d'extrait brut (1980). Depuis quelques années, l'industrie connaît de graves problèmes de débouché, dûs à la forte concurrence des produits synthétiques sur le marché mondial, et au fait que l'usine de Ruhengeri ne produit pas un extrait pâle (raffiné). Selon le Troisième Plan, même un meilleur prix payé aux planteurs, une meilleure organisation de l'OPYRWA et l'utilisation de nouveaux clones (d'ores et déjà disponibles à l'ISAR) ne permettront pas de dépasser un rendement moyen de 550 kg/ha et une production de 1.100 tonnes de fleurs sèches.

Il ne fait pas de doute que les travaux de sélection à l'ISAR ont donné des clones supérieurs, mais la recherche ne peut guère contribuer davantage à la solution des problèmes actuels de l'industrie du pyrèthre. Il serait donc logique de réduire le programme de recherche à un programme minimal, consistant en la maintenance de la collection clonale (à deux endroits différents pour éviter le risque de pertes) et d'un large champ semencier issu d'une plantation polyclonale. Les chercheurs de l'ISAR ont déjà constaté, correctement, que tous les essais culturels sont à clôturer, parce qu'ils ont déjà donné des résultats pratiques, ou bien parce que les résultats ne peuvent pas être traduits en recommandations économiquement rentables. En ce qui concerne la multiplication, une bonne planification exigerait que l'OPYRWA, qui a le monopole de la distribution des clones, fasse ses commandes de matériel de base auprès de l'ISAR une année à l'avance.

Le personnel affecté aux travaux sur le pyrèthre pourrait par conséquent être réduit à 10% du temps d'un agronome-sélectionneur, appuyé d'un agent A3, deux ouvriers spécialisés et 7.000 homme-jours de main d'oeuvre.

S. Quinquina

Il y a au Rwanda environ 2.000 ha de quinquina dont 1.400 en grandes plantations et 600 chez les petits agriculteurs. Pendant les 5 dernières années, le marché mondial pour les dérivés de l'écorce du quinquina s'est détérioré à tel point que l'OCIR, chargé de la commercialisation, a dû cesser ses achats d'écorce. Un retour à la compétitivité sur le marché mondial pourrait résulter de la construction d'une usine d'extraction des alcaloïdes qui doit entrer en fonction en 1983.

La principale difficulté technique rencontrée par le programme quinquina a été la destruction des germoirs par une maladie cryptogamique (fonte de semis), mais elle est aujourd'hui à peu près totalement surmontée. Le chancre de l'écorce du quinquina (Phytophthora sp.) représente un risque potentiel mais ne cause pas en ce moment de dégâts importants.

Le problème prioritaire pour la recherche est celui de l'intégration du quinquina dans les systèmes de production des petits planteurs, notamment le problème des cultures intercalaires (plantes vivrières ou plantes améliorantes) dans les jeunes plantations de quinquina. Avec les moyens réduits disponibles, l'ISAR devra se limiter au maintien du matériel génétique, et une recherche éventuelle devrait être financée par l'industrie même.

T. Canne à sucre

Il y a une seule plantation de canne à sucre au Rwanda, à Kabuye. Elle a une superficie de 640 ha et produit 2.300 à 2.400 t de sucre raffiné. La canne y met 2 ans à mûrir et produit en moyenne 100 t/ha, soit 50 t/ha par an. Le rendement en sucre est de 9,5%. Les variétés introduites avant 1972 se sont mélangées et devraient être purifiées. Cinq variétés de Tanzanie, récemment introduites, sont sous observation.

Au cours des cinq dernières années, les rendements sont tombés de 130 t/ha à 100 t/ha, probablement en raison d'une diminution de la fertilité du sol. À part les essais variétaux, d'éventuelles recherches à Kabuye, pour lesquelles l'ISAR pourrait fournir les protocoles, devraient se concentrer sur ce dernier problème.

U. Autres cultures industrielles

Les productions de sisal, tabac et ramie dépendent à titre principal au Rwanda de facteurs économiques. Les problèmes de recherche ne sont pas, en ce qui les concerne, prioritaires. Toutefois, la station de Rwerere devrait suivre la culture du ramie qui est en pleine expansion dans le Nord du pays et qui fait l'objet d'un essai MINAGRI dans le marais de la Rugezi.

V. Bananier

Avec une production de 2 millions de tonnes, la banane est de loin la culture la plus importante du Rwanda. Elle occupe environ 22% de la superficie consacrée aux dix principales productions vivrières.

Cette superficie, qui était estimée à 208.000 ha en 1980 (contre 137.000 ha en 1970), pourrait croître encore pour atteindre 230.000 ha en 1986, mais devrait plafonner à 250.000 ha vers l'an 2000. Le rendement moyen était de 9630 kg/ha en 1980, chiffre qui représente une chute de 23% comparé au rendement moyen de 1970. Cette baisse est due à l'augmentation de l'espacement entre bananiers pour permettre des cultures intercalaires, et à de nouvelles plantations dans des sols moins fertiles. On considère que les rendements peuvent être améliorés, principalement par une bonne application des méthodes culturales connues: éclaircies, régénération des plantations âgées, sélection des rejets d'âges différents, paillis, fertilisation localisée. Suivant les prévisions du document sur la stratégie alimentaire, cette intensification devrait aboutir à des rendements moyens de 10.000 kg/ha en 1986 et de 13.500 kg/ha en l'an 2000. Cet objectif paraît réalisable, et il est même possible de penser qu'une augmentation plus importante serait possible avec un apport conséquent de la recherche.

Les agriculteurs rwandais sont très attachés à la culture de la banane. La banane dite à bière, qui représente 80 à 90% de la production, joue un rôle socio-culturel et économique très important. Le revenu par hectare ou par heure de travail est l'un des plus élevés de toutes les cultures. La banane à cuire prend de plus en plus d'importance dans les régions à bananes à proximité des villes, où le marché est assuré. Le gouvernement désire stimuler une augmentation de la proportion de bananes à cuire et de bananes de bouche.

Parmi les problèmes que la recherche devrait résoudre, celui de la culture en association à grands espacements, par opposition à la culture pure à plus fortes densités, donne lieu à des controverses: quoique presque 50% des bananeraies soient conduites en cultures associées, et que certains spécialistes soient très en faveur de cette pratique, on n'a jamais établi de manière satisfaisante laquelle est la meilleure, sous quelle forme et dans quelles conditions, tant du point de vue écologique qu'en termes de production totale par unité de surface.

Malgré la grande importance socio-économique de la banane, les recherches sur cette culture ont cessé depuis longtemps. Les interventions de l'ISAR se sont limitées à l'établissement à Rubona d'une collection de cultivars locaux, et à des distributions de plants à très petite échelle. C'est la seule culture importante au Rwanda pour laquelle l'ISAR n'a aucune station qui soit représentative des grandes régions productrices (Cyangugu, Gisenyi, Kibungo...), raison pour laquelle il est difficile, dans un premier temps, de donner à la recherche bananière l'importance qu'elle mérite.

Néanmoins, un programme de recherche sur les différents types de bananiers s'impose de toute urgence, et devrait prendre les orientations suivantes:

- a. Maintien de la collection variétale de Rubona et mise en collection des meilleurs clones à différents endroits correspondant à des zones écologiques différentes; introduction de nouvelles variétés de bananes de table et de bananes à cuire (y compris les plantains en provenance de l'Uganda). Simultanément, inventaire et prospection des différentes variétés locales de bananiers (y compris les bananes à cuire) et étude de leur répartition dans le pays; en même temps, inventaire des maladies et des parasites nuisibles et estimation de leur incidence sur la production.
- b. Poursuite de la multiplication, avec création de pépinières dans les différentes régions pour les meilleures variétés de table (Poyo, Gros Michel, Petite Naine, Grande Naine, Americani).
- c. Programme de sélection (trilage suivi d'essais comparatifs à 3-5 endroits, et essais multilocaux à 10-15 endroits en milieu rural), tenant compte des préférences paysannes et des utilisations. Dans le même temps, recherches sur les méthodes culturales, visant surtout l'augmentation des rendements totaux par ha, afin de permettre une diminution de la surface consacrée à la bananeraie. Ces travaux devront inclure des essais de longue durée pour comparer le bananier en association avec celui en culture pure, sous divers aspects: évolution des rendements, incidence sur la structure et la fertilité du sol, effets sur l'érosion.
- d. Etudes dans le domaine de la technologie artisanale: inventaire des pertes au brassage, identification des causes de ces pertes et recherche visant la solution de ce problème au niveau des paysans. Cela devrait être un programme conjoint OVIBAR-ISAR.

Un tel programme nécessitera au minimum un phytotechnicien à temps plein, avec un apport supplémentaire en phytopathologie, en entomologie, en chimie, en socio-économie, en systèmes de production (inventaire des associations, essais culturaux) et en technologie. Le programme exigera

également plusieurs techniciens A2 et A3, et une augmentation de la main d'oeuvre. Dans la première phase du projet recherche agricole, et compte tenu du manque de sites expérimentaux représentatifs, la priorité doit être accordée aux thèmes (a), (b) et (d) ci-dessus. Pour une assistance aux enquêtes et inventaires il devrait être possible de faire appel aux étudiants de l'UNR.

Il est utile d'ajouter que les problèmes du bananier sont essentiellement les mêmes dans toute la région montagneuse de l'Afrique Centrale comprenant le Rwanda, le Burundi et la plus grande partie du Kivu au Zaïre, et que la quatrième Assemblée Générale de l'Institut de Recherche Agronomique et Zootechnique (IRAZ) de la CEPGL a décidé de confier à l'IRAZ la coordination de la recherche sur le bananier dans les trois pays de la Communauté. Il serait donc souhaitable d'harmoniser les travaux de recherche entre les trois instituts nationaux de recherche agronomique, et peut-être de confier certaines tâches spécifiques à l'un ou l'autre institut dans le cadre d'une convention de coopération. Il est évident qu'une telle collaboration ne peut être obtenue que si chaque institut a une disponibilité minimale de chercheurs en la matière.

W. Avocatier

La culture de l'avocatier est devenue très importante au Rwanda et son développement se poursuivra sans doute, compte tenu de la valeur énergétique élevée de son fruit et de son appréciation par la population. On peut espérer que le nombre d'avocatiers au Rwanda correspondra à deux arbres en moyenne par famille rurale, soit 3.000.000 arbres donnant 15 kg de fruits par arbre et par an (les rendements en station varient entre 50 et 200 kg par arbre), c'est à dire une production totale de 45.000 tonnes de fruits. La plus grande partie sera consommée localement, mais le Troisième Plan prévoit en 1986 une production de 180 tonnes d'huile d'avocat destinée à l'exportation (correspondant à 900 tonnes de fruits).

Les avocatiers greffés existent au Rwanda depuis 1972, les premiers greffons ayant été introduits du Kenya. En 1976, l'ISAR a importé de la Station IRFA en Corse 34 variétés de bois de greffe. Toute cette collection existe encore à Rubona, et des observations et analyses chimiques ont été faites. Les meilleures variétés (d'abord Fuerte, ensuite Hass, Ettinger et quelques autres) ont été multipliées et diffusées comme plants greffés depuis 1975. Comme porte-greffe on utilise des gros noyaux de tout-venant, mais l'ISAR voudrait uniformiser ce matériel. Depuis quelques années, il existe aussi des petites collections à Rwerere et à Karama. En 1983, l'ISAR a planté les trois meilleures variétés greffées à Tamira, pour promouvoir la diffusion dans le Nord du pays.

L'installation de vergers importants est prévue à Karama, Rwerere et Tamira, ainsi que l'installation de vergers de comportement de plants de semis et de variétés greffées dans toutes les préfectures (tests multi-locaux en collaboration avec les agronomes de préfecture). Ces tests auront une haute valeur de démonstration (comparaison directe entre plants issus de graines et plants greffés), et l'exécution de ce projet devrait pas attendre.

On admet que la distribution de plants greffés a été trop lente, et la création de pépinières de plants greffés en sachets plastiques serait urgente. L'ISAR est le seul organisme à avoir diffusé des plants greffés. Le SSS et le projet de Nyabisindu, soucieux de diffuser rapidement sur grande échelle, ont toujours employé des plants issus de semis, malgré les désavantages d'une grande hétérogénéité et d'une entrée en production tardive. Cette diffusion rapide a été une bonne chose, parce qu'on peut maintenant procéder à un greffage sur place (déjà fait dans les stations de l'ISAR), pour lequel l'ISAR a déjà formé deux greffeurs par préfecture, qui doivent à leur tour en former d'autres. Le greffage sur place a de grands avantages: on évite le risque de pertes, et le système racinaire est plus dense et plus profond, comparé à celui des arbres greffés en pépinière. Ce programme important demande un suivi du gouvernement.

Le programme avocatier de l'ISAR a toujours souffert du fait que le seul chercheur était responsable de toutes les plantes horticoles. Aussi existe-t'il des lacunes dans les observations faites sur la collection variétale. Actuellement, le programme avocatier est en veilleuse, sauf quelques travaux de routine menés par un technicien A2 à mi-temps. Le programme 1983 n'a pas été suivi, et de façon générale la situation de la recherche sur cette culture est très peu satisfaisante.

Dans les vergers de comportement, on observe seulement la récolte. Des mensurations des troncs ou des observations phénologiques n'ont pas été faites d'une façon systématique. Les vergers destinés à l'étude de l'autofertilité (1977) n'ont pas été bien conçus. Le problème de l'auto-fertilité et de la compatibilité au croisement entre différents clones est d'une importance pratique immédiate pour la politique de diffusion des clones pour le greffage, et devrait être étudié d'une manière plus satisfaisante. Le thème difficile de l'uniformisation des porte-greffes (y compris l'aspect de la conservation des noyaux) n'a pas encore été abordé, malgré l'influence des porte-greffes sur la phénologie. L'installation d'un verger pour la production de greffons est retardée, malgré les demandes de plus en plus nombreuses de bois de greffe (de Fuerte, Hass, Simpson, Ettinger et autres) de la part des préfectures et des projets. Les essais de greffage de très jeunes plants n'ont pas commencé. Une petite collection aurait dû être plantée à Mata, et cela reste toujours une proposition intéressante.

La teneur en eau et en lipides est connue pour certaines variétés, mais les analyses sont à poursuivre, surtout en raison de la variation entre saisons. Finalement, des travaux technologiques sont à faire, notamment l'extraction d'huile à une échelle artisanale (l'ISAR essaye d'obtenir de la littérature sur ce sujet). On prévoit l'installation de petites unités d'extraction à Butare, dont le financement est acquis. C'est un projet important, parce que le paysan a tout intérêt à transformer en huile ses avocats en surplus.

Compte tenu de l'importance de l'avocatier pour l'alimentation humaine et des progrès déjà atteints dans sa diffusion, la continuation du programme de recherche est prioritaire. Pour l'avenir, le programme devra inclure:

- a. Maintien des collections, et observations générales pour la sélection variétale dans chaque station.

- b. Multiplication et diffusion: installation d'un parc à bois de chaque variété intéressante, pour la production de bois de greffe.
- c. Recherches visant l'uniformisation des porte-greffes.
- d. Etudes technologiques: extraction des jus et distillation de l'huile à une échelle artisanale.
- e. Déterminations phénologiques pour les 10 meilleures variétés et dans chacune des trois stations principales: évolution de la végétation, floraison, maturation des fruits, dormance des graines.

Cela demanderait l'intervention d'un phytotechnicien à temps plein, ainsi qu'un apport en technologie, en chimie, et en phytopathologie, plus un renforcement de l'appui technique aux niveaux A2 et A3. Dans la première phase du projet, les thèmes (a), (b) et (d) devront être prioritaires.

X. Agrumes

Les agrumes au Rwanda ont été détruits par le "greening", provoqué par un mycoplasme transmis par des insectes. Aucune résistance n'est connue, et les seuls moyens de lutte sont les traitements chimiques et la lutte biologique, lesquels ne s'appliquent guère dans le contexte actuel du Rwanda.

L'ISAR maintient, à Rubona, deux variétés d'oranger (Washington Navel et Valencia), deux variétés de citronnier (Tahiti et Hartaciones), et deux variétés de mandarinier (Nobilis deliciosus et Clémentine). Le Rough Lemon, qui est plus ou moins résistant au greening, est utilisé comme porte-greffe pour tous les agrumes.

Aucune recherche n'est préconisée, et l'ISAR a correctement décidé de se limiter à la maintenance de ce qui reste de la collection. Si l'on trouve en passant des individus qui paraissent résistants, on les greffera et les mettra en observation à Rubona.

Y. Ananas et arbres fruitiers divers

L'ananas est très répandu en milieu rural et très apprécié. L'ISAR maintient une collection de 12 variétés à Rubona et produit des rejets à Rubona et Karama pour la diffusion (jusqu'à 30.000 par an). Il n'existe au Rwanda qu'une seule variété sans épines, la Cayenne Lisse, et l'ISAR devrait essayer d'en introduire d'autres. L'ensemble de ces travaux ne demandera qu'un apport minime en temps-chercheur et en main d'oeuvre.

Le programme de l'ISAR fait mention de diverses autres espèces: pommier, pêche, néflier du Japon, prunier, goyavier, macadamia, papayer. Dans la plupart des cas il s'agit d'un simple maintien de collections très réduites, mais dans le cas du pommier on vient de planter à Tamira et à Rwerere (1983) des porte-greffes en provenance du Zimbabwe, pour lesquels les greffons seront importés du Kenya, du Zimbabwe et de la Tanzanie. A l'exception du pommier, pour lequel les introductions et les essais de greffage/marcottage sont suffisamment avancés pour justifier leur

continuation, il est conseillé de limiter les efforts sur ces espèces aux introductions et aux études d'adaptation simples. De toute façon, il faudra bien maintenir les collections existantes, et dans certains cas produire des plants pour la diffusion.

Z. Plantes potagères, médicinales, ornementales et condimentaires

Ce qui a été conseillé pour les fruits divers s'applique aussi aux plantes potagères, médicinales, ornementales et condimentaires. Il est nécessaire d'avoir au Rwanda une institution nationale à laquelle on puisse s'adresser pour obtenir des graines de ces espèces diverses, même si ces espèces ne font l'objet d'aucune recherche. Il est donc suggéré de maintenir les petites collections existantes.

Tableau 1. Besoins du Département des Productions Végétales en chercheurs, par programme et par discipline, et en techniciens A2, pour chaque station (1987)*)

| Programme | Rubona | Karama | Rwerere | Ruheng. Kinigi | Tamira | Gisovu | Total |
|---------------------------------------|--------|--------|---------|-------------------|--------|--------|-------|
| <u>Chef de Dépt.</u> | 1,00 | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 |
| <u>Haricot</u> | | | | | | | |
| Sélect/phytotech | 1,00 | 0,30 | 0,65 | -- | -- | 0,20 | 2,15 |
| Pathologie | 0,40 | 0,20 | 0,20 | -- | -- | -- | 0,80 |
| Entomologie | 0,10 | 0,05 | 0,05 | -- | -- | -- | 0,20 |
| Microbiologie | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | -- | -- | 0,40 |
| Technicien A2 | 2,50 | 0,50 | 0,60 | -- | 0,05 | 0,20 | 3,85 |
| <u>Petit pois</u> | | | | | | | |
| Sélect/phytotech | -- | -- | 0,35 | -- | -- | 0,20 | 0,55 |
| Pathologie | -- | -- | 0,05 | -- | -- | -- | 0,05 |
| Entomologie | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Microbiologie | -- | -- | 0,15 | 0,05 | -- | -- | 0,20 |
| Technicien A2 | -- | -- | 0,40 | -- | 0,20 | 0,10 | 0,70 |
| <u>Soja/arachide/ autres lég.</u> | | | | | | | |
| Sélect/phytotech | 0,60 | 0,60 | -- | -- | -- | -- | 1,20 |
| Pathologie | 0,10 | 0,10 | -- | -- | -- | -- | 0,20 |
| Entomologie | 0,05 | 0,05 | -- | -- | -- | -- | 0,10 |
| Microbiologie | 0,15 | 0,25 | -- | -- | -- | -- | 0,40 |
| Technicien A2 | 0,50 | 0,50 | -- | -- | -- | -- | 1,00 |
| <u>Maïs</u> | | | | | | | |
| Sélect/phytotech | 0,55 | 0,30 | 0,25 | 0,65 | 0,10 | 0,10 | 1,95 |
| Pathologie | 0,35 | 0,20 | 0,05 | 0,05 | -- | -- | 0,65 |
| Entomologie | 0,10 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | -- | -- | 0,25 |
| Technicien A2 | 0,75 | 0,50 | 0,50 | 1,25 | 0,10 | 0,20 | 3,30 |
| <u>Sorgho/mils</u> | | | | | | | |
| Sélect/phytotech | 0,35 | 0,70 | 0,40 | -- | -- | -- | 1,45 |
| Pathologie | 0,05 | 0,05 | 0,03 | -- | -- | -- | 0,13 |
| Entomologie | 0,05 | 0,05 | 0,03 | -- | -- | -- | 0,13 |
| Technicien A2 | 0,25 | 0,50 | 0,50 | -- | -- | -- | 1,25 |
| <u>Blé/triticales</u> | | | | | | | |
| Sélect/phytotech | -- | -- | 0,60 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 1,20 |
| Pathologie | -- | -- | 0,15 | 0,10 | -- | -- | 0,25 |
| Entomologie | -- | -- | 0,03 | 0,04 | -- | -- | 0,07 |
| Technicien A2 | -- | -- | 1,00 | 0,75 | 0,30 | 0,20 | 2,25 |
| <u>Tournesol/pyrèthre</u> | | | | | | | |
| Sélect/phytotech | -- | -- | 0,20 | 0,30 | 0,50 | 0,10 | 1,10 |
| Pathologie | -- | -- | 0,04 | 0,03 | 0,04 | -- | 0,11 |
| Entomologie | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Technicien A2 | -- | -- | 0,25 | 0,30 | 0,20 | 0,10 | 0,85 |

*) Un chercheur à temps plein = 1,00.

Tableau 1. (page 2)

| Programme | Rubona | Karama | Rwerere | Ruheng Kinigi | Tamira | Gisovu | Total |
|--|----------|--------|---------|------------------|--------|--------|-------|
| <u>Manioc/patate douce</u> | | | | | | | |
| Sélect/phytotech | 1,00 | 1,00 | 0,20 | -- | -- | 0,10 | 2,30 |
| Pathologie | 0,40 | 0,25 | 0,10 | -- | -- | -- | 0,75 |
| Entomologie | 0,15 | 0,25 | 0,05 | -- | -- | -- | 0,45 |
| Technicien A2 | 2,00 | 0,90 | 0,25 | -- | -- | 0,10 | 3,25 |
| <u>Pomme de terre</u> | | | | | | | |
| Sélect/phytotech | -- | -- | 0,20 | 2,80*) | -- | 0,10 | 3,10 |
| Pathologie | -- | -- | 0,15 | 0,50 | -- | -- | 0,65 |
| Entomologie | -- | -- | -- | 0,20 | -- | -- | 0,20 |
| Technicien A2 | -- | -- | 0,25 | 1,70 | 0,15 | 0,10 | 2,20 |
| <u>Café/thé</u> | | | | | | | |
| Sélect/phytotech | 1,00 | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 |
| Pathologie | 0,45 | -- | -- | -- | -- | -- | 0,45 |
| Entomologie | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Technicien A2 | 3,00**) | -- | -- | -- | -- | -- | 3,00 |
| <u>Bananier</u> | | | | | | | |
| Sélect/phytotech | 0,50 | -- | -- | -- | -- | -- | 0,50 |
| Pathologie | 0,35 | -- | -- | -- | -- | -- | 0,35 |
| Entomologie | 0,10 | -- | -- | -- | -- | -- | 0,10 |
| Technicien A2 | 0,50 | -- | -- | -- | -- | -- | 0,50 |
| <u>Avocatier & autres fruits</u> | | | | | | | |
| Sélect/phytotech | 0,50 | -- | -- | -- | -- | -- | 0,50 |
| Pathologie | 0,05 | 0,05 | 0,01 | -- | -- | -- | 0,11 |
| Entomologie | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Technicien A2 | 0,50 | 0,10 | 0,25 | -- | -- | -- | 0,85 |
| <u>Laboratoire de Microbiologie</u> | | | | | | | |
| Technicien A1 | 1,00 | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 |
| Technicien A2 | 3,00 | -- | -- | -- | -- | -- | 3,00 |
| <u>Laboratoire de Protection des Végétaux</u> | | | | | | | |
| Technicien A2 | 1,00 | -- | -- | 1,00 | -- | -- | 2,00 |
| <u>Totaux:</u> | | | | | | | |
| Chef de Dépt. | 1,00 | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 |
| Sélect/phytotech | 5,50 | 2,90 | 2,85 | 3,95*) | 0,80 | 1,00 | 17,00 |
| Pathologie | 2,15 | 0,85 | 0,78 | 0,68 | 0,04 | -- | 4,50 |
| Entomologie | 0,55 | 0,45 | 0,21 | 0,29 | -- | -- | 1,50 |
| Microbiologie | 0,25 | 0,35 | 0,25 | 0,15 | -- | -- | 1,00 |
| Technicien A1 | 1,00 | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 |
| Technicien A2 | 14,00**) | 3,00 | 4,00 | 5,00 | 1,00 | 1,00 | 28,00 |
| <u>Totaux généraux:</u> Chef de Dépt. et chercheurs: 25,00 | | | | | | | |
| Techniciens A2 : 28,00 | | | | | | | |

*) Dont 1 physiologiste et 1 sélectionneur.

**) Dont 1 technicien A2 à Mata.

Tableau 2. Besoins en sélectionneurs/phytotechniciens à l'ISAR, par programme et par station (1987)*)

| Programme | Rubona | Karama | Rwerere | Ruheng. Kiniqi | Tamira | Gisovu | Total |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|-------------|-------------|--------------|
| Haricot | 1,00 | 0,30 | 0,65 | -- | -- | 0,20 | 2,15 |
| Petit pois | -- | -- | 0,35 | -- | -- | 0,20 | 0,55 |
| Soja/arachide | 0,60 | 0,60 | -- | -- | -- | -- | 1,20 |
| Maïs | 0,55 | 0,30 | 0,25 | 0,65 | 0,10 | 0,10 | 1,95 |
| Sorgho/mils | 0,35 | 0,70 | 0,40 | -- | -- | -- | 1,45 |
| Blé/triticales | -- | -- | 0,60 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 1,20 |
| Tournesol/ pyrèthre | -- | -- | 0,20 | 0,30 | 0,50 | 0,10 | 1,10 |
| Manioc/ patate douce | 1,00 | 1,00 | 0,20 | -- | -- | 0,10 | 2,30 |
| P. de terre | -- | -- | 0,20 | 2,80 | -- | 0,10 | 3,10 |
| Café/thé | 1,00 | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 |
| Bananier | 0,50 | -- | -- | -- | -- | -- | 0,50 |
| Avocatier et autres fruits | 0,50 | -- | -- | -- | -- | -- | 0,50 |
| Totaux: | 5,50 | 2,90 | 2,85 | 3,95 | 0,80 | 1,00 | 17,00 |

*) Un chercheur à temps plein = 1,00.

Tableau 3. Besoins du Département des Productions Végétales en personnel subordonné, par station (1987)

| <u>Programme</u> | <u>Rubona)</u> | <u>Karama</u> | <u>Rwerere</u> | <u>Ruheng. Kinigi</u> | <u>Tamira</u> | <u>Gisovu</u> | <u>Total)</u> |
|------------------|---------------------|---------------|----------------|---------------------------|---------------|---------------|--------------------|
| Appointés | 25(+ 1) | 10 | 10 | 14 | 5 | 5 | 70 |
| Journaliers | 201(+10) | 40 | 49 | 42 | 37 | 0 | 379 |
| Saisonniers **) | 189(+ 0) | 54 | 38 | 77 | 14 | 40 | 412 |

*) Entre parenthèses: nombres de personnes à Mata.

**) Saisonniers exprimés en homme-années à 240 jours de travail par an.

***) En 1984: 43 appointés, 372 journaliers et 181 saisonniers (voir tableau 5).

Tableau 4. Résumé de l'évolution des effectifs en chercheurs**) et techniciens A2 du Département des Productions Végétales, par programme (1984-1987)***)

| Programme | | PY0*) (1984) | PY1 (1985) | PY2 (1986) | PY3 (1987) |
|-------------------------------|-------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Chef de Dépt. | A0 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Haricot | A0 | 2,60 | 2,95 | 3,55 | 3,55 |
| | A2 | 0,50 | 3,00 | 3,00 | 3,85 |
| Petit pois | A0 | 0,35 | 0,40 | 0,80 | 0,80 |
| | A2 | -- | 0,30 | 0,50 | 0,70 |
| Soja/arachide/ autres lég. | A0 | 1,40 | 1,50 | 1,90 | 1,90 |
| | A2 | 0,55 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Maïs | A0 | 1,50 | 2,75 | 2,85 | 2,85 |
| | A2 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,30 |
| Sorgho/mils | A0 | 1,58 | 1,71 | 1,71 | 1,71 |
| | A2 | 0,50 | 1,00 | 1,00 | 1,25 |
| Blé/triticales | A0 | 1,07 | 1,32 | 1,52 | 1,52 |
| | A2 | 0,30 | 1,00 | 2,00 | 2,25 |
| Tournesol/ pyrèthre | A0/A1 | 1,00 | 1,11 | 1,21 | 1,21 |
| | A2 | 0,05 | 0,30 | 0,50 | 0,85 |
| Manioc/patate douce | A0 | 2,90 | 3,40 | 3,50 | 3,50 |
| | A2 | 0,20 | 2,20 | 3,00 | 3,25 |
| Pomme de terre | A0 | 3,70 | 3,85 | 3,95 | 3,95 |
| | A2 | 1,00 | 2,00 | 2,20 | 2,20 |
| Café/thé | A0 | 1,45 | 1,45 | 1,45 | 1,45 |
| | A2 | 1,80 | 2,00 | 2,50 | 3,00 |
| Bananier | A0 | 0,85 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| | A2 | 0,20 | 0,30 | 0,45 | 0,50 |
| Avocatier et autres fruits | A0 | 0,60 | 0,61 | 0,61 | 0,61 |
| | A2 | 0,90 | 0,90 | 0,85 | 0,85 |
| Microbiologie | A2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Prot.végétaux | A1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | A2 | <u>1,00</u> | <u>2,00</u> | <u>3,00</u> | <u>4,00</u> |
| Totaux: | A0/A1 | 21,00 | 24,00 | 26,00 | 26,00 |
| | A2 | 11,00 | 20,00 | 24,00 | 28,00 |

*) PY = année de projet (0, 1, 2, 3)

**) Parmi lesquels deux A1, tous les autres étant des cadres A0.

***) Y compris les chercheurs et techniciens en microbiologie et en pathologie/entomologie, mais non compris ceux qui, en 1984, travaillent en milieu rural ou dans le domaine des systèmes de production.

Tableau 5. Résumé de l'évolution des effectifs du Département des Productions Végétales, par catégorie (1984-1987)

| <u>Catégorie</u> | <u>PY0*</u> (1984) | <u>PY1</u> (1985) | <u>PY2</u> (1986) | <u>PY3</u> (1987) |
|----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Chef de Département | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Sélect/phytotechnie | 15 | 16 | 17 | 17 |
| Pathologie | 3,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| Entomologie | 0,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Microbiologie | -- | -- | <u>1</u> | <u>1</u> |
| Total chercheurs **) | 20 | 23 | 25 | 25 |
| Techniciens A1 ***) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| A2 ***) | 11 | 20 | 24 | 28 |
| Appointés | 43 | 55 | 65 | 70 |
| Journaliers | 379 | 379 | 379 | 379 |
| Saisonniers | 183 | 323 | 374 | 412 |

*) PY = année de projet (0, 1, 2, 3)

- **) Le recrutement des chercheurs A0 additionnels pourrait se faire ainsi:
- 1 Entomologiste (Rubona): un rwandais est en formation et rentrera probablement en 1985.
 - 1 Phytotechnicien maïs (Ruhengeri): recrutement d'un rwandais ou d'un expatrié en 1985.
 - 1 Phytopathologiste (Ruhengeri): recrutement d'un rwandais ou d'un expatrié en 1985.
 - 1 Microbiologiste (Rubona): on pourrait identifier un biologiste rwandais en 1984 ou 1985, qui devra être formé pour la recherche sur le Rhizobium (entrée en service en 1986).
 - 1 Phytotechnicien cult.vivr. (Gisovu): recruter un rwandais en 1986.

***) Y compris les techniciens en microbiologie et pathologie/entomologie, mais non compris ceux qui travaillent en milieu rural ou dans le domaine des systèmes de production.

Tableau 6. Opérations de recherche du Département des Productions Végétales

| <u>Programme</u> | <u>Opérations</u> |
|----------------------------------|--|
| Haricot | Prospection/introduction/collection Sélection: lignées et mélanges variétaux; adaptation régionale Amélioration génétique par hybridation Etude d'associations culturales Etude/enquête fixation azote (Rhizobium) Technologie post-récolte: conservation au niveau artisanal Prévulgarisation Production de semences de souche |
| Petit pois | Prospection/introduction/collection Sélection/adaptation régionale Essais intensification Développement d'une méthode d'enrobage des graines (Rhizobium) Production de semences de souche |
| Soja | Collection/introduction/sélection Technologies artisanales: emploi pour l'alimentation humaine Développement d'une méthode d'enrobage des graines (Rhizobium) Associations des cultures; protection contre les oiseaux Prévulgarisation Production de semences/étude du pouvoir germinatif |
| Arachide | Collection/introduction/triage (tolérance à la sécheresse) Essais engrais sur sols pauvres Production et stockage de semences |
| Niébé/autres légers à graines | Collection/introduction/triage Enquête/tests d'acceptabilité (niébé) et tests d'adaptation |
| Maïs | Collection/prospection/introduction Sélection/amélioration génétique (pour les régions sèches et les hautes altitudes) Essais engrais, études d'association avec haricot volubile Purification variétale, production de semences de souche |
| Sorgho | Collection/prospection/introduction Sélection/amélioration génétique Essais culturaux: fertilisation, associations de cultures Technologie alimentaire (farine)/stockage Production de semences de souche |
| Blé/triticales | Introduction/collection Amélioration génétique (triticales)/sélection Etude des méthodes culturales et de fertilisation Technologie alimentaire Production de semences de souche |
| Riz | Essais engrais et de rotations culturales Introduction/sélection (surtout riz irrigué hautes altitudes) |

Tableau 6 (page 2).

| <u>Programme</u> | <u>Opérations</u> |
|----------------------|--|
| Orge | Collection |
| Autres céréales | Collection/introduction Sélection: adaptation aux régions sèches et aux sols acides |
| Tournesol | Dépouillement des résultats de recherches antérieures Renouvellement de la collection et production de semences pures Introduction/triage |
| Manioc | Collection/prospection/introduction Triage/sélection (résistance aux maladies et parasites, adaptation régionale) Amélioration génétique par croisement Essais sur les associations de cultures Prévulgarisation Production et diffusion de boutures saines |
| Patate douce | Collection/prospection/introduction Sélection (en culture pure et en cultures associées) Amélioration généalogique (polycross et tests des descendance) Essais culturaux (divers aspects)/études physiologiques Technologie post-récolte: valeur alimentaire/goût, conservation Prévulgarisation Production et diffusion de boutures |
| Pomme de terre | Introduction/collection/évaluation/multiplication rapide Agronomie/physiologie: techniques culturales et associations, utilisation de graines pour la multiplication Pathologie et protection phytosanitaire Stockage et physiologie (dormance) des semences Production et diffusion de semences Formation/prévulgarisation (parcelles de démonstration) |
| Autres tubercules | Collection/prospection/introduction/sélection Multiplication et diffusion |
| Café | Plantes de couverture Etudes densité de plantation/rajeunissement des plantations Recherche d'insecticides et de méthodes alternatives de lutte contre l'Antestiopsis Recherche fongicides et résistance contre la rouille Enquête sur l'importance de l'antracnose Collection/introduction/sélection Production et diffusion de semences |
| Thé | Collection/introduction/sélection (essais multilocaux) Essais fertilisation/qualité |
| Pyrèthre | Collection/sélection/champ semencier |
| Quinquina | Collection Recherche de cultures intercalaires Chancre de l'écorce |

Tableau 6 (page 3).

| <u>Programme</u> | <u>Opérations</u> |
|----------------------------------|---|
| Canne à sucre | Essais de fertilisation/étude de la baisse des rendements. |
| Banancier | Prospection/introduction/collection Triage/sélection (essais multilocaux) Méthodes culturales/comparaison associations vs. culture pure Technologie artisanale: inventaire/étude des pertes au brassage Multiplication et diffusion (différentes régions) |
| Avocatier | Collection/sélection (plusieurs stations) Multiplication (parcs à bois) et diffusion Recherches visant l'uniformisation des porte-greffes Technologie artisanale: extraction jus et distillation d'huile Observations phénologiques sur les meilleures variétés |
| Pommier | Collection/triage de plants greffés Essais de greffage/marcottage |
| Ananas/fruits divers | Collection/introduction/triage/fourniture de plants sur demande |
| Plantes potagères/médic./condim. | Collection/fourniture de semences sur demande. |