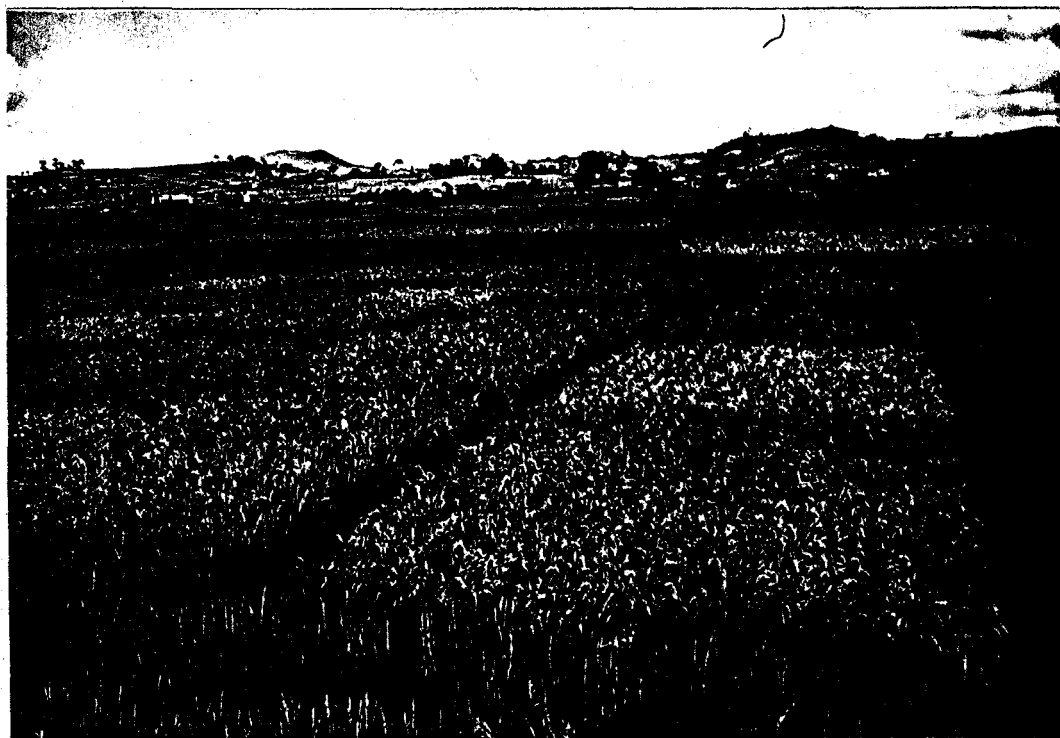




LE PROGRAMME RIZ D'ALTITUDE  
A MADAGASCAR



## SOMMAIRE

	<b>Pages</b>
I) <u>Introduction</u> (Objectifs et financement).....	I
II) <u>Personnel affecté</u> .....	2
2.1 expatriés	
2.2 Nationaux	
III) <u>Les programmes de recherche ;</u> .....	3
3.1 Génétique - Amélioration Variétale	
3.2 Agrophysiologie	
3.3 Phyto-Bactériologie	
IV) <u>Résultats obtenus</u> .....	4
4.1 Amélioration Variétale	
4.1.1 en riziculture aquatique	
4.1.2 en riziculture pluviale	
4.2 Agrophysiologie	
4.3 Phyto-Bactériologie	
V) <u>Valorisation des résultats</u> .....	I3
VI) <u>Conclusion Générale</u> .....	I4
<u>ANNEXES</u>	
I - Méthode d'approche en riziculture pluviale	
2 - Méthode d'approche en riziculture aquatique	
3 - Organigramme d'interventions agronomiques	

### 3.1 - Génétique - Amélioration variétale, comprenant

- . Inventaire des ressources locales (collections, prospections)
- . Introductions
- . Criblage de ce matériel végétal dans différentes écologies
- . Constitution de collections de travail
- . Classification izoenzymatique des variétés inscrites dans les collections de travail
- . Mise en essais de comportement des variétés les plus performantes en collection
- . Elaboration de programme d'hybridation à partir de géniteurs sélectionnés dans les collections de travail pour leur complémentarité phénotypique et génotypique
- . Réalisation de ces programmes d'hybridation et sélection des descendances
- . Réalisation de sélections récurrentes intéressant la riziculture aquatique et pluviale
- . Production de talons de semences pour les variétés proposées à la vulgarisation

### 3.2 - Agronomie, physiologie, climatologie, prenant en compte

- . Etude agro-climatique des zones d'altitude,
- . Suivi météorologique sur les points d'essais,
- . Relations Plante-Milieu (Toposéquence),
- . Essais thématiques agronomiques pour mise au point d'itinéraires techniques en station et avec les organismes de développement,
- . Essai variétal en riziculture pluviale,
- . Essai variétal multilocal (avec O.D.R.),
- . Test multilocal des lignées pluviales et aquatiques.

(Voir en annexes les méthodes d'approche - figures 1,2 et 3)

### 3.3 - Phyto-bactériologie, travaillant essentiellement sûr

- . Mise en évidence des pathogènes présents dans la zone
  - . Sarocladium orizae sur riz pluvial
  - . Pseudomonas Fuscovaginae sur riz irrigué
- . Caractérisation de Pseudomonas Fuscovaginae (biochimique, sérologique, pathologique)
- . Mise au point de techniques de diagnostic (ELISA)
- . Etude de l'impact au champ de l'attaque bactérienne
- . Recherche d'un criblage variétal pour la résistance

#### 4 - RESULTATS OBTENUS

##### 4.1. - Amélioration Variétale

##### 4.1.1. Riziculture aquatique

. Près de 1.000 variétés, dont 550 locales et plus de 400 introduites de pays pratiquant la riziculture en zone froide ou en altitude, ont été testées à la station de Vinaninony (1875 m) depuis le démarrage du programme. Elles ont permis la constitution d'une collection de travail regroupant les 95 meilleures d'entre elles. A noter que quatre variétés étrangères seulement figurent dans cette collection, ce qui montre bien la très grande sélectivité du milieu.

Par ailleurs, 111 croisements simples ont été réalisés. Leur descendance est en cours d'étude. Les plus avancés d'entre eux sont en F5, dont en fin de stabilisation. Certaines lignées parmi les plus homogènes, sont déjà placées en essai de comportement en station et en milieu paysan.

Enfin, une sélection récurrente a été mise en oeuvre au cours de la contre-saison 1988 à la station côtière de l'Ivoloina à partir d'un mâle stérile de type Japonica introduit du Brésil et de 13 variétés fondatrices sélectionnées dans la collection de travail pour leur performance et leur adaptation au milieu. Au rythme de deux cycles culturels par an, cette sélection récurrente sera exploitable dans la région de Vinaninony au cours de la campagne 91/92.

A l'issue de 4 années d'expérimentation, plusieurs variétés ont été proposées à la vulgarisation, notamment :

. IRAM 10 (2067), KALILA (473), LATSIDAHY pour les zones de moyenne altitude, comme Antsirabe (1500 m).

. LATSIDAHY, LATSIBAVY, pour les zones de haute altitude, comme Vinaninony (1875 m).

Les rendements obtenus en essai avec ces variétés sont de 50 à plus de 60 Q/ha à Antsirabe et de 40 à 70 Q/ha à Vinaninony selon les années, alors que les rendements moyens enregistrés par les paysans varient de 15 à 30 Q/ha.

Les essais conduits pendant 3 années avec du matériel végétal local dans la région de Vinaninony n'ont pas mis en évidence de variétés ayant des rendements régulièrement supérieurs à ceux des variétés locales LATSIKA.

Au cours de cette campagne, un premier test de comportement a été mis en place en station et en milieu paysan avec quelques unes des lignées hybrides F5 les plus avancées et déjà très homogènes (21 lignées en station et 13 en milieu paysan).

Au cours des années à venir, plusieurs dizaines de lignées hybrides issues des croisements réalisés dans le cadre de ce programme seront à tester, d'abord en station, puis en essai multilocal pour les plus performantes d'entre elles. Les observations faites sur le matériel végétal en cours de sélection, montrent que certaines lignées seraient plus productives que la variété de référence LATSIDAHY, ce qui reste néanmoins à confirmer. Notre objectif pour la riziculture aquatique de haute altitude est bien sûr la productivité la plus élevée possible, mais reste avant tout la régularité du rendement, quelque soit les variations climatiques. Il sera donc nécessaire de conduire les tests de lignées hybrides plusieurs années consécutives pour mettre en évidence celles qui posséderont ces qualités.

Enfin, à compter de la campagne 1991/1992 et les campagnes suivantes, l'exploitation de la sélection récurrente doit permettre l'obtention de matériel végétal cumulant les qualités des variétés fondatrices utilisées, donc performant et bien adapté au milieu.

#### Bilan du matériel végétal existant et en cours d'étude au cours de la campagne 1990/1991

##### Etude à la Station de Mahitsy (1300 m)

- . Multiplication par éclats de souches de 4 croisements actuellement en F2 d'essai à Vinaninony
- . Reprise de la 5ème phase de la sélection récurrente aquatique (second cycle d'inter-croisements) pour contrôle du taux de ms et du comportement vis à vis de la Pyriculariose des cous de panicules (4300 plantes).
- . Conduite de la 6ème phase de la sélection récurrente aquatique (3ème et dernier cycle d'inter croisements - Fin de la phase préparatoire (4000 plantes).
- . Culture des géniteurs pour la réalisation du programme d'hybridation prévu cette campagne (7 géniteurs x 3 dates)

Nombre de croisements prévus : 7 (plus certains réciproques)

En étude à la Station de Vinaninony (1875 m)

. Une collection de 1er cycle regroupant 28 variétés (Témoin de réf. Latsidahy)

. Une collection de travail comptant 95 variétés, dont 91 d'origine locale et 4 introductions (cette collection est conservée au froid cette campagne faute de place suffisante sur le terrain).

- . 14 F2 d'essai ± 700 plantes
- . 9 F2 grandeur normale de 2500 plantes
- . 139 lignées F3 conduites en pédigrées, issues de 4 croisements
- . 7 bulk F3 de 2500 plantes
- . 5 Massales bulk F3 de 2500 plantes
- . 139 Familles F4 de 10 lignées conduites en pédigrées, issues de 18 croisements
- . 15 bulk F4 de 2500 plantes
- . 2 Massales bulk F4 de 2500 plantes
- . 105 lignées F5 conduites en pédigrées, tirées de 3 Massales Bulk en F4
- . 54 Familles F5 de 10 lignées conduites en pédigrées, issues de 7 croisements
- . 6 bulk F5 de 2500 plantes
- . Un test variétal regroupant 21 lignées hybrides comparées au témoin de référence LATSIDAHY (choisies parmi les lignées F4 et F5 les plus homogènes suivies en bulk ou en pédigrées).

4.1.2. - Riziculture Pluviale

Depuis le démarrage du programme, plus de 400 variétés ont été testées dans l'écologie d'Antsirabe (1500 m) - 70 d'entre elles ont été sélectionnées pour constituer la collection de travail.

Par ailleurs, 56 croisements simples ont été réalisés et leurs descendance sont en cours d'étude. Les plus avancés d'entre eux sont en F5, donc en fin de stabilisation. Les lignées les plus homogènes subissent actuellement leur premier test de comportement en station et en milieu paysan.

Enfin, une sélection récurrente à partir d'un mâle stérile Japonica originaire du Brésil et de 11 variétés fondatrices sélectionnées parmi les plus performantes de la collection de travail, a été initiée camp. 89/90. Elle est actuellement en 3ème phase préparatoire (Autofécondation) et sera exploitable en zone d'altitude (1500 m) au cours de la campagne 1992/93.

A l'issue de 4 années d'expérimentation, 3 variétés de riz pluvial adaptées aux conditions d'altitudes (1500 m) ont été mises en évidence et vulgarisées dans la région d'Antsirabe en 1990. Les rendements obtenus en essai avec ces variétés varient de 35 à 50 Q/ha ce qui laissent espérer des rendements de 30 à 40 Q/ha en culture paysanne conduite correctement.

Au cours de cette campagne, 5 nouvelles variétés bien classées dans la collection de travail depuis 2 années ainsi qu'une lignée hybride prometteuse, sont en premier cycle d'essai de comportement et de rendement en station à Antsirabe.

Par ailleurs, un test de comportement de 55 lignées hybrides en F5 est également en première année d'étude sur le même site. Douze des meilleures lignées de ce test sont étudiées en milieu paysan sur 3 sites différents.

Au cours des années à venir, plus de 400 lignées hybrides issues des croisements réalisés dans le cadre de ce programme seront à tester, d'abord en station, puis en essai multilocal pour les plus performantes d'entre elles. Parmi le matériel végétal encore en cours de stabilisation le potentiel de certaines lignées est très élevé et dépasse les 60 Q/ha.

Enfin, comme pour la riziculture aquatique, à compter de la campagne 1992/93 et les campagnes suivantes, l'exploitation de la sélection récurrente doit permettre de franchir un pallier supplémentaire, tant pour la productivité que pour l'adaptation au milieu.

#### Bilan du matériel végétal existant et en cours d'étude au cours de la campagne 1990/91

##### Etude à la Station de Mahitsy (1300 m)

- . Conduite de la 3ème phase préparatoire de la sélection récurrente pluviale (cycle d'Autofécondation) - 11 croisements
- . Multiplication par éclats de souches des F1 de 4 croisements actuellement en F2 d'essai à Antsirabe

Etude à la Station d'Antsirabe (1500 m)

- . Une collection regroupant 56 variétés en seconde année d'étude et 21 variétés en lère année de test (77 n au total). Le témoin de référence est FOFIFA 62 (3406)
  
- . Une collection de travail comptant 70 variétés (Conservée au froid cette campagne faute de place suffisante sur le terrain)
  
- . 4 F2 d'essai de 1000 plantes
  
- . 10 F2 grandeur normale ± 2500 plantes
  
- . 3 F3 Massale bulk de 2500 plantes
  
- . 1274 lignées F3 conduites en pédigrées, issues de 22 croisements
  
- . 191 familles F4 de 10 lignées, conduites en pédigrées, issues de 19 croisements
  
- . 241 familles F5 de 10 lignées, conduites en pédigrées, issues de 12 croisements
  
- . Un test variétal regroupant 55 lignées hybrides, comparées au témoin de référence FOFIFA 62 (choisies parmi les plus homogènes des 241 lignées F5 suivies en pédigrées).



## CONCLUSIONS POUR LA RECHERCHE VARIETALE

Depuis le démarrage des actions de recherches en matière d'amélioration variétale en 1985, un important travail de criblage et de création variétale a été réalisé, tant pour la riziculture aquatique que pluviale. Ces cinq années de travail en zone d'altitude ont également permis de mieux connaître le milieu et ses contraintes et d'aborder avec plus d'objectivité les problèmes qui se présentent.

Pour chaque type de riziculture, les activités de recherches se sont déroulées en trois phases :

- 1 - Rassemblement et criblage du matériel végétal local et introduit
  - . Constitution de collections de travail
  - . Etude pluriannuelle de ces collections
  - . Mise en expérimentation des variétés les plus prometteuses
  
- 2 - Classification izoenzymatique du matériel végétal rassemblé dans les collections de travail
  - . Sélection dans ces collections de géniteurs et réalisation de programmes d'hybridation (création variétale)
  - . Sélection de descendances des croisements réalisés
  
- 3 - Démarrage de sélections récurrentes à partir d'un mâle stérile Japonica introduit et de variétés fondatrices sélectionnées pour leur bonne adaptation au milieu et leur variabilité génétique.

Les résultats de la première phase débouchent actuellement sur la diffusion de nouvelles variétés, tant en riziculture pluviale qu'aquatique. Ces premières diffusions seront relayées à court terme par le matériel végétal créé à partir des croisements simples réalisés dans le cadre du programme et enfin, à plus long terme, ce sont les sélections récurrentes qui sont appelées à fournir du matériel végétal performant et bien adapté au milieu.

Il est d'ores et déjà acquis que des résultats positifs ont été obtenus en matière d'amélioration variétale, notamment pour la riziculture pluviale d'altitude et aquatique de moyenne altitude. Pour la riziculture aquatique de haute altitude (1800/2000 m) il faudra attendre les résultats des essais mis en place avec les premières lignées hybrides pour se prononcer (premiers résultats attendus en Juin 91).

#### 4.2. - Résultats en Agro-physiologie

+ Etude fréquentielle des températures et pluviométrie de 11 stations d'altitude,

+ Relations Plante-Milieu allongement du cycle avec l'altitude (risques de froid et sécheresse en fin de cycle), stérilité observée les années sélectives (sécheresse, froid et/ou maladies), variétés adaptées au milieu,

+ Etude du comportement des variétés de riz pluvial issues du criblage variétal,

+ Etude du comportement multilocal des premières lignées pluviales et aquatiques créées,

+ Définition d'une fiche culturale pour les premières variétés de riz pluvial,

+ Etablissement d'actions communes avec les organismes de développement, avec mise en évidence des contraintes au niveau des paysans (contraintes socio-économiques et parasitaires) permettant de définir au mieux les axes prioritaires de recherche et d'apprécier l'intérêt des paysans pour le riz d'altitude,

+ Mise en place d'un réseau multilocal de tests de lignées pluviales et aquatiques, et d'essais en grandes parcelles,

+ Premières mises au point des techniques de semis directs dans des couvertures mortes ou vives,

+ Création d'une collection de plantes de couverture.

Les résultats acquis et espérés permettent d'envisager un développement potentiel de la riziculture pluviale et une augmentation ou une meilleure régularité des rendements obtenus à haute altitude en riziculture aquatique.

Si une troisième phase est mise en oeuvre, elle sera d'avantage orientée vers l'expérimentation multilocale en relations avec les organismes de développement, ceci afin de valoriser au mieux les résultats acquis en concordance directe avec les contraintes socio-économiques et du milieu.

#### 4.3. - Résultats en Phytobactériologie

##### 4.3.1. - Mise en évidence des principaux pathogènes :

Les premiers travaux menés en phytopathologie dans le cadre du projet Riz d'Altitude ont eu pour but de déterminer les principaux pathogènes présents sur les zones d'étude. Ces recherches aboutirent à la mise en évidence de deux pathogènes principaux : Sarocladium orizae sur riz pluvial dans la zone de 1600 mètres (Antsirabe) et Pseudomonas fuscovaginae sur riz irrigué dans celle de 1875 mètres (Vinaninony).

L'accent fut mis sur les recherches concernant ce dernier pathogène dont l'impact, les années favorables à son développement, peut se montrer très important. Agent de la pourriture brune des gaines, Pseudomonas fuscovaginae se rencontre dans les zones rizicoles où les températures fraîches sont une contrainte (au nord du Japon et dans les régions tropicales d'altitude). Il provoque un blocage de l'émergence paniculaire et une pourriture des grains conduisant à une augmentation de la stérilité.

##### 4.3.2. - Caractérisation et diagnostic :

Les souches de Madagascar furent caractérisées et comparées avec des souches d'autres régions biochimiquement, sérologiquement et pour leur pouvoir pathogène au laboratoire de phytopathologie de l'IRAT de Montpellier. Elles se montrent par leurs propriétés biochimiques identiques aux autres souches mais différent en sérologie de certaines souches d'Afrique de l'Est et sont les plus pathogènes lors des tests sur plantules.

Les résultats acquis et espérés permettent d'envisager un développement potentiel de la riziculture pluviale et une augmentation ou une meilleure régularité des rendements obtenus à haute altitude en riziculture aquatique.

Si une troisième phase est mise en oeuvre, elle sera d'avantage orientée vers l'expérimentation multilocale en relations avec les organismes de développement, ceci afin de valoriser au mieux les résultats acquis en concordance directe avec les contraintes socio-économiques et du milieu.

#### 4.3. - Résultats en Phytobactériologie

##### 4.3.1. - Mise en évidence des principaux pathogènes :

Les premiers travaux menés en phytopathologie dans le cadre du projet Riz d'Altitude ont eu pour but de déterminer les principaux pathogènes présents sur les zones d'étude. Ces recherches aboutirent à la mise en évidence de deux pathogènes principaux : Sarocladium orizae sur riz pluvial dans la zone de 1600 mètres (Antsirabe) et Pseudomonas fuscovaginae sur riz irrigué dans celle de 1875 mètres (Vinaninony).

L'accent fut mis sur les recherches concernant ce dernier pathogène dont l'impact, les années favorables à son développement, peut se montrer très important. Agent de la pourriture brune des gaines, Pseudomonas fuscovaginae se rencontre dans les zones rizicoles où les températures fraîches sont une contrainte (au nord du Japon et dans les régions tropicales d'altitude). Il provoque un blocage de l'émergence paniculaire et une pourriture des grains conduisant à une augmentation de la stérilité.

##### 4.3.2. - Caractérisation et diagnostic :

Les souches de Madagascar furent caractérisées et comparées avec des souches d'autres régions biochimiquement, sérologiquement et pour leur pouvoir pathogène au laboratoire de phytopathologie de l'IRAT de Montpellier. Elles se montrent par leurs propriétés biochimiques identiques aux autres souches mais différent en sérologie de certaines souches d'Afrique de l'Est et sont les plus pathogènes lors des tests sur plantules.

A la suite de cette étude un test de caractérisation a été proposé. Il est basé sur 8 caractères biochimiques et sur le pouvoir pathogène sur plantule.

Ultérieurement un test ELISA a été mis au point au laboratoire de Montpellier puis à Madagascar. Ce test permet de diagnostiquer la présence du pathogène directement à partir de jus de grains ou de gaines malades sans passer par l'isolement bactérien.

#### 4.3.3. - Impact au champ et recherche des variétés résistantes :

Parallèlement à ces études ont été menées des études sur l'impact au champ de l'attaque de Pseudomonas fuscovaginae et sur la mise au point d'un criblage variétal pour la résistance.

La première de ces études, menées sur les trois variétés les plus cultivées sur la plaine de Vinaninony, à l'aide d'un système de notation basé sur le pourcentage de grains tachés par panicule, a permis de différencier ces variétés en fonction de l'effet de l'attaque sur le poids de 1000 grains et sur la stérilité. Il sera appliqué cette année sur des lignées avancées de sélection.

L'étude sur le criblage variétal n'a pas encore permis de reproduire en serre le comportement variétal observé au champ malgré les différents facteurs étudiés (température, stade de développement du riz). Cette étude se poursuit à Madagascar actuellement.

#### - CONCLUSION POUR LA PHYTOBACTERIOLOGIE

Les études en phytopathologie dans le cadre du projet Riz d'Altitude portent donc essentiellement sur l'agent de la pourriture de la gaine (Pseudomonas fuscovaginae). Les recherches sur ce pathogène s'orientent maintenant sur l'amélioration du test ELISA et sur la possibilité de cribler rapidement les lignées ou les variétés résistantes. Pour ce faire d'une part les expérimentations en serre sur plantules se poursuivent et d'autre part le système de notation testé la campagne précédente sur trois variétés va être appliqué cette année sur des lignées avancées de sélection. De plus un suivi de l'évolution des autres pathogènes présents (Sarocladium oryzae, Pyricularia oryzae, Xanthomonas campestris pathovar oryzaicola) continue d'être pratiqué.

## 5 - VALORISATION DES RESULTATS

Du point de vue régional, la valorisation des acquis est réalisée grâce aux contacts permanents avec l'O.D.R. (Opération de Développement Rural), Tsimoka et AVEAM (O.N.G. de Développement Rural), et KOBAMA (Opération Blé). L'élaboration commune de protocoles d'essais avec discussion directe avec les paysans permet, par le retour d'information vers la Recherche Appliquée, de définir au mieux les orientations souhaitées.

Du point de vue international, la valorisation des résultats est assurée par la diffusion des rapports semestriels, annuels et finaux destinés à la C.E.E., les rapports de campagne FOFIFA/IRAT, et le réseau de diffusion de l'IRAT/CIRAD.

De plus, la participation au séminaire "Riz d'Altitude"/Bujumbura 1990 a donné lieu à la rédaction et présentation de trois communications :

- 1 : L'environnement et la riziculture d'altitude de Madagascar  
A. CHABANNE (IRAT) - D. ROLLIN (DSA)
- 2 : L'amélioration variétale du riz d'altitude à Madagascar  
R. DECHANET - J. RAVATOMANGA - R. RAKOTONIRAINY
- 3 : Diagnostic et résistance à *Pseudomonas Fuscovaginae*  
Th. JAUNET - P. ROTT - J.L. NOTTEGHEM

## 6 - RELATIONS INTERNATIONALES ET INTRA CIRAD

Par la définition même du projet, des relations sont maintenues avec l'Université de Louvain et le Fac Agro du Burundi. Elles se sont concrétisées, d'une part, par des échanges de missions d'information et de matériel végétal et, d'autre part par la tenue d'un séminaire à Bujumbura en 1990. Il a permis de rencontrer des chercheurs d'autres pays concernés par la riziculture d'altitude ou de conditions froides. Il s'agit du Rwanda, du Zaïre et du Togo. En 1991, un nouveau séminaire se tiendra à Madagascar avec la participation d'autres pays (Asie).

Un chercheur du Rwanda a réalisé un stage en Agronomie sur le projet à Madagascar, et un chercheur du Népal a bénéficié d'un financement pour des travaux en phytopathologie.

Des contacts ont lieu avec l'équipe de chercheurs IRRI en poste à Madagascar.

Lors d'une éventuelle troisième phase, les relations internationales pourraient être étendues.

En ce qui concerne l'agronomie, nous bénéficions de l'appui de L. SEGUY, Agronome IRAT/Brésil qui réalise chaque année une mission d'appui.

Des échanges de missions d'information, petit matériel de culture et matériel végétal ont eu lieu avec R. MICHELLON, IRAT/Réunion.

Dans le cadre des relations établies avec les organismes de développement, des contacts privilégiés sont entretenus avec D. ROLLIN (DSA/ODR/PPI). De même, des échanges ont eu lieu avec l'équipe du PRD/Lac Alaotra (IRAT/DSA/CEEMAT)

## 7 - CONCLUSION GENERALE

Ces cinq années ont permis, d'une part, d'appréhender les contraintes au développement de la riziculture d'altitude, et, d'autre part, d'apporter des premiers éléments de réponse (variétés, calendriers et techniques culturales, fertilisation).

Les actions en cours, dans le domaine de l'amélioration variétale, de l'agronomie et de la phyto-bactériologie, doivent permettre de franchir un nouveau pallier par rapport aux acquis actuels. Il apparaît donc indispensable d'assurer la continuité des programmes de recherche.

A ce propos, un nouveau projet STD3 sera proposé au financement de la CEE. Il prendrait en considération :

- + la transmission des acquis de la recherche appliquée aux organismes de vulgarisation,
- + l'approfondissement des connaissances sur les relations Maladies-Environnement et la recherche de variétés à large adaptabilité,
- + les biotechnologies applicables : variation somaclonale, haplométhode (croisements simples et sélection récurrente),
- + la formation de chercheurs nationaux,
- + l'ouverture géographique (Afrique de l'Est et Asie),
- + les échanges Sud-Sud.

FIGURE 2: Méthode d'approche en riziculture aquatique

