

MISSION FRANCAISE DE COOPERATION ET  
D'ACTION CULTURELLE

ANTANANARIVO ( Madagascar)



# Rapport de mission à Madagascar

13 au 31 mars 1995

Lucien Séguy

Programme Savannes  
Programme zap  
n°3

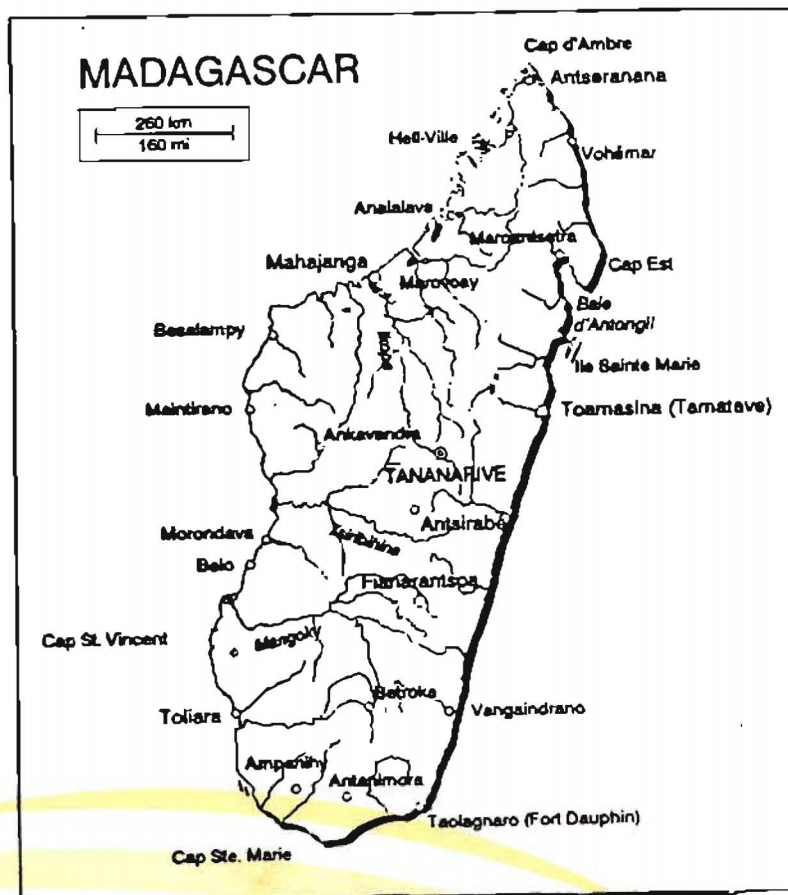
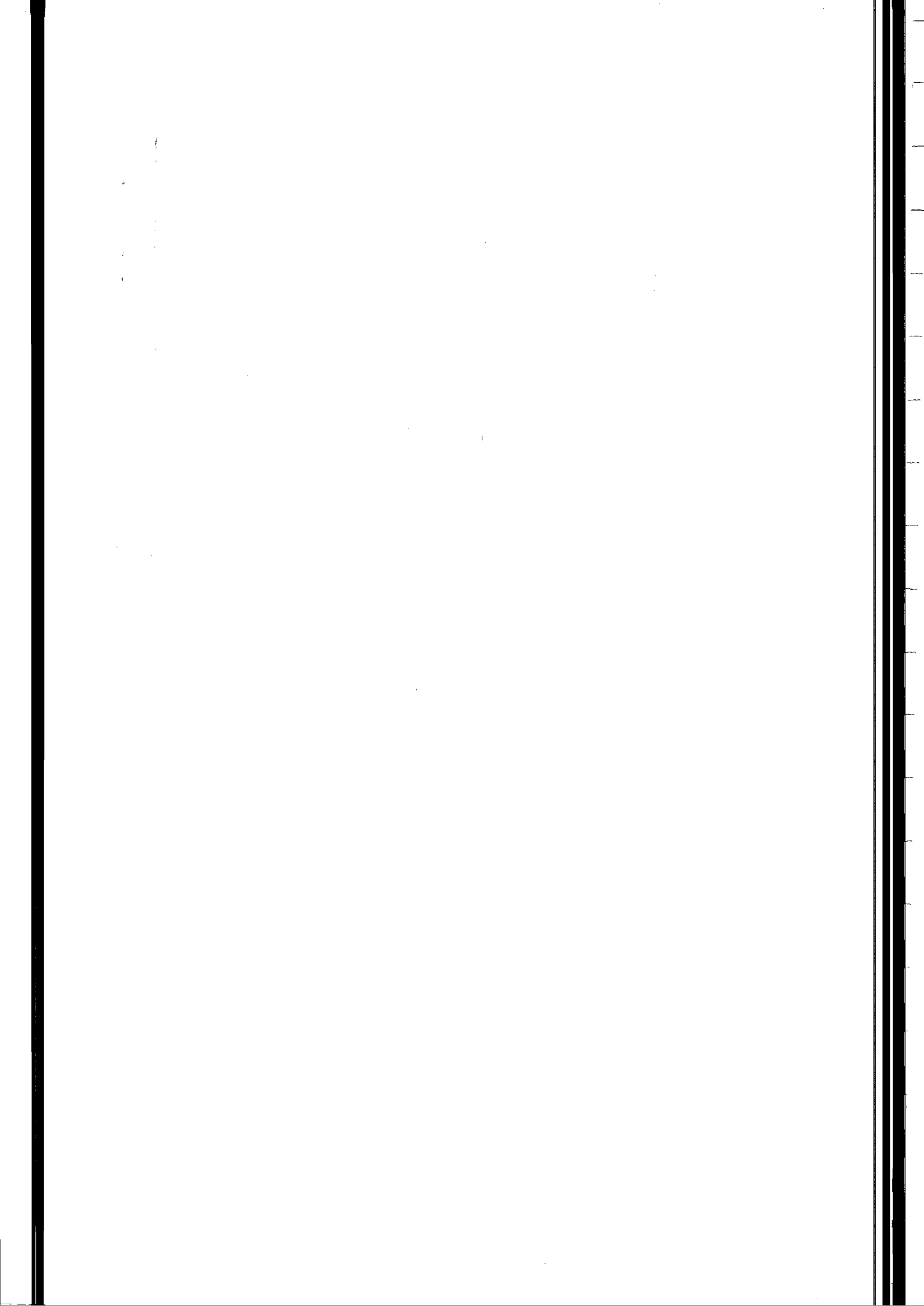


Tableau 47: Nombre de striga malade :.....	36
Tableau 48: effet du système selon les trois observations faites.....	37
Tableau 49: Hauteur du riz selon les variétés.....	38
Tableau 50: Riz à 60 JAS.....	38
Tableau 51: Riz à 80 JAS.....	39
Tableau 52: Riz à 90 JAS.....	39
Tableau 53: Effet du système et celui de l'arrière effet des variétés de riz.....	39
Tableau 54: Effet variétés de riz précédentes.....	40
Tableau 55: Interaction variété/système à 57 JAS.....	41
Tableau 56: Interaction variété/système à 80 JAS.....	41
Tableau 57: Interaction variété/système à 90 JAS.....	41
Tableau 58: Rendement en grain de riz en kg/ha.....	42



**MISSION FRANCAISE DE COOPERATION ET  
D'ACTION CULTURELLE**

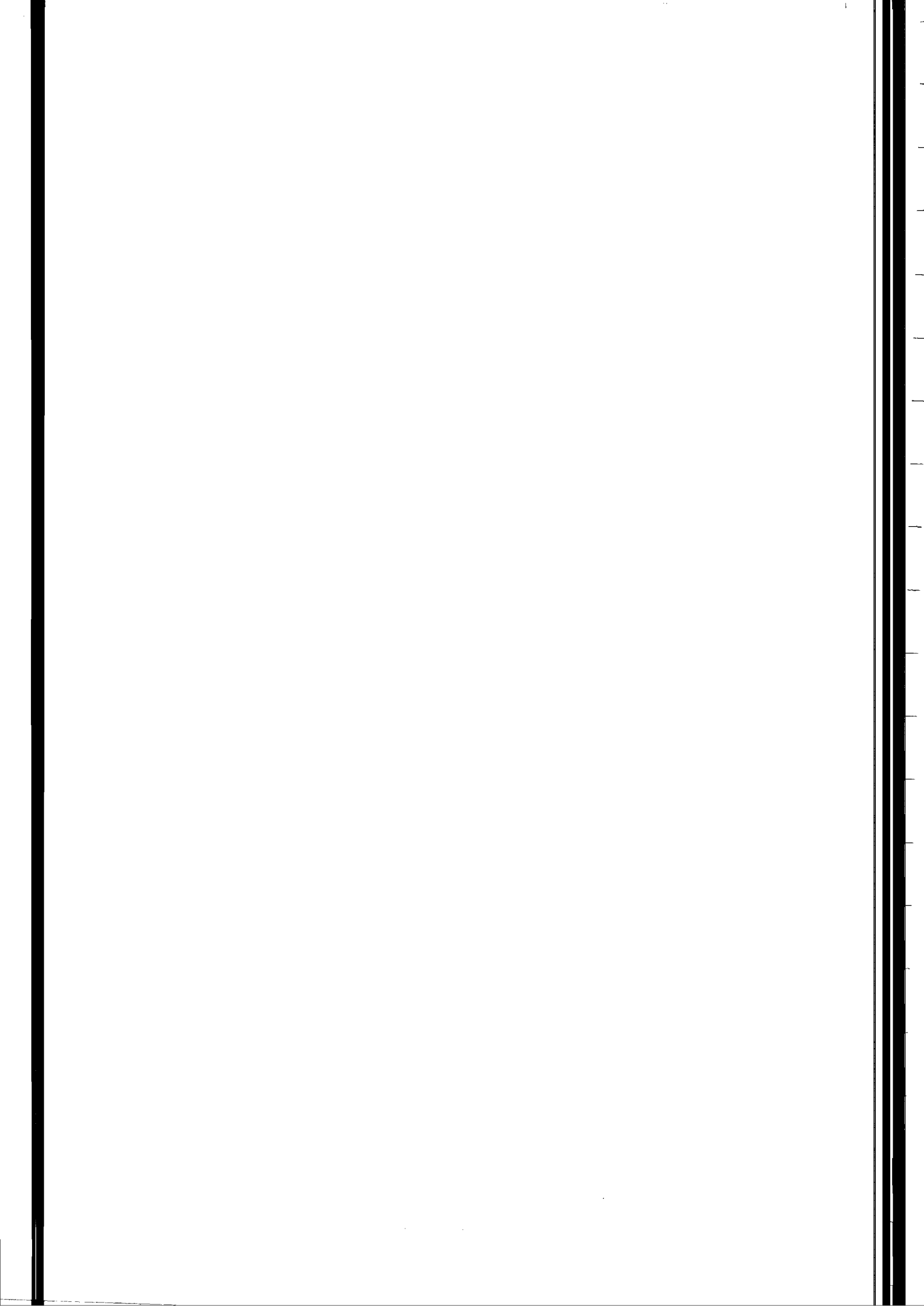
**ANTANANARIVO ( Madagascar )**

# Rapport de mission à Madagascar

13 au 31 mars 1995

Lucien Séguy

**Programme Savannes  
Programme zap  
n°3**



## Avant-propos

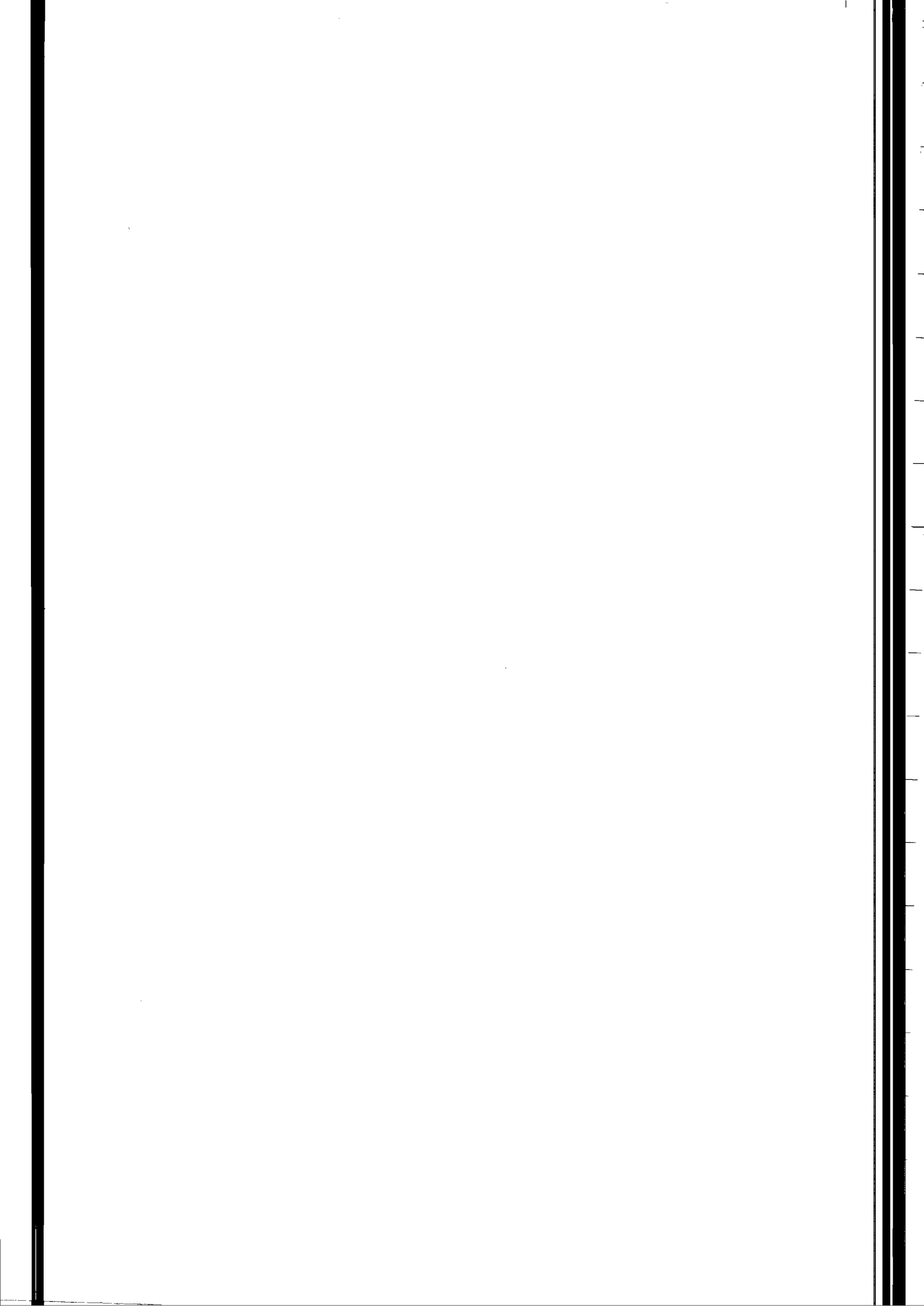
Ce rapport est un document de travail ; il réunit des propositions et cheminements de recherche-action, aménageables au gré des utilisateurs, en fonction des moyens financiers, matériels et ressources humaines des projets dans les différentes régions, conformément aux termes de référence de la mission.

Ce document est également l'occasion de rendre hommage aux acteurs sur le terrain, en particulier les responsables du projet sud-ouest, l'ONG Tafa, FIFAMANOR qui ont dû faire avancer les projets dans des conditions financières et administratives, un peu lentes à se mettre en place.

Après avoir présenté brièvement les observations les plus significatives sur les programmes de recherche-développement en cours, nous examinerons successivement pour chaque grande région (sud-ouest et hauts plateaux) :

- les itinéraires techniques les plus performants (aux plans agronomique, technique et économique) ;
- l'aménagement des grands axes de recherche appliquée à poursuivre ou à mettre en œuvre sur l'objectif majeur de fixation d'agricultures durables, conciliables avec la préservation de l'environnement.

Je tiens à remercier, tout particulièrement, toutes les personnes, les institutions publiques et privées qui ont organisé cette mission et permis son excellent déroulement (cf. calendrier de mission et personnalités rencontrées).



## Calendrier de mission et personnalités rencontrées

### Projet sud-ouest (16 mars au 23 mars 1995)

- Guillaume RANDRIAMANPITA, Dominique ROLLIN, Marc AUBERT, G. RAKOTONARIVO, responsables du projet sud-ouest.
- Pierson RAKOTONDALAMBO, Hubert RAZAFINTSALAMA, ONG Tafa.
- Jean de Dieu RAHARIVAO, François RASANAJATOVO, Joseph RAKOTO, Elisée RAJAONAH, Yves RALISOANA, Monique TRIMOUILLE, René John WOLSON, Joana DURBIN, agronomes et techniciens des différentes sous-régions.
- Second Modeste VELOMBOLA du FOFIFA.
- M. ALLEGNE, directeur régional Hasyma.
- M. Yves LE BARS, Dr SOPAGRI.
- Jean-Claude LAURENT, Delso.

### Sur les hauts plateaux

15 mars 1995

Visite du centre Fafiala avec Ruedi FELBER (conseiller technique) et ses coéquipiers et Yannick TABERLET (stagiaire CIRAD-FLHOR), Rémy MARQUES (CSN) et Manitra RAKOTOARISOA membres de l'équipe « horticulture » du CIRAD-FOFIFA.

Visite du futur Centre d'agriculture biologique de Mahabo avec M<sup>me</sup> Simone RANDRIAMBELOMA, présidente du Syndicat PROBIOMAD (agriculture biologique) et M. Jacques RAKOTOSON, président du Comité de développement de Mahabo.

23 mars 1995

M. Philippe HEBERT (Marbour, lac Alaotra).



24 mars 1995 et suivant, mission terrain TAFA

**Pour TAFA** : Pierson RAKOTONDRALAMBO, Célestin RAZANAMPARANY, Narcisse .....  
Charles RANAIVOSON (trésorier de l'ONG).

**Pour FIFAMANOR** : Jean-Marc RANDRIANAIVOARIVONY (chef du département recherche),  
RAKOTONDRAMANANA (directeur) et leurs collègues.

**Pour ANAE** : Koto RABEMANANJARA (Directeur général), Tahina RAKOTONDRALAMBO (di-  
recteur technique), Mlle Mino RAZAKAFONIAINA, Guy DERIAZ (conseiller technique) et leurs  
représentants régionaux de Fianarantsoa, Manakara...

**Pour le MINAGRI** : M. DELARBRE (représentant la CIRAGRI) et autres acteurs de Kobama  
(M. Tiana RALISON), IREDEC, FIFATA, etc. intervenant dans la région.

**Pour FOFIFA** : l'équipe « riz d'altitude », A. CHABANNE, M. VALES, Didier THARREAU, Justin  
RAZAFINDRAKOTO et RAZAKAMIARAMANANA.

L'équipe Horizons communication (film sur le riz), Luc MICHEZ et Fred QUILLET et techni-  
ciens

28 mars 1995

A Antananarivo à l'occasion d'un dîner-débat outre l'équipe ANAE, riz d'altitude,  
FIFAMANOR et Alain BERTRAND (CIRAD-Forêt) :

**Pour FAFIALA** : Marthe RANDRIAMAHENINA (directeur) et Ruedi FELBER (conseiller techni-  
que).

**Pour tutelles** : M. Solohery RAKOTOVAO, directeur des politiques environnementales à  
l'ONE (Office national de l'environnement) et M. Léon RAZANAMAMONJY (directeur de  
l'agriculture au ministère d'Etat du Développement rural et de la Réforme foncière).

**Pour Coopération suisse** : M. Philippe DE RHAM, représentant de l'Intercoopération.

**Pour Coopération française** : M. Alain PINGANO, chef d'un projet d'appui à l'ONE.

**Pour la Banque mondiale** : M. Nils TCHEYAN, chef de division du département agriculture  
et environnement à Washington, M. Michel SIMEON, Task-Manager à Washington des  
projets élevage, environnement et exportations agricoles et M<sup>me</sup> Mary BARTON-DOCK,  
chargée du PAE, tous trois en mission. M. Yves WONG, conseiller agricole, Ousmane  
SECK, chargé du suivi du PNVA et Benoît BOSQUET, chargé du suivi du PAE, tous trois en  
poste à Tana.

29 mars 1995

Tournée à Kianjasoa avec FOFIFA, Jacqueline RAKOTOARISOA (chef DRR) et Roland  
RAKOTONIRAINY.

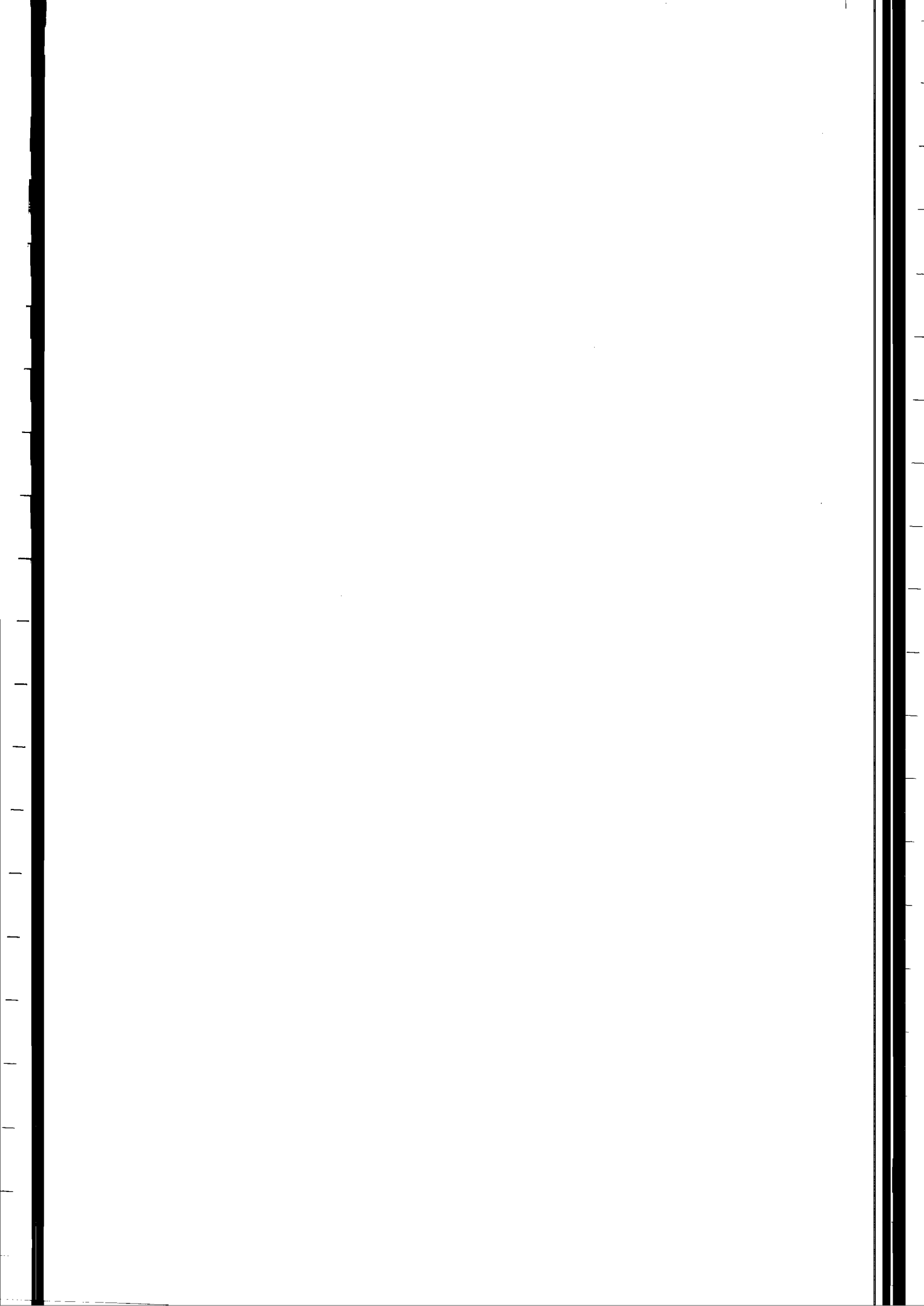
Dîner avec Yves LEBARS, gérant de SOPAGRI.

30 mars 1995

Rencontré Patrick GUILLON (Marbour), Robert CHAHINIAN (directeur CFD) et François RASOLO (directeur général FOFIFA).

31 mars 1995

Rencontré à la MCAC, M. Jean BOULOGNE (chef de la MCAC), Dominique ROJAT (conseiller pour le développement rural) et Philippe CHARTIER, chef du bureau de la production agricole industrielle, et des échanges, au ministère de la Coopération, en fin de mission à Madagascar.



# Termes de référence de la mission

## Projet sud-ouest

Termes de référence extraits de la lettre de définition de la mission établie par le conseiller de la mission de coopération, M. D. ROJAT (1<sup>er</sup> février 1995).

*« Pour une partie importante de la zone du Projet de développement rural du sud-ouest de Madagascar (PSO), le problème de la mise en culture ne se pose pas en terme de terrain disponible mais de préparation de ce terrain puis d'entretien des cultures. »*

*La réaction naturelle des paysans à ce problème est d'évoquer le manque de matériel (beaucoup sont en effet obligés de louer ou d'emprunter ce matériel et doivent de ce fait différer leurs travaux de préparation attendant que le propriétaire du matériel ait terminé) et la nécessité de faciliter l'accès à ce matériel (essentiellement charrue).*

*Compte tenu de l'érosion entraînée par les types traditionnels de gestion du sol et de l'espace, L. Séguy et M. Raunet avaient indiqué l'intérêt d'un travail sur les systèmes à couverture permanente du sol.*

*Ce travail, sous-traité par le PSO à l'ONG Tafa est engagé mais la route est encore longue avant d'avoir des systèmes de culture bien adaptés à proposer aux paysans et de voir ces systèmes adoptés par les paysans.*

*Le terrain semble cependant très favorable avec :*

- *des paysans cherchant une implantation rapide, précoce et peu coûteuse de leurs cultures, trouvant le prix du labour en sous-traitance très important (pour le coton les dépenses liées à la préparation du sol (labour, reprise, billonnage) seraient de 110 000 FMG/ha en culture attelée et 175 000 FMG/ha en culture mécanisée pour un coût total de production de 1 200 000 FMG/ha ;*
- *des sols se prêtant généralement bien aux techniques de semis direct qui est d'ailleurs fréquemment utilisé (notamment sur le maïs) ;*
- *une seconde contrainte venant du sarclage qui représente souvent une part importante des dépenses de la culture (pour le coton, les dépenses liées aux trois sarclages seraient de 210 000 FMG/ha pour un coût de production d'environ 1 200 000 FMG).*

Le but de la mission de L. SEGUY sera donc :

- d'examiner le travail entrepris par le PSO avec l'ONG Tafa et de proposer des améliorations (examen des questions quelles plantes de couverture ? Et quelles rotations ? (cf. annexe 5 Plan de travail PSO : quelques questions pour la mise au point de systèmes à couverture permanente du sol) ;
- d'examiner les systèmes de culture actuellement pratiqués pour voir quelles transitions peuvent être imaginées entre les systèmes de culture actuels et des systèmes intégrant les couvertures permanentes. La question de la politique du PSO pour ce qui concerne le matériel agricole sera donc évoquée : que fait-on du matériel existant ? Comment l'utilise-t-on ? Quel matériel promouvoir ? Quelles propositions pour des outils à dents ?... ;
- de proposer des protocoles simples d'expérimentation en milieu paysan en première année. Il s'avère nécessaire de construire un programme planifié dans le temps, d'estimer ce que l'on peut attendre dans un an, dans cinq ans, le début du travail en milieu paysan, les échéances de développement de ces systèmes.

La mission constituera une opportunité pour débattre avec les différents partenaires (Hasyma, SOPAGRI, Projet arachide, CIRAGRI, FOFIFA) des intérêts des techniques de semis direct et des systèmes à couverture permanente.

Une partie importante de la mission sera constituée par des visites de terrain sur l'axe RN7 et dans la région d'Ankazoabo. »

## **Projet hauts plateaux**

Termes de référence extraits de la demande adressée au délégué du CIRAD par M. Ignace Romain RAMAROSON, président du conseil d'administration de l'ONG Tafa.

« Le Projet sud-ouest de Tuléar aurait demandé une mission d'appui de M. SEGUY, expert CIRAD au Brésil vers le mois de mars 1995. L'ONG Tafa voudrait profiter de cette occasion pour combiner cette mission avec celle qu'elle souhaiterait se réaliser pour le projet « systèmes de culture » dans la région de Vakinankaratra, Antsirabé.

En effet, cette mission est le prolongement de celles déjà réalisées depuis 1992. Elle poursuivra les analyses et diagnostics de l'évolution des travaux entrepris sur la « gestion des sols et des cultures » ainsi que les conseils agronomiques nécessaires à l'équipe de l'ONG (ex-fermes mécanisées).

La mission pourra durer trois jours.

Le déplacement de l'expert (Tana-Antsirabé-Tana) ainsi que ses frais de séjour à Antsirabé seront pris en charge par l'ONG. »

## **Appui au programme riz d'altitude**

Volet agronomique avec D. CHABANNE ] une journée  
Volet amélioration variétale ]

## **Appui (informel) au projet suisse FAFIALA**

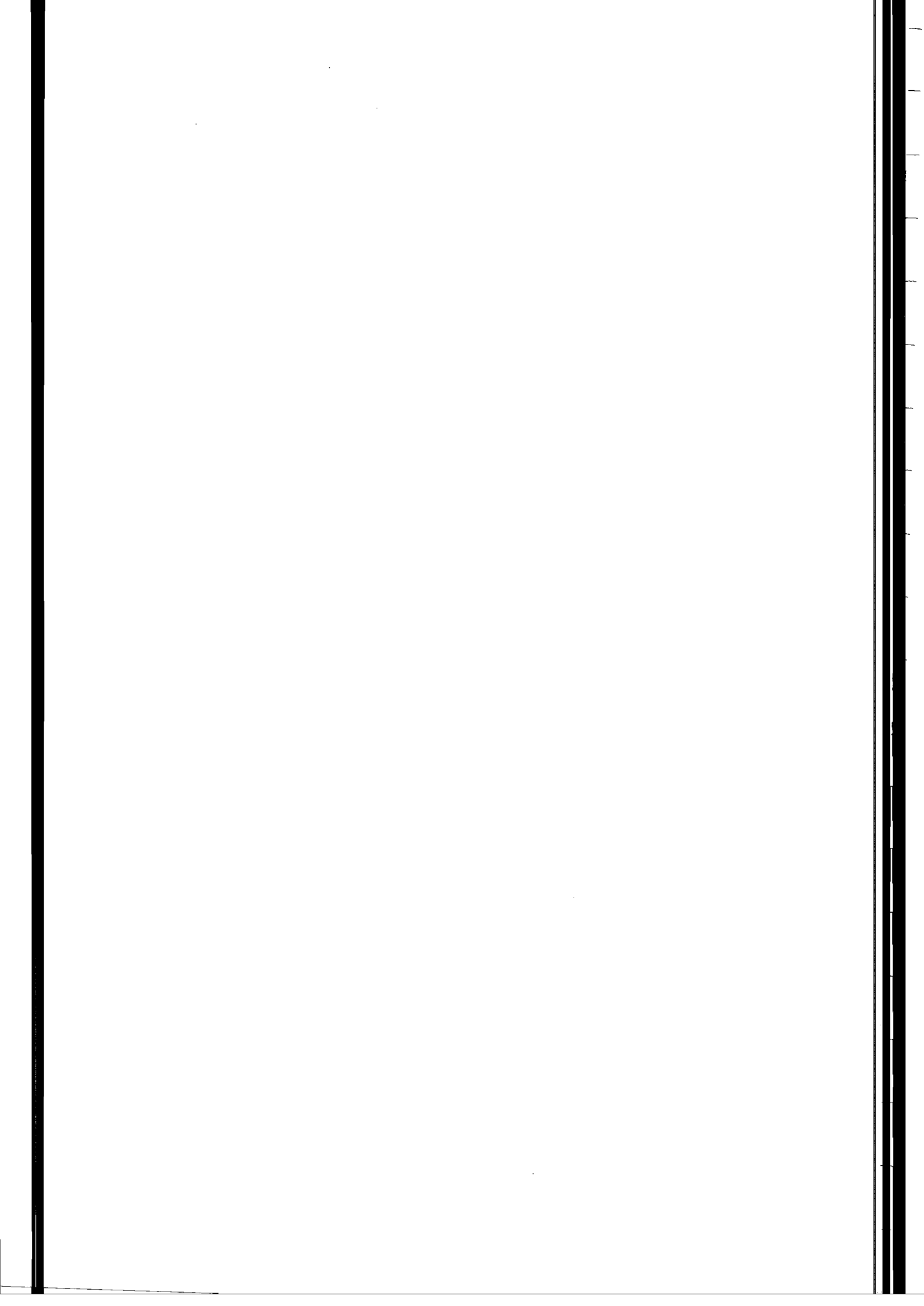
Sur la gestion des sols contre l'érosion : une demie journée.

## **Appui au FOFIFA**

Projet riz dans le moyen ouest, volet agronomique + amélioration variétale<sup>1</sup> (M<sup>me</sup> Jacqueline RAKOTOARISOA et M. Roland RAKOTONIRAINY) : une journée.

---

1. On ne peut que se féliciter de notre collaboration avec le FOFIFA ; des introductions de variétés de riz pluvial brésiliennes introduites il y a 4-5 ans (par mes soins), six sont supérieures aux variétés témoin du moyen-ouest (IAC 25/64) et vont être officiellement lancées par le FOFIFA ; il s'agit de : CNA 4123, CNA 4136, CNA 4137, CNA 4196, Murium Liguiera, CNA Irem 190 (création L. SEGUY, Maranhao). La culture de riz pluvial a très fortement progressé dans le moyen ouest (surfaces multipliées par 5, 10 ?). Il est regrettable qu'un suivi de l'évolution de ces surfaces et des performances des systèmes riz pluvial n'ait pas été fait sur les cinq dernières années ⇒ c'est la carte de visite du FOFIFA [dommage !].



# Le projet sud-ouest (PSO)

## Volet agronomie

Le montage des unités de « création-diffusion » de technologies en milieu réel qui est proposé, recommande une « standardisation » de l'approche expérimentale, pour une évaluation plus rigoureuse du risque climatique. Il me paraît préférable d'implanter ces nouvelles unités et de les pérenniser, plutôt que de transformer les premières expérimentations conduites en 1995 (sites de Ankazoabo et Andranovory).

En particulier, les techniques de semis direct doivent être pratiquées, simultanément :

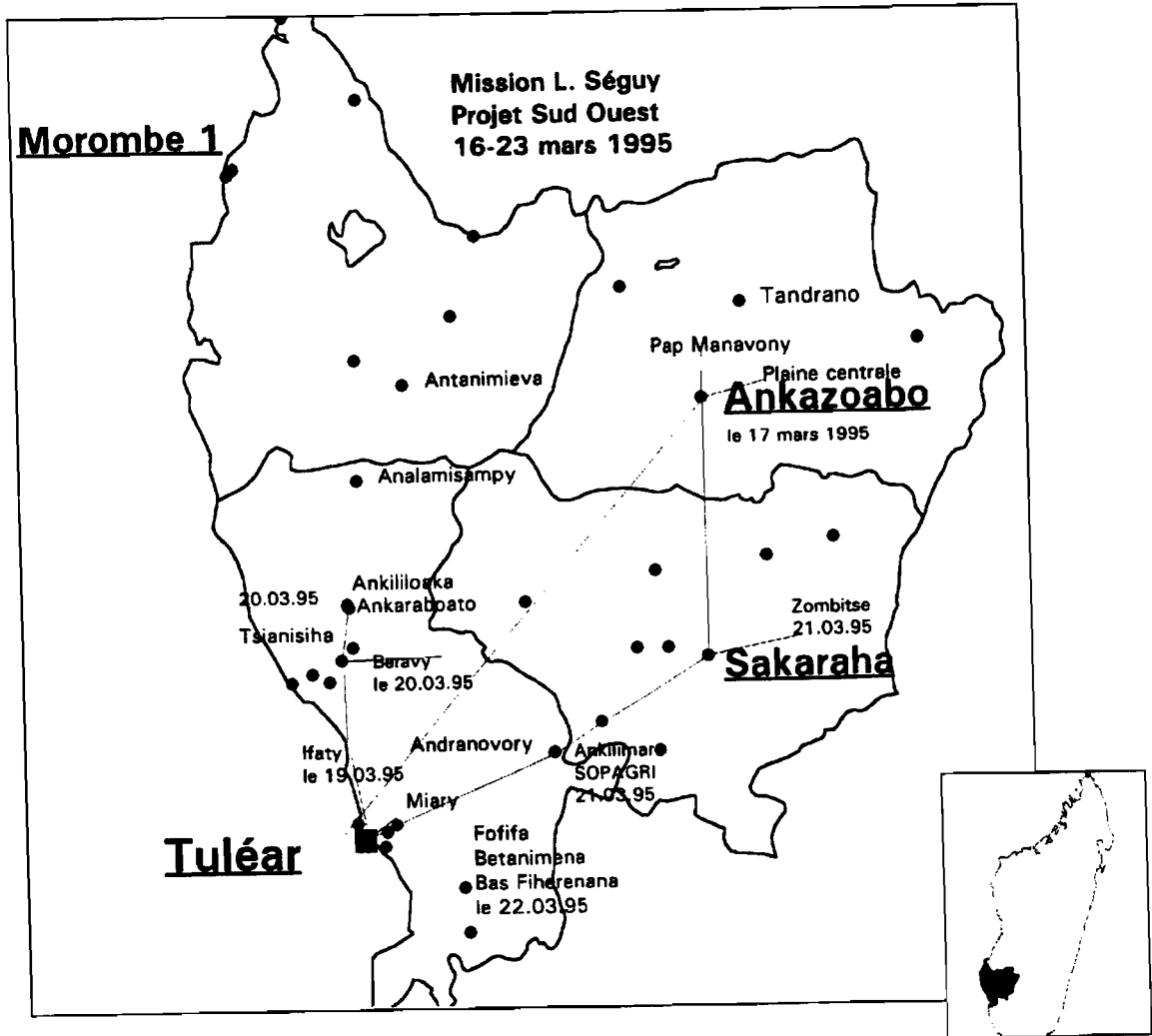
- sur résidus de récolte (sans plante de couverture associée) ;
- avec plante de couverture associée à la culture ;
- en alternance :
  - un an de culture sur résidus de récolte
  - un an sur plante de couverture

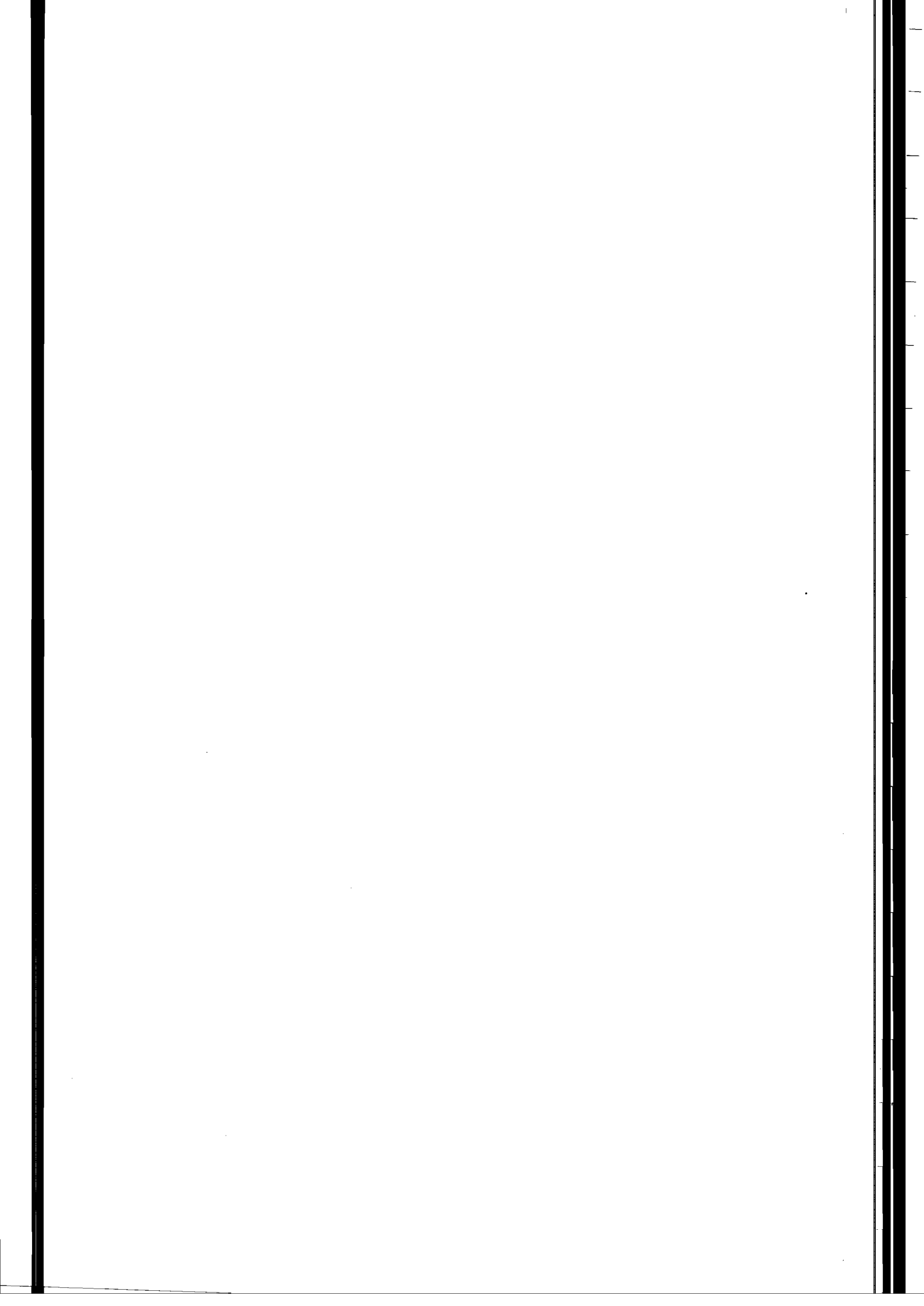
en rotation

(cf. ONG Tafa).









## Observations générales sur le milieu physique, ses relations avec la campagne agricole en cours, les premières actions agronomiques conduites en milieu réel

### Sur le milieu physique<sup>1</sup> : des sols variés, une flore indicatrice de la nature des sols, du climat

Dans un milieu climatique extrêmement fluctuant et aléatoire d'une année sur l'autre, le facteur sol revêt une importance capitale, car c'est lui qui détermine les réserves en eau et éléments nutritifs disponibles pour les cultures ; la variation du facteur sol est très forte sur l'ensemble de la zone couverte par le projet sud-ouest (cf. carte sud-ouest) et en particulier les caractéristiques texturales et structurales du profil cultural (M. Sourdat, ORSTOM, 1972).

Néanmoins, du point de vue de l'utilisation agricole, on peut regrouper cette grande variabilité pédologique en trois grands ensembles dominants :

- les sols fersiallitiques, qui, malgré de grandes variations texturales et chimiques en surface, présentent généralement des teneurs en colloïdes importantes en profondeur, accessibles aux racines ;
- les sols évolués sableux (sables roux, sables jaunes), à très faible réserve utile en eau et éléments nutritifs ;
- les sols hydromorphes, à caractère plus ou moins vertiques, parfois salés, à hautes potentialités agricoles, irrigables.

Les espèces arbustives les plus représentées et souvent indicatrices de la nature des sols, leurs réserves hydrique et minérale, sont les suivantes : *Alluaudia*, *Jatropha mahafalensis* (haies vives), *Poupartia caffra*, *Stereospermum viarabile*, *Tamarindus indica*, *Phoenix reclinata*, *Hyphaene shatan*, *Gymnosporia linearis*, *Medemia nobilis*, *Aloe vaombe*, *Uacapa bojeri* (tapia), *Didiera madagascariensis*, *Ziziphus spinachristi*, *Terminalia seyrigii*.

Les espèces herbacées des savanes, associées aux espèces arbustives, sont des indicateurs précieux des conditions pédoclimatiques, à titre d'exemples :

- savanes à *Loudetia filifolia* : 500 à 900 mètres d'altitude, relief mollement ondulé ;
- savanes à *Chrysopogon serrulatus* : 750 mètres d'altitude, sols ferrugineux sur pentes faibles, très sableux en surface ;
- savanes à *Loudetia simplex* : > 800 mètres d'altitude, sols ferrallitiques, présence de carapace avec souvent hydromorphie de surface ;

1. Pour en savoir plus, consulter les ouvrages remarquables de l'ORSTOM :

- les savanes du sud-ouest de Madagascar, par P. MORAT, mémoires ORSTOM, Paris, 1973.
- Graminées des pâturages et des cultures à Madagascar par J. BOSSER, Centre ORSTOM d'Antananarivo, édition, ORSTOM, Paris, 1969.

- savanes à *Heteropogon contortus* : représentatives des deux tiers des surfaces, altitude < 500-600 mètres, reliefs variés (plateaux, cuestas, griffes d'érosion), pluviométrie  $\geq$  600 mm, sols variés :
  - catena des vertisols calcomagnésimorphes : à *Ziziphus S.* + *Gymnosporia L.* sur pentes ; à *Tamarindus l.* sur vertisols,
  - sols les plus xériques à *Aloe vaombe*,
  - sols ferrugineux à hydromorphie de profondeur, à *Medemia nobilis*,
  - sols découpés par l'érosion en nappe, à *Terminalia seyrigii*,
  - sols ferrugineux tropicaux peu différenciés, à *Stereospernum V.*, sur surfaces planes,
- savanes à *Aristida congesta* : savanes les plus xériques, pluviométrie < 500 mm, sols ferrugineux sableux ou pierreux en surface, bien drainés ;
- savanes marécageuses à *Phragmites mauritianus*, sur dépressions fermées à vertisols (genres *Echinochloa*, *Polygonum*, *Sporobolus*, *Setaria*, *Cynodon*, *Digitaria*), sur carapaces sableuses (genres *Pistia*, *Salvinia*, *Fuirena*, *Scirpus*, *Eleocharis*, *Jussiaea*, *Cyperus*, *Neptunia*, *Hydrocotyle* + *Spirodela*, *Lemno*, dans les mares).

---

On retiendra pour structurer l'intervention agronomique dans la très vaste région du sud-ouest couverte par le projet, trois grands ensembles de sols : les sols sableux (roux, jaunes), les sols fersiallitiques (ferrugineux tropicaux plus ou moins lessivés en surface), les sols hydromorphes, souvent à caractère vertique, parfois salés ; ces trois grands ensembles de sols, sont soumis à une pluviométrie extrêmement aléatoire d'une année sur l'autre, qui varie de moins de 500 mm dans la partie sud-ouest, à plus de 800 mm, à l'est et au nord.

---

## Sur les relations sols-cultures dans les différents sites visités

(Cf. parcours de visite, carte sud-ouest).

### Ankazoabo

Sols sur sables roux, sables humifères, sols hydromorphes. Sur les **unités pluviales**, les facteurs limitants des cultures de coton, maïs, arachide, les plus fréquemment observés sont :

- forte compaction des horizons de surface (5-30 cm)  $\Rightarrow$  ce problème est assez général (excepté sur sol très sableux) ; il limite l'enracinement des cultures en profondeur, confinant les systèmes racinaires dans les dix-quinze premiers centimètres (coton, maïs), exposant les cultures au fréquent risque climatique ; on observe toujours une réserve hydrique conséquente, non utilisée, à partir de 30 cm de profondeur ; le rendement moyen des cultures, sous régime pluvial strict est très bas : < 500 kg/ha pour le coton, peu supérieur pour le maïs, etc. ;
- présence fréquente de striga sur maïs (réduction forte de la productivité, voire non production) ;
- viroses généralisées sur la variété locale de manioc (très sensible) ;

- déficience en Mg sur coton, fréquente dans la plaine d'Ankazoabo ;
- présence permanente d'adventices très agressives pour les cultures ⇒ parmi les graminées à très forte compétition : *Rottbelia exaltata* L., *Cynodon dactylon*, *Digitaria* sp., *Dactyloctenium aegyptium* ; parmi les dicotylédones : les genres *Boerhaavia*, *Sida*, les espèces *Tridax procubens*, *Acanthospermum hispidum* ;
- forte incidence négative du complexe parasitaire (champignons du sol, insectes) sur la levée des cultures.

Sur les sols hydromorphes, sols vertiques et vertisols, présence fréquente de cypéracées pérennes très compétitives : *Cyperus rotundus*, *Cyperus esculentus* (culture de riz sur ces sols en saison des pluies).

Parmi les points positifs :

- ⇒ existence d'une grande plaine, à fort potentiel agricole (déjà bien exploitée) regroupant sols sableux (roux, humifères) et sols hydromorphes.
- ⇒ site privilégié bénéficiant d'un régime pluviométrique favorable et d'une forte densité d'occupation des sols dans la région du sud-ouest.

### **Boravy et Sakaraha**

Ces deux sites sont représentatifs des fronts pionniers de déforestation des sols sableux profonds.

L'avancée de la déforestation est extrêmement **rapide** à Sakaraha, pour produire du charbon de bois (spéculation lucrative) ; maïs et manioc, souvent associés, constituent les principales cultures ; elles sont pratiquées, au moins les deux premières années, en semis direct, avec une densité de semis très faible (inférieure à 10 000-15 000 pieds/ha pour le maïs), témoin d'un souci de gestion du risque climatique chez les agriculteurs ; au bout de trois ans de mise en culture, le peu de fertilité naturelle due à la matière organique laissée par la forêt, disparaît (combustion rapide sous ces conditions climatiques, en sol très sableux), les terres cultivées deviennent rapidement des « plages » de sable, plus ou moins stériles.

---

*Il est urgent d'enrayer ce processus de déforestation, dans un milieu physique aussi fragile (cf. propositions de « fixation de l'agriculture »).*

---

### **Andranovory**

Ce site est représentatif des sols fersiallitiques rouges, argilo-sableux, fortement compactés en surface (5-35 cm), sous faible pluviométrie, extrêmement fluctuante d'une année sur l'autre (de 200 à 800 mm annuels) ; ce site est au plan géomorphologique, représentatif des longs glacis, à pente comprise entre 2 et 6 %, complètement déboisés, sur lesquels s'exercent un très fort ruissellement en nappe (sols compactés), donc un régime hydrique extrêmement défavorable aux cultures.

Le site d'Antanimieva, dans la zone nord, est également représentatif de ces unités de sol, mais sous pluviométrie plus abondante et régulière (600 à 900 mm).

Malgré une pluviométrie extrêmement faible de 229 mm entre le 1<sup>er</sup> novembre et le 20 mars 1995, à Andranovory, le maïs du projet SOPAGRI, et particulièrement la variété OC202, cultivée sur travail mécanisé, profond du sol (cf. Propositions L. SEGUY, 1994) peut atteindre une productivité estimée entre **35 et 42 q/ha** ; cette performance **étonnante** est due à un enracinement très profond du maïs, une fois les horizons superficiels décompactés, qui permet à la plante de puiser dans les réserves d'eau non utilisées des années antérieures ⇒ contrairement à la forêt qui, par ses racines profondes exerce un pompage continu et régulier de l'eau du sol, les plantes cultivées sur sol fortement compacté en surface, n'utilisent que l'eau des quinze à vingt premiers centimètres et ce, durant 3 à 4 mois ; dès le début de la saison sèche, les horizons de surface compactés (**repris en masse**) se dessèchent très rapidement provoquant une rupture capillaire ; les horizons du sol, en dessous de la zone superficielle compactée conservent leur humidité d'une année sur l'autre. Ce phénomène provoque une utilisation de l'eau sous sols cultivés, nettement moindre que celle consommée sous forêt, et favorise progressivement la remontée des nappes (cf. L. SEGUY, C. CHARREAU, Observations en Casamance sur remontées des nappes, par ce même phénomène, 1968-69).

La forte productivité du maïs, sous très faible pluviométrie, montre l'importance de la dynamique racinaire pour la gestion du risque climatique ; une dynamique racinaire initiale, rapide, puissante et profonde constitue une assurance contre les aléas climatiques à venir, une assurance de plus hautes productivités, plus stables. Cette cinétique racinaire initiale, puissante, rapide et profonde dépend de l'état structural initial du profil cultural ⇒ les conditions les plus favorables peuvent être créées par des outils mécanisés (labour profond + sous-solage, état de surface grossier, motteux au semis) avec une très forte puissance de traction ; peuvent-elles être créées par voie biologique ? Par les systèmes racinaires et la faune associée ? (plantes de couverture restructurantes et recycleuses) ; voie mécanique ou voie biologique facilement praticable ? **Ces questions constituent des défis majeurs communs à toute la zone soudano-sahélienne et méritent une approche agronomique commune et concertée** (ces questions ne sont pas nouvelles ayant été maintes fois soulevées, L. SEGUY, Rapports Ghana, Mali, Madagascar...).

Outre la culture de maïs, excellente production de matière sèche des cultures nouvellement introduites, sorghos, mils (L. SEGUY, Rapport 1994). Ces cultures, à l'enracinement extrêmement puissant et restructurant, doivent produire, pour les meilleures variétés, 1 200 à 2 000 kg de grain + **10 à 12 tonnes de paille par hectare** ; excellent développement également des cultures de dolique, des plantes de couverture : *Macroptilium atropurpureum*, *Vigna* sp., *Chloris gayana* (cf. **Expérimentations ONG TAFA**).

Le striga se développe également rapidement sur ce type de sol ; ce développement semble lié à l'érosion progressive de la matière organique des horizons de surface (L. SEGUY, Observations personnelles).

### **Ankililoaka, Antanimieva, Bas Fihoronana**

Ces sites sont représentatifs des sols hydromorphes irrigués et/ou irrigables (cf. carte situation).

**Les expérimentations conduites au cours de l'année 1994, sur les sites d'Antanimieva et Ankililoaka** en saison des pluies et saison sèche, sur aménagements hydrauliques peu coûteux, dans le cadre du programme « fermes mécanisées Kobama » ont confirmé les résultats agronomiques de l'année précédente, à savoir :

- possibilité de culture de riz pluvial en saison des pluies, sur nappe, en **semis direct**, sans travail du sol (itinéraires techniques avec engrais NPK + herbicides), avec des rendements en grains compris entre 3 et 5 tonnes à l'hectare, égaux ou supérieurs à ceux obtenus sur itinéraire technique irrigué, avec des variétés irriguées et repiquées ;
- culture de **blé et haricot**, en saison sèche (et froide), en succession de la culture de riz, avec itinéraires techniques utilisant le **semis direct, sans travail du sol** (cannes planteuses, roues semeuses) ;
- les rendements moyens des cultures de blé et haricot, en contre-saison, ont été, respectivement de 2,5 t/ha et 1,2 t/ha. Parmi les lignées ou variétés les plus performantes, la productivité peut atteindre plus de 5,2 t/ha pour le blé et plus de 1,7 t/ha pour le haricot (cf. rapport de campagne de l'ONG-TAFA, contre-saison, 1994) ;
- ces successions annuelles conduites en semis direct, sont peu contraignantes en main-d'œuvre, facilement praticables et offrent une énorme capacité de production aux agriculteurs.

### La station du FOFIFA

La station du FOFIFA dans le bas Fiherenana, implantée sur sol hydromorphe, a été très bien restructurée et constitue, à la fois, un réservoir très important de variétés performantes notamment pour les cultures de manioc (**variétés résistantes aux viroses**), maïs, coton, espèces arbustives, etc., et un potentiel d'appui thématique important pour collaborer à la dynamique de création-diffusion de systèmes de cultures adaptés aux différents grands ensembles « milieux représentatifs » dans le cadre du projet sud-ouest.

### La station de Befanimena

La station de Befanimena sur la même unité de sol à fortes potentialités que la station FOFIFA, va être réaménagée pour l'irrigation (forage) ; elle doit constituer (avec la station FOFIFA) un réservoir permanent de germoplasm pour l'ensemble du projet (espèces alimentaires, fruitières, arbustives, etc.), conduit sous irrigation, permettant deux cycles de culture annuels en succession.

Le germoplasm actuel d'espèces alimentaires très importantes pour le projet, comme soja, maïs, sorgho, mil, riz, haricot, espèces arbustives (bois, fruitiers), industrielles (guar), doit être réuni sur cette station et multiplié en saison sèche, sous irrigation.

---

*En résumé, on retiendra :*

- le maïs est, paradoxalement, la culture de base, présente partout, dans des conditions pédoclimatiques pourtant, en moyenne, très défavorables (héritage des projets de développement des cinquante dernières années) ;
- sa production est **faible**, et les agriculteurs savent déjà réduire le risque climatique, en utilisant de très faibles densités de semis ; cette culture de maïs est le plus souvent associée au manioc, ce dernier étant presque toujours très virosé. L'arachide représente également une culture importante (rosette fréquente) ;
- le striga, peut devenir rapidement un véritable fléau, sur toutes les unités de sols, pluviales ;
- le coton, hors irrigation présente un niveau moyen de rendement très bas, probablement inférieur à 500 kg/ha, contre plus de 1 000 kg/ha avec irrigation de complément ;
- que ce soit sur sols fersiallitiques ou sols sableux, la gestion du risque climatique doit être l'objectif central du « volet agronomie » du projet sud-ouest ⇒ création de systèmes de



culture tampons, de moindre risque économique, avec, pour et chez les agriculteurs, sur les grands ensembles « milieux représentatifs ». Cette création doit prendre en compte les unités de paysage représentatives du milieu réel sur lesquelles s'exercent les processus de dégradation (érosion x interventions anthropiques) et doit être mise en œuvre par une collaboration concertée, entre les différentes institutions et opérateurs de la région ;

- les sols hydromorphes représentent un très fort potentiel de production qui doit également être valorisé, par des productions à haute valeur ajoutée (maraîchères, fruitières, conduites sous irrigation près de Tuléar (ceinture verte), où à partir d'aménagements peu coûteux (sites d'Ankilioaka, Antanimieva) avec des successions annuelles de cultures pluviales pratiquées sur nappe, en semis direct, sans travail du sol, donnant accès à une grande capacité de production (successions riz pluvial-blé, riz pluvial-haricot, soja, lentilles, pastèques, etc.) ;
- enfin, malgré des conditions financières et administratives très lentes à se mettre en œuvre, les responsables du projet sur place et l'ONG TAFa, ont réussi à aborder le volet diagnostic initial sur la variabilité des itinéraires techniques des principales cultures de la zone couverte par le projet (cf. annexe 1) à implanter les premières bases des expérimentations en vraie grandeur sur les systèmes de culture (ONG TAFa), à créer des relations effectives avec le paysannat par le biais de petites expérimentations simples thématiques, d'intérêt immédiat (variétés x engrais) notamment sur le produit maïs, à mobiliser les différents opérateurs économiques pour améliorer la commercialisation des principales productions (coton, arachide, maïs). Ces premières actions de diagnostic rapide, doivent servir à bien caractériser la situation agricole de départ, à identifier, hiérarchiser les principaux facteurs agrotechniques et économiques responsables des performances modestes, voire rudimentaires, souvent fortement agressives pour le milieu, des agricultures paysannes de la région sud-ouest (systèmes de monocultures dominantes, intrants minimum sur coton seulement, systèmes très peu diversifiés, **instables** dans les conditions pédoclimatiques et économiques locales).

---

# Stratégie de recherche-action en milieu réel

## Rappel des principes de base<sup>1</sup>

### Au plan méthodologique

⇒ Créer, élaborer, avec et pour les agriculteurs (prise en compte de leur choix) dans leur milieu, des systèmes de cultures plus stables, plus lucratifs que les systèmes actuellement pratiqués, organisés à l'échelle des unités de paysage des grands ensembles représentatifs de la variabilité du milieu physique de la région sud-ouest. Ce processus de création de technologies, avec les agriculteurs, vise, à la fois, les objectifs suivants :

⇒ offrir un large choix d'options systèmes de culture et d'itinéraires techniques, diversifiés, et différenciés (niveaux d'intensification variables), praticables et reproductibles, préservateurs de l'espace rural ;

⇒ comprendre, expliquer le comportement des systèmes en cours de fixation ;

⇒ modéliser leur fonctionnement, anticiper sur le processus de développement ;

⇒ former les acteurs (agronomes, vulgarisateurs, agriculteurs) ;

⇒ promouvoir la diffusion des systèmes que les agriculteurs choisiront, sans contraintes directives.

⇒ Ce processus de création-diffusion des technologies n'est réellement opérationnel que si sont organisées simultanément à la création des innovations, les conditions de leur appropriation, librement choisies et consenties par les agriculteurs :

- formation à la maîtrise des innovations dans leur milieu ;
- aménagement du crédit, des approvisionnements en intrants, du foncier (lorsque nécessaire et possible) ;
- commercialisation des productions, voire transformation locale, valorisation artisanale<sup>2</sup> ;
- organisation des groupements et associations de producteurs ⇒ prise en compte progressive de leur propre développement.

### Au plan opérationnel, pratique

L'objectif principal du « volet agronomie » doit être centré, dans le contexte pédoclimatique local très instable et fluctuant, sur une gestion efficace du risque climatique. Cette gestion du risque doit se faire en agissant simultanément sur :

- l'aménagement des unités de paysage par reconstitution d'un bocage, régulateur biologique, à partir d'espèces arbustives (⇒ production de bois, fruits), d'espèces fourragères (alimentation du bétail en saison sèche), d'espèces alimentaires et/ou fourragères telles que le mil) ;

1. Pour en savoir plus, consulter le document interne CIRAD-CA : Contribution à l'étude et à la mise au point des systèmes de culture ; petit guide d'initiation à la méthode de création-diffusion de technologies en milieu réel. L. SEGUY *et al.*, 1994.

2. Fabrication de farines de manioc (farine d'eau et farine sèche de longue conservation) ; utilisation du soja pour l'alimentation des enfants, l'alimentation des adultes, cf. document Brésil à paraître.

- protéger le **capital sol**, par des techniques de cultures appropriées ⇒ **semis direct**, sans travail du sol sur couvertures mortes et vives, les plus aptes à protéger totalement le sol contre l'érosion, facilement praticables à faible coût, à la portée des agriculteurs et les seuls susceptibles d'entretenir la fertilité à long terme avec un minimum d'intrants chimiques (valorisation des ressources naturelles, L. SEGUY, 1990-94, Brésil) ;
- **diversifier les cultures et les systèmes de cultures** ⇒ en particulier, introduire, les cultures alimentaires et/ou industrielles qui offrent une meilleure stabilité de production dans ce milieu xérique dominant : **mils, sorghos, sojas, haricots, vignas**, parmi les cultures alimentaires les plus importantes ; sésame, guar, canola, tournesol, ricin, olive, vigne, parmi les cultures industrielles ⇒ dans tous les cas, viser la **qualité** et la valorisation de la **qualité** des produits, plutôt que la quantité ;

---

*Il est évident que l'introduction de ces nouvelles cultures alimentaires doit s'accompagner de démonstrations sur leurs possibilités et attraits culinaires, et sur leur valorisation artisanale (lait pour le soja, farines de sorghos et mils, bière, etc.).*

---

- élaboration, mise au point continue de systèmes de culture tampons, plus stables, à partir, **simultanément** :
  - **de systèmes de cultures pures** : sur résidus de récolte, en semis direct ; sur couvertures mortes ou vives,
  - **de systèmes de cultures associées**, également pratiqués en semis direct, ou sur résidus de récolte, et/ou sur couvertures mortes ou vives, en privilégiant dans ce système, **les cultures les plus stables** (mil, sorgho, soja, haricot) tout en préservant les cultures alimentaires actuelles (maïs, manioc, arachide) et de rente (coton),
  - **du choix de deux cycles différents, pour chaque culture** : un de cycle très court, un de cycle moyen, semés, en même temps, précocement ⇒ **meilleur tampon contre le risque climatique et étalement de la récolte** (meilleure utilisation de la main-d'œuvre),
  - de l'augmentation de la capacité de travail et de la production, avec moindre pénibilité, par l'utilisation des techniques de semis direct ⇒ grosse capacité de semis, aux premières pluies utiles (semis précoce).

---

*Cette recherche-action, en milieu réel, doit être conduite avec la participation des différentes institutions de recherche-développement : ONG TAFE, FOFIFA, doit s'appuyer sur les opérateurs économiques locaux (HASYMA, SOPAGRI, etc.) pour la commercialisation, la valorisation des productions actuelles et à venir.*

---

---

## Contenu du programme agronomie 1995-96

---

### Les sites d'intervention représentatifs

Ils sont réunis dans le tableau I. Ce sont des « vitrines technologiques » qui créent l'offre technologique, pour, avec et chez les producteurs. Le lieu d'implantation tient compte, à la fois :

- de la représentativité de la variabilité des facteurs pédoclimatiques, en identifiant les grands ensembles (sols sableux, sols fersiallitiques argilo-sableux, sols hydromorphes) qui sont soumis à des contraintes de mise en valeur communes ;
- de la densité d'occupation des sols, des systèmes de culture et des productions pratiqués, de leur caractère déprédateur du milieu qui détermine l'urgence des interventions ⇒ freiner à tout prix les fronts pionniers de déforestation sur sols sableux, par exemple ;
- du très fort potentiel de production de certaines unités de sols, **peu ou mal exploitées actuellement**, comme les sols hydromorphes, sols vertiques (bas Fiherenana ⇒ possibilité de ceinture verte de cultures maraîchères, fruits, près de Tuléar).

Tableau I. Les sites d'intervention de la recherche-action ⇒ création de l'offre technologique avec les acteurs dans leur milieu.

Site d'implantation	Systèmes de culture	Grand type de sol	Risque climatique	Degré de priorité <sup>1</sup>
• Ankazoabo	<b>Hasyma</b> ⇒ système de cultures associées avec <b>coton</b> <b>Plaine</b> <sup>2</sup> [ une unité pluviale une unité sur sol hydromorphe ]	Sables humifères	Moyen	++++
		Sables roux		
		Vertisols	Faible	
• Antananimieva	Une unité pluviale	<b>Sols rouges fersiallitiques</b>	Moyen ←	++
	Une unité sur sol hydromorphe (+/- salin)	Sol à tendance saline <sup>3</sup>	Nul	+++
• Sakaraha	Une unité pluviale	<b>Sols sableux (sables grossiers)</b>	Fort ←	++++
• Ankililoaka	Une unité sur sols hydromorphes <sup>4</sup> irrigables	Sols alluviaux à fortes potentialités	Nul	+++
• Beravy	Une unité pluviale	<b>Sols sableux (sables fins)</b>	Très fort ←	+++
• Andranovory	Une unité pluviale	<b>Sols rouges fersiallitiques</b>	Très fort ←	++++
• Belanimena + station FOFIFA + station PSO <sup>5</sup> . 2	Deux unités sur sols hydromorphes irrigables	Sols vertiques Sols sableux (lit du fleuve)	Nul	++++

1. ++++ : très important ; +++ : important ; ++ : moins important.

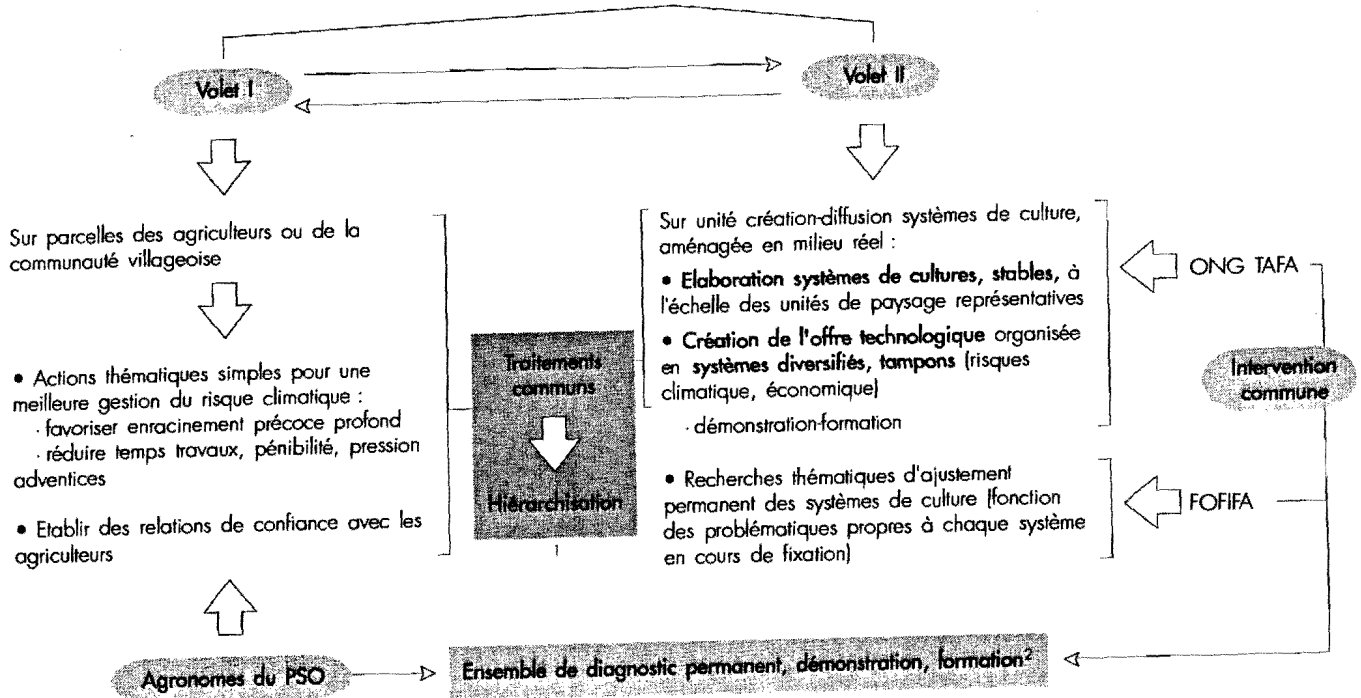
2. Installer **piézomètres** dès cette saison sèche 1995 ⇒ suivi nappe ⇒ possibilités systèmes pluviaux à deux cultures annuelles en succession, en semis direct.

3. Importantes possibilités irrigation par forage (pour riz), avec drainage fonctionnel ⇒ **attention au sel**.

4. Systèmes de cultures pluviaux **sur nappe**, en semis direct : riz pluvial + blé + haricot ⇒ alternative aux aménagements hydrauliques coûteux.

5. Réunion du germoplasm, **toutes espèces** ⇒ très important.

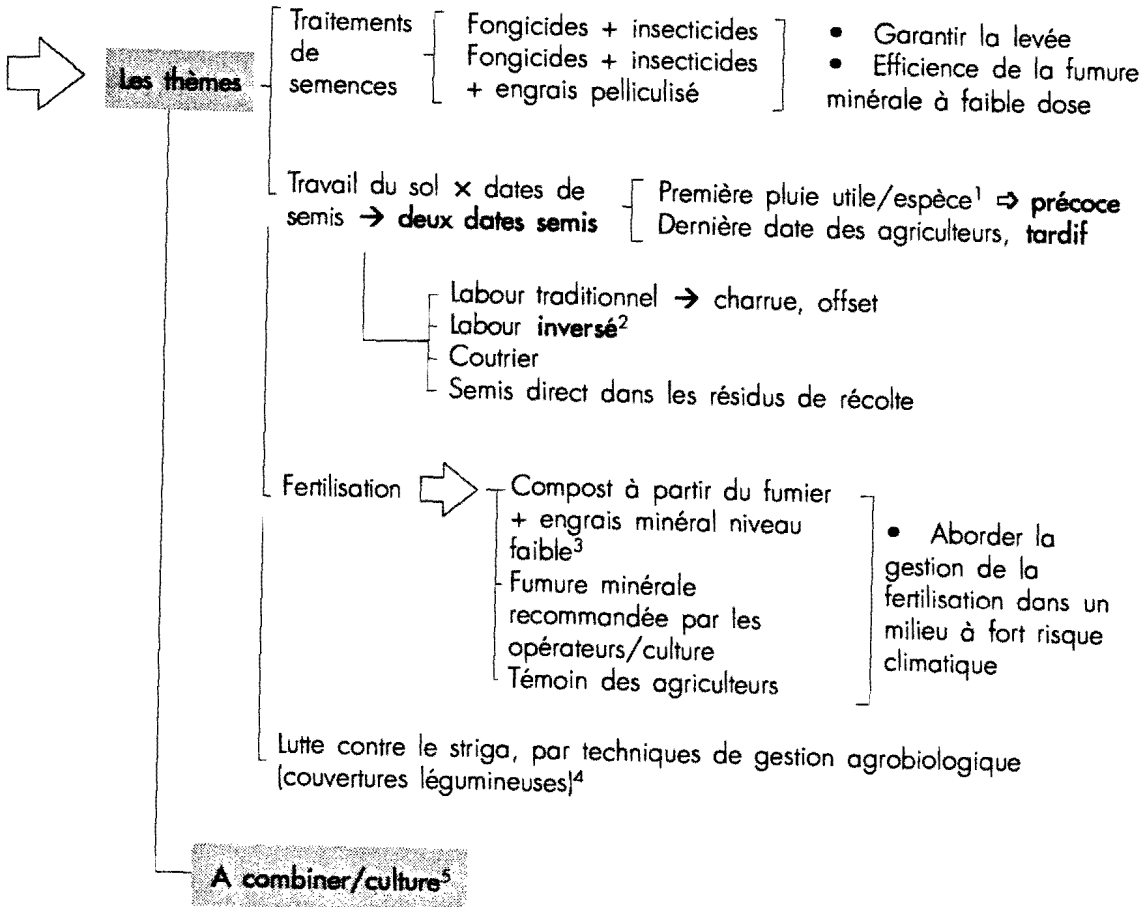
**Deux volets d'actions complémentaires seront installés sur chaque site**



1. Traitements communs : même date de semis, une variété X même densité, un niveau de fumure, etc. → hiérarchisation.  
 2. Ces unités de création-diffusion de technologies serviront également, chacune, de premiers relais de multiplication de semences, pour chaque espèce, dans chaque sous-région représentative.

## Le volet I

➔ Conduit par les agronomes du PSO sur chaque site, en culture pluviale.



Semis précoce (premières pluies utiles)					Semis tardif (dernière date des agriculteurs)				
I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V

← Labour traditionnel

← Labour inversé<sup>2</sup>

← Coutrier

← Semis direct

Appliqué aux cultures principales **actuelles** :

- coton
- maïs
- manioc
- arachide

I. Semences traitées ⇒ thiabendazole + thiram + imidaclopride (Gaucho de Bayer) cf. doses recommandées du fabricant.  
 II. Semences pelliculisées ⇒ idem I + 200 à 300 g de Hyper Reno/kg de semences ⇒ cf. technique enrobage semences : annexe 5.  
 III. Idem I + compost ⇒ fumier + hyper + KCl ⇒ 100 kg hyper + 50 kg KCl pour 2 tonnes de fumier ⇒ 2 t/ha compost/culture.  
 IV. Fumure minérale recommandée/culture ⇒ cf. opérateurs (coton, arachide, etc.).  
 V. Semences non traitées + fumure des agriculteurs + densité semis des agriculteurs.



### Sur striga

Repérer dès maintenant les taches infestées

Sur chaque tache<sup>4</sup>, un traitement ⇒

- I. Témoin maïs paysan
- II. Couverture macroptilium **seule** (semis précoce)
- III. Couverture macroptilium associée au maïs (**semis simultané, précoce**)

---

(Semences traitées ⇒ fongicide + insecticide)

---

Attention ⇒ utiliser densités de semis faibles sur maïs ⇒ sols sableux : +/- 20 000-30 000 pieds/ha, sols argilo-sableux : +/- 30 000 à 40 000 pieds/ha.

---



### Un outil de diagnostic très

important à utiliser en plus des éléments de suivi évaluation classiques



Dynamique racinaire des différentes cultures, **30 jours** et **60 jours** après le semis.

1. Cf. chapitre ⇒ urgent, comment déterminer première pluie utile/espèce.

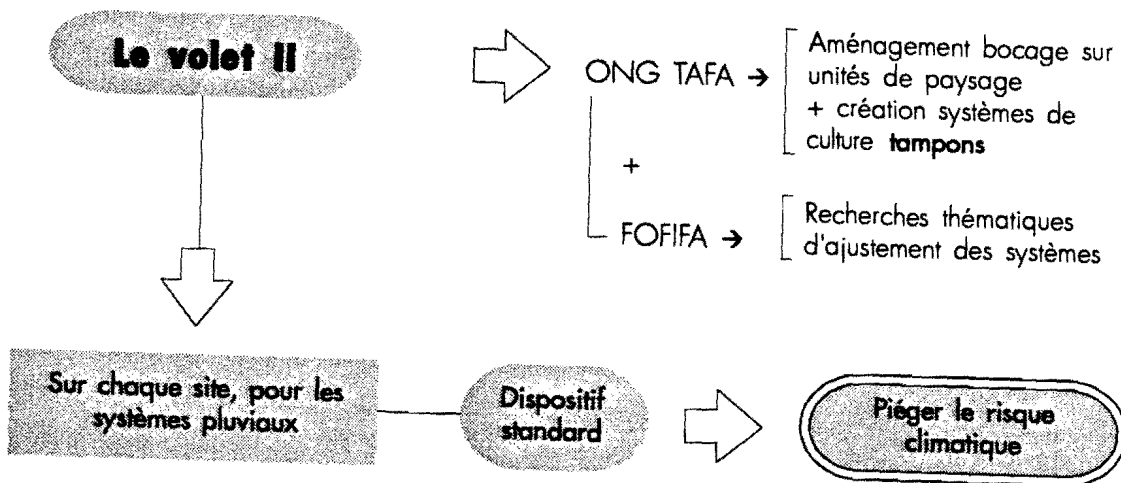
2. Labour inversé → passer d'abord l'offset (un à deux passages), ensuite labour le plus profond possible, plat maïs le plus motteux possible, **semier directement sur labour, sans reprise**, très important préserver **macroporosité initiale**.

3. **Compost** : fumier (2 tonnes) + résidus divers + 100 kg Hyper Reno + 50 kg KCl ⇒ appliquer 2 t/ha de ce compost.

4. D'autres couvertures peuvent être testées → stylobium (mucuna), calopogonium, arachis pérenne ⇒ en culture pure et associées avec maïs.

5. Dispositif de base appliqué à chaque culture ⇒ **blocs dispersés** répétitions possibles : un agriculteur = une répétition.





- Aménagement des unités de paysage ⇒ embocagement ⇒
  - Espèces fruitières
  - Bois (croissance rapide)
  - Espèces fourragères
- Dans cet aménagement, à l'échelle de la toposéquence, sont inclus :
  - les systèmes de cultures pures
  - les systèmes de cultures associées

×

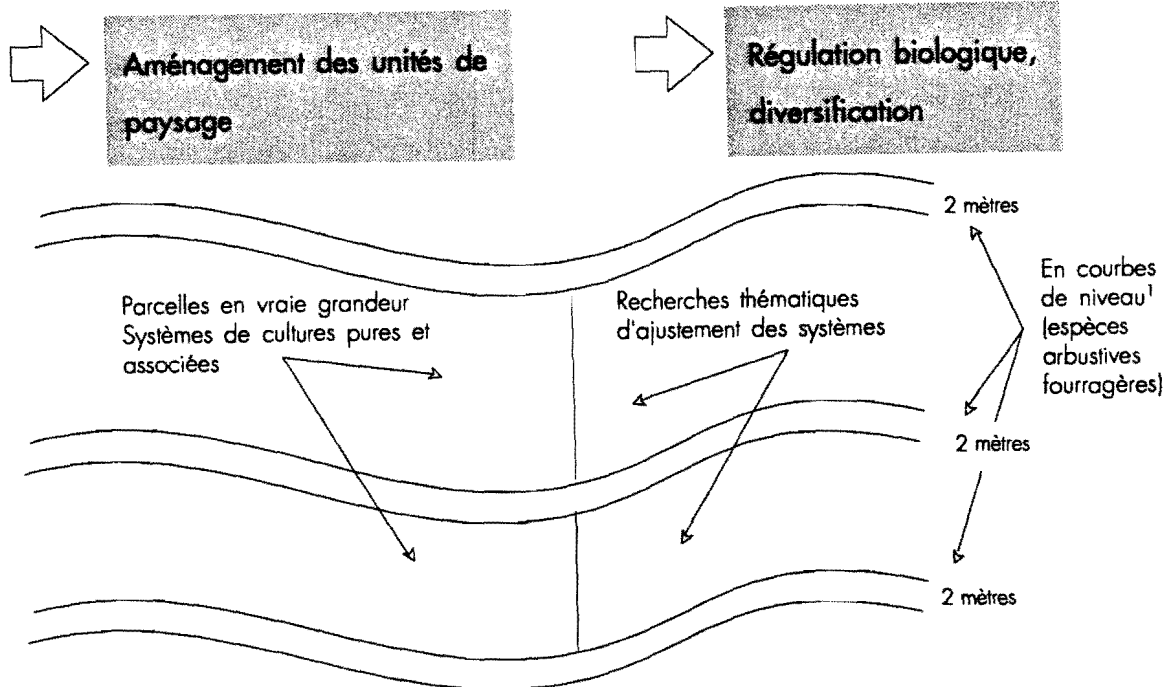
  - les recherches thématiques d'ajustement des systèmes

Ce volet II, fonctionne en étroite connexion avec le volet I, les deux volets comportent des traitements communs (date de semis, mode de semis, niveau d'intensification/espèce)

### Outil de diagnostic, de hiérarchisation

Le système de culture des agriculteurs sert toujours de base de référence (agrotechnique et économique) ⇒ ne pas le déformer, vérifier sa représentativité.

1. Pour ce qui concerne les espèces fruitières, consulter le CIRAD à la Réunion.



1. Sans relief de surface, à plat, en courbes de niveau [ Pentas 2-4 % ⇒ 30-40 m espacement  
Pentes > 4 % ⇒ 20 m espacement

Sur une courbe ⇒ une espèce → plusieurs variétés d'une même espèce peuvent être installées sur la même courbe, ensuite tri et substitution.

### → Espèces à tester (liste non exhaustive, peut être complétée)

- Pour la production de bois\* ⇒ très important sur les fronts de déforestation (production bois de chauffe, charbon)

- *Acacia auriculiformis*
- *Sesbania grandiflora*
- *Acacia mangium siamea*
- *Tectonia* sp.
- *Gmelina* sp.
- quelques *prosopis* dont *Juliflora*
- *Dalbergia sissoo*
- *Albizia falcatana* et *Lebeck*

- Espèces fruitières\*

- citrus
- papayers
- goyaviers
- manguiers
- bananiers (près basfond, sur nappe)
- ananas
- anacardiens

- Espèces fourragères\*

- *Leucena leucocephala* (cf. TAFa)
- Collections *Pennisetum purpureum* (collections lac Alaotra + Kandjasoa GTZ)
- *Cajanus cajan*
- Mils africains (cf. TAFa) [ date semis précoce ⇒ cycles courts alimentation humaine  
date semis tardive (10-20/01) ⇒ cycles longs ⇒ fourrage vert de saison sèche
- Bana Grass
- Soudan Grass ] cf. lac Alaotra, GTZ Kandjasoa, la Réunion

\* Voir au CIRAD à la Réunion pour germoplasm performant diversifié (installer ces espèces avec fumier (ou compost) + Hyper Réno).

Les vitrines systèmes de culture en milieu réel contrôlé

Offre technologique différenciée :

- Performances agronomiques → stabilité, reproductibilité
- Performances techniques (capacité force de travail, pénibilité, flexibilité)
- Performances économiques → systèmes temps, les plus stables possibles

I. Les systèmes de cultures pures, en semis direct

- Avec plantes de couvertures
  - Associées aux cultures alimentaires
  - ou en rotation
    - 1 an couverture
    - 1 an culture

		• En rotation [ 1 an couverture / 1 an culture ] alternés	• Associées [ Plante de couverture + Culture ]
Macropitium	F1		
	F2		
	F3		
Vigna sp.	F2		
	F1		
	F3		
Dolichos	F1		
	F3		
	F2		
Plantes de couvertures en 1995, cultures en 1996 ↑		CM <sup>1</sup> CC <sup>1</sup>	CC CM CC CM
			Maïs Sargho Mil

		Sans plante de couverture - semis direct dans résidus de récolte culture en rotation (sur 3 ans)	
F1			
F2		M/C/M	D/L/D/L
F3			C/R/C
F2			
F1		M/C/M	R/C/R
F3			C/S/C
F1			
F3		SO/C/SO	S/C/S
F2			S/H + M/C
F1			
F2		H + M/C/H <sup>*</sup>	Parcelle élémentaire
F3			
F3			
F1			
F2			
		Fumure de l'agriculteur	

- Avec plantes de couverture
  - Associées au coton
  - ou En rotation
    - 1 an couverture
    - 1 an culture

		• Coton en rotation [ 1 an couverture / 1 an culture ] Alternés	• Coton associé à plante couverture
Arachis p.	F1		
	F3		
	F2		
Cassia r.	F2		
	F1		
	F3		
Arachis r.	F1		
	F2		
	F3		
Cynodon d.	F2		
	F1		
	F3		
Crotalaria spectabilis	F1		
	F2		
	F3		
		CC <sup>1</sup>	CM <sup>1</sup>

↑ Deux variétés/espèce cc : cycle court semis direct précoce ; cm : cycle moyen

• M : maïs ; C : coton ; DL : dolique ; MI : Mil ; SO : sorgho ; S : soja ; H + M : haricot + mil en succession

• Création systèmes de culture réalisés par ONG TAPA

- F1 : fumure recommandée/culture + semences traitées (protection phytosanitaire)
- F2 : semences traitées phytosanitaire + pelliculisation Hyper Réno, 300 g/kg
- F3 : F2 + 2 t/ha compost (fumier enrichi avec Hyper Réno + KCl)

Gestion herbicide des cultures et des couvertures

1. CC : cycle court semis précoce ; CM : cycle moyen, semis précoce ; 200 m<sup>2</sup>/parcelle élémentaire.

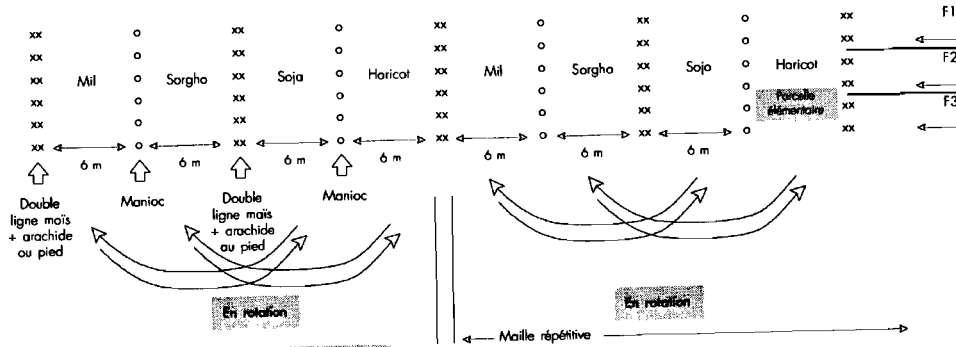
## II. Les systèmes de cultures associées



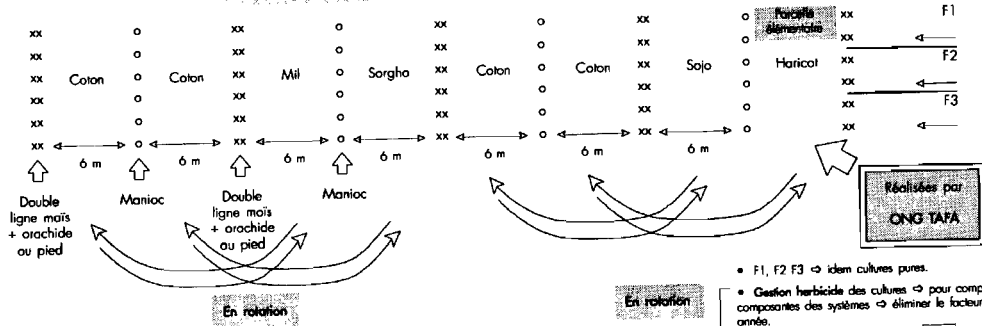
en première année → semis direct sur résidus récolte, semis précoce  
les années suivantes sur les meilleures couvertures

- 2 cultivars/espèce :
- 1 cycle court
- 1 cycle moyen

21. Cultures alimentaires [ Préserver autosubsistance → maïs, manioc, arachide  
Introduire espèces plus stables → mil, sorgho, soja, haricot ]



22. Cultures alimentaires + coton



- F1, F2 F3 → idem cultures pures.
- Gestion herbicide des cultures → pour comprendre, hiérarchiser les composants des systèmes → éliminer le facteur adventices, en première année.
- 200 m<sup>2</sup>/parcelle élémentaire.

## Les itinéraires techniques par culture, dans la matrice des systèmes de cultures pures et associés, recommandations ⇨ ONG TAFA

Compte tenu du volume (possible) des actions de recherche à conduire, sur chaque site, et pour bien maîtriser les systèmes, on préconisera d'utiliser, cette première année, les herbicides recommandés sur chaque culture ⇨ cf. annexe 4.

### • Densités de semis recommandées/culture

#### Sur sols fersiallitiques

Antanimieva  
Andranovory

- maïs → 1 m entre lignes, 4 plantes/mètre linéaire
- mil → 1 m entre lignes, 10 à 15 plantes/mètre linéaire
- sorgho → idem mil
- soja → 0,5 m entre lignes, 12 à 16 plantes/mètre linéaire
- haricot → idem soja

#### Sur sols sableux

Beravy, Sakarah, Ankazoabo

- maïs → 1 m entre lignes, 3 plantes/mètre linéaire
- mil → 1 m entre lignes, 10 plantes/mètre linéaire
- sorgho → idem mil
- soja → 0,5 m entre lignes, 10 à 14 plantes/mètre linéaire
- haricot → idem soja

### • Cultivars/culture

- maïs : OC 202, IRAT 200
- mil : 2 cultivars Brésil
- sorgho : IRAT 321 + le meilleur de la collection Antanimieva
- soja : Cometa + IAC 8
- haricot : Carioca + IAPAR 20

• **Les niveaux de fumure F1, F2, F3**, associés au traitement phytosanitaire des semences, (cf. volet II, les vitrines systèmes de culture) ont été choisis en fonction d'une politique d'utilisation d'engrais minéral minimal, compte tenu du très fort risque climatique ambiant, et de la nécessité (si possible) de valoriser le fumier, valeur sûre qui est tabou dans cette région et très peu utilisé.

### • Semis des plantes de couverture

→ [ *Macroptilium*  
*Vigna* sp.  
*Dolichos* l. ] semis simultané en interligne de la culture (par graines)

→ *Cassia rotundifolia* : semis simultané, en interligne de la culture, par graines

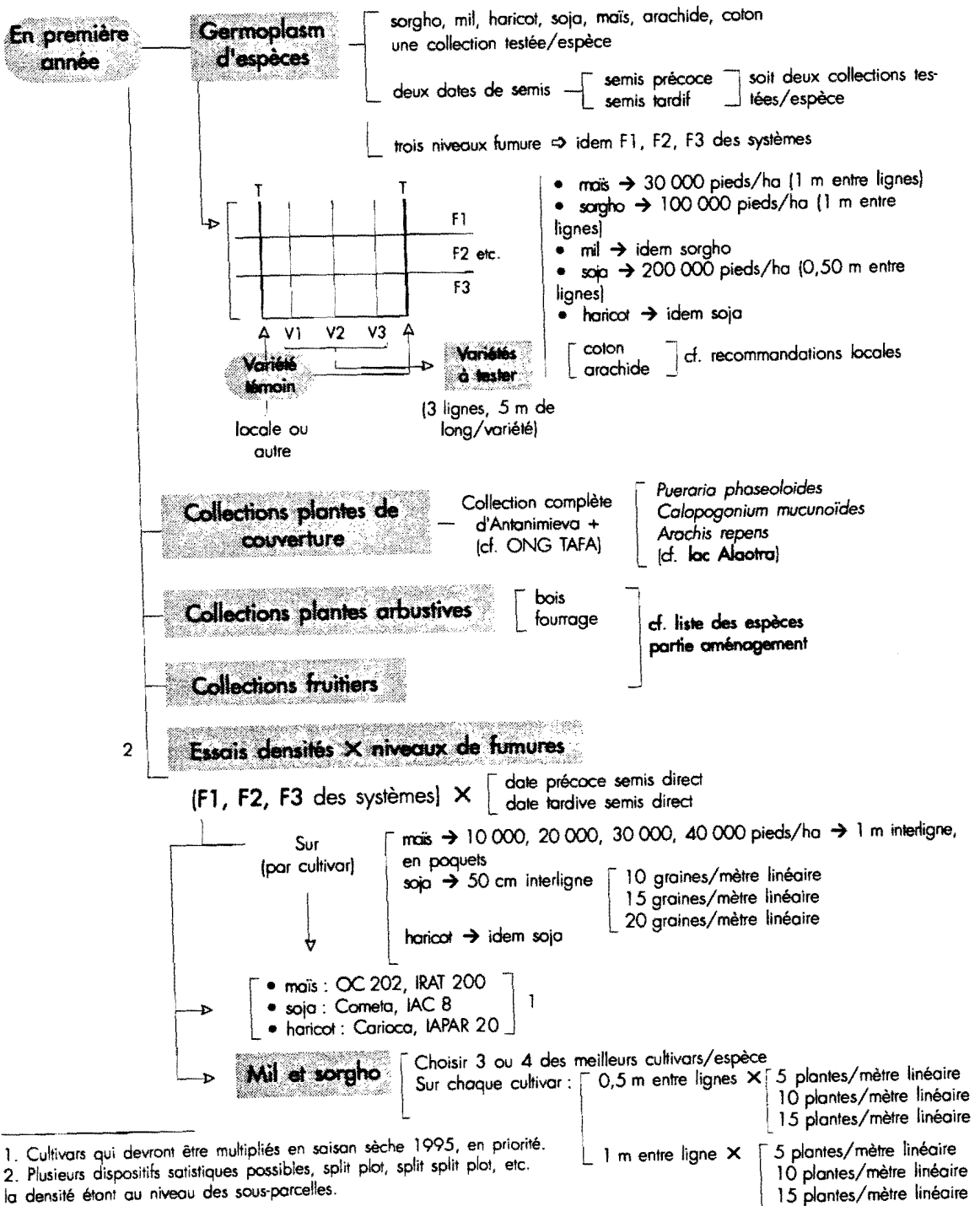
→ *Arachis pintoi*<sup>1</sup> et *Arachis repens*, [ *Cynodon dactylon* ] installés par bouture dans l'interligne en sol humide, dès le semis de la culture ; ces boutures pourront être trempées dans une solution nutritive (N, P, K, Ca, Mg, S, oligo-éléments) toute une nuit avant repiquage, pour favoriser leur reprise rapide.

1. Peut être également implanté par semis de graines (pelliculisées à Hyper Réno + fongicides, important).

# ➔ Les recherches thématiques d'ajustement des systèmes de culture ➔ **FOFIFA**

Elles sont conduites sur les unités systèmes de culture, dans l'aménagement ➔ elles naissent des problèmes qui apparaissent dans les systèmes.  
 Elles sont reliées aux parcelles en vraie grandeur par des traitements communs ➔ une date de semis, un mode de semis, une variété, etc. ➔ hiérarchisation des composantes des systèmes

• Sur chaque vitrine de technologies, commencer par :

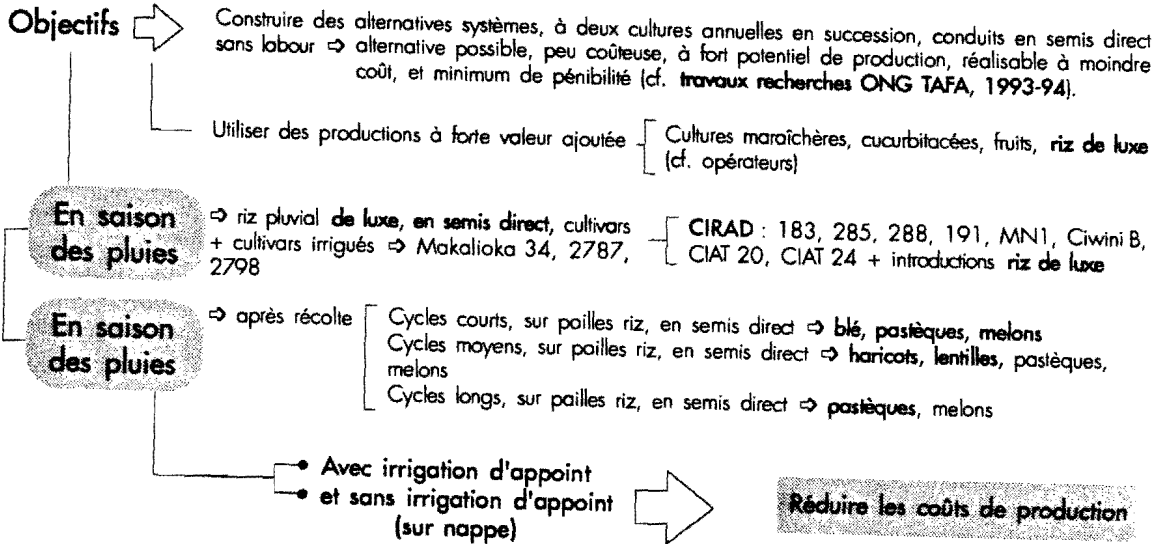


1. Cultivars qui devront être multipliés en saison sèche 1995, en priorité.  
 2. Plusieurs dispositifs statistiques possibles, split plot, split split plot, etc. la densité étant au niveau des sous-parcelles.



## Les systèmes irrigués et/ou irrigables, et les systèmes de culture pluviaux sur nappe

- I. • **Sur sols hydromorphes, vertisols, sols vertiques** → **gros potentiel de production**  
 • **Sites de Ankililoaka, Antanimieva, Bolanimona, bas Fiherenana**



- **En tout début de saison sèche, peuvent également être testés, sans irrigation d'appoint :**

[ Les sorghos Muskwaris du Nord-Cameroun + sorghos actuels (collection Antanimieva + PSO, ONG TAFE)  
 Les mils ⇒ alimentation du bétail en saison sèche

- **Tester différents systèmes d'irrigation, en saison sèche, peu coûteux**

⇒ en pompant dans les nappes (valable également pour le bas Fiherenana)

[ par éoliennes  
 par petites pompes  
 à la main ] à partir de puits ⇒ [ Bassins de réception de l'eau, plastifiés, surélevés,  
 puis irrigation [ • à la raie (billons)  
 • systèmes goutte-à-goutte ⇒ économie de l'eau  
 • système de cruches poreuses (Brésil)

⇒ Cultiver des cultures maraîchères à haute valeur ajoutée, des fruits rouges (fraises, framboises), en saison sèche ⇒ région de Tuléar (ceinture verte)

[ sols vertiques  
 sols sableux du lit du fleuve ] goutte-à-goutte ⇒ cultures maraîchères  
 en dérive ⇒ pastèques

⇒ Introduire, pour la région de Tuléar ⇒ **Palmier dattier** (*Phoenix dactylifera*), **vigne** (cf. ⇒ Techniques de production continue de raisins de table mises au point sur le fleuve Sao Francisco au Brésil), oliviers (palmiers dattiers et oliviers → cf. Afrique du Nord)

Comme dans le cas des vitrines pluviales, les vitrines de technologies sur sols hydromorphes seront conduites : ⇒ par l'ONG TAFE pour l'élaboration des systèmes de culture → cf. rapport L SEGUY, 1994 ;

par le FOFIFA pour les essais thématiques d'ajustement, tri des espèces, essais variétaux riz, blé, haricot, etc.

⇒ ensembles



Cette station servira de germoplasm pour le PSO ⇒ irrigation à partir d'un forage.

Il est nécessaire et urgent de mettre cette station en route et d'y réunir tout le germoplasm de l'ONG Tafa (hauts plateaux + sud-ouest) + PSO + FOFIFA.

• **Mise au point de systèmes de semis direct avec irrigation**

- ⇒ Semis direct sur légumineuses de couverture nourricières
- └ Fixation N
  - └ Contrôle cypéracées (*Cyperus rotundus*, *esculentus*)
  - └ Economie à l'irrigation en saison sèche ⇒ laisser grainer la légumineuse, dessécher avant semis et semis sur couverture morte **en saison sèche**.

**Première année**

⇒ Labour, puis niveler à la lame, billonner

└ Semis germoplasm, **toutes espèces** actuelles (germoplasm ONG Tafa + PSO + FOFIFA)

└ Multiplier ensuite les espèces et cultivars/espèce les plus intéressantes ⇒ cf. résultats en milieu réel, sur vitrines

**Seconde année**

└ Pérenniser structure d'irrigation par technique de semis direct sur couvertures nourricières ou en semis direct sur résidus de récolte (**rotations**)

└ à mettre au point en saison sèche 1996

Attention à la maîtrise des cypéracées très agressives comme *Cyperus rotundus*, *Cyperus esculentus* :

• dans cultures de maïs, haricot ⇒ utiliser **EPTC** en présemis incorporé ou **bentazone** en postprécoce

• sur riz ⇒ **bentazone** en postprécoce

- └ pyrazosulfuron → très efficace et sélectif du riz
- └ voir également metsulfuron-méthyl (sélectif du riz)





## Suivi-évaluation des « vitrines de technologies »



comprendre, expliquer le fonctionnement des systèmes de culture « tampons »  
- **Fonctions** : modélisation, reproductibilité

• **Paramètres à enregistrer/culture/système** ⇒ parcelles systèmes de culture (ONG TAFA)

- |                                     |   |  |  |
|-------------------------------------|---|--|--|
| [ Performances agronomiques         | [ | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Composantes du rendement et productivité de matière sèche (grains + pailles)</li> <li>- Evolution flore adventice</li> <li>⇒ Suivi enracinement à intervalles rapprochés sur les soixante premiers jours (ouvertures de fosses sur profil cultural : à 30 jours, 60 jours)</li> <li>⇒ Suivi du phénomène de reprise en masse en saison sèche, de l'utilisation de l'eau des horizons profonds (paramètres également discriminants)</li> </ul> | ] Paramètre discriminant, dans ce type de milieu |
| [ Performances technico-économiques | [ | <ul style="list-style-type: none"> <li>Temps de travaux/opération/itinéraire technique</li> <li>Coûts de production/hectare</li> <li>Marges brutes/hectare</li> <li>Valorisation de la journée de travail</li> </ul>   |  |

### • Sur les collections de matériel végétal

- Plantes de couverture
  - Vitesse de couverture du sol, conséquence sur enherbement
  - Compétition avec la culture lorsque associée
  - Croissance en saison sèche (noter début dessèchement et vérifier état du profil cultural ⇒ **reprise en masse ou non**, présence de la faune, structure)
  - Production de graines
  - Reprise par graines aux premières pluies, ou stolons, rhizomes
  - Résistances aux maladies, insectes
- Cultures alimentaires (**collections**) ⇒ maïs, sorgho, mil, soja, haricot, riz, etc.
  - Etat sanitaire (résistances aux maladies, insectes)
  - Cycle
  - Résistance à sécheresse ⇒ classement du matériel en collection/culture
- Cultures industrielles (**collections**) ⇒ guar, canolas, ricin, sésame, etc.  
idem cultures alimentaires
- Plantes fourragères (**collections**), cultures arbustives, fruitières ⇒ idem cultures alimentaires

### • Sur le petit matériel agricole

- |   |  |  |                               |
|---|--|--|-------------------------------|
| [ | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilité d'utilisation</li> <li>- Capacité de travail</li> <li>- Acceptation par les producteurs</li> <li>+ incidences sur la dynamique d'enracinement précoce (gage de stabilité)</li> </ul> | ] Coutrier, cannes planteuses et roues semeuses pour semis direct<br>Semoir centrifuge manuel pour engrais, pesticides | ] cf. chapitre petit matériel |
|---|--|--|-------------------------------|

## Les urgences



## Saison sèche 1995

1. En saison sèche, dès maintenant ⇒ tenter d'approcher la détermination des premières pluies utiles, pour amorcer le semis/culture, en prenant un risque minimal ; pour ce faire :

[ sur sols très sableux (Sakaraha par exemple)  
 sur sol fersiallitique (Andranovory) ] semer : maïs, soja, haricot, mil, sorgho, arachide en fonction de plusieurs régimes pluviométriques (irrigation)

⇒ Traitements irrigation × chaque culture (quelques m<sup>2</sup>/traitement)

Pluies simulées sur sol sec <sup>1</sup>	30 mm répartis sur			45 mm répartis sur			60 mm réparti sur		
	Une pluie	Deux pluies à 3 jours intervalle (15 × 2)	Trois pluies à 2 jours intervalle (10 × 3)	Une pluie	Deux pluies à 3 jours intervalle (22,5 × 2)	Trois pluies à 2 jours intervalle (15 × 3)	Une pluie	Deux pluies à 3 jours intervalle (30 × 2)	Trois pluies à 2 jours intervalle (20 × 3)
Semis direct de chaque culture									
<ul style="list-style-type: none"> <li>Le lendemain de chaque pluie</li> <li>Deux jours après chaque pluie</li> <li>Trois jours après chaque pluie</li> </ul>									

Observer le **pourcentage de levée**, et la résistance ensuite de la culture à la sécheresse, jusqu'au flétrissement permanent (l'aptitude à la reprise après une nouvelle irrigation **peut également être évaluée**, avant flétrissement permanent, etc.).

1. Semences **traitées** (fongicides + insecticides).

2. Réunir tout le germoplasm et le multiplier ⇒ Site irrigué de Antanimieva (ONG TAFE) Station PSO du bas Fiherenana

Réunir toutes variétés/espèce ⇒ ONG TAFE + PSO, y compris les variétés de soja des hauts plateaux (FT 10, FT 14, FT 16, Cometa, Primavera, etc.) ⇒ garder un talon de sécurité/espèce/variété

3. Se réunir : PSO + ONG TAFE + FOFIFA ⇒ Rédaction du programme expérimental sud-ouest 1995-96  
 Etablir un devis détaillé des prestations ⇒ ONG TAFE  
 FOFIFA

4. Si, par manque de moyens, en particulier, en personnel qualifié pour conduire tout le programme expérimental, conserver absolument :

les vitrines de Ankazoabo, Sakaraha, Andranovory ⇒ **systèmes pluviaux** ;  
 les vitrines de Antanimieva, Betanimena ⇒ **systèmes irrigués et/ou irrigables**.

5. Profiter de la campagne agricole 1995-96, pour former des agronomes et techniciens sur les techniques de semis direct (ONG TAFE, PSO, FOFIFA).

A la fin de la saison sèche, dès la récolte du germoplasm, fournir 50 g de chaque cultivar de soja, haricot, sorgho, mil, maïs, à M<sup>me</sup> Jacqueline RAKOTOARISOA, directrice du projet riz au FOFIFA ; une grande partie de ce matériel est originaire d'un milieu physique au Brésil très semblable à celui de Kandjasoa, dans le moyen-ouest.

## Le petit matériel agricole à introduire

Dans une perspective de développement (hautement souhaitable), des techniques de semis direct, il est urgent d'importer quelques exemplaires de :

- **cannes planteuses brésiliennes** (semences + engrais **localisé**) → modèles 13A, plantadeira KRUPP Industria metalurgica LTDA, adresse :  
Rua José de Oliveira Neto, 407. CP 145  
Ararica - Sapiranga - Rio Grande do sul. Tél. (0512) 99.1399  
→ 10 à 20 exemplaires.
- **roues semeuses** (semences + engrais) ou manuelles, ou en traction animale, pour semis direct sur couvertures mortes et vivantes (+/- 200 US\$/unité)  
M. Bernard VAN ARAGON, adresse :  
ARCO Industria LTDA  
Estrada Castrolanda, Kn 4, Rua sem n°  
Castro, Parana, Brésil. Fax : 1955422-329296
- **Semoirs manuels centrifuges** → modèle 1C1, cyclone (+/- 280 F l'unité), adresse :  
SAELEN SA, rue Pic au vent  
CRT BP 359, 59813 LESQUIN Cedex  
Tél. : 20.87.55.21, Fax : 20.87.83.75
- **Batteuses céréales et légumineuses à poste fixe** (voir avec CIRAD-SAR → CEEMAT).
- **Semoirs de semis direct à traction animale**, toutes graines, conçus par l'IAPAR (Institut agronomique du Parana → cf. Prospectus de M. PIERSON, ONG TAFSA).

## Un germoplasm d'espèces à compléter

Le germoplasm actuel (ONG TAFSA, PSO) est extrêmement conséquent, de très grande qualité (voire exceptionnelle : → cas du germoplasm soja, haricot, sorgho, riz), bien adapté aux conditions de milieux de Madagascar.

Il mérite d'être complété par des introductions :

- **d'espèces de diversification** : pastèques, melons, fonio (support de semis direct à cycle court), vigne (cf. Brésil), palmier dattier, ricin (cf. Brésil), plus espèces fruitières, espèces arbustives à croissance rapide (cf. CIRAD la Réunion) ;
- **de variétés d'espèces déjà présentes sur le projet** : arachide (cf. Brésil), sorghos sucriers, à bière (cf. Brésil), vignas (cf. Brésil), riz pluvial de luxe, dont certaines variétés parfumées pour promouvoir la qualité, donc des prix attractifs sur le PSO (cf. Brésil) ; *Pennisetum* (cf. lac Alaotra), *Cenchrus* (cf. lac Alaotra, Kandjassoa), *Panicum tanzania*, *Brachiaria brizantao* (cf. Brésil) ; cynodons Tifton (cf. USA PR. Burton) ; plantes de couverture : *Tephrosia pedicellata*, *Pueraria phaseoloides*, *Stylosanthes hamata* + espèces arbustives à croissance rapide (cf. Hubert Charpentier, Côte-d'Ivoire).

## ■ En conclusion

Le projet sud-ouest, après un démarrage un peu laborieux dû à des retards administratifs et financiers est très bien engagé, bien conduit par les responsables.

L'année 1995-96 sera le début d'un sérieux engagement entre tous les partenaires et opérateurs ; en effet, face à un milieu socio-économique pauvre, déshérité, le PSO devra, pour fixer une agriculture la plus stable possible et diversifiée, dans un tel milieu physique, apprendre avec les agriculteurs, dans leur milieu, à la fois :

- à gérer le risque climatique, donc économique ;
- à former, organiser les agriculteurs pour cette gestion, en valorisant au maximum les produits, qui seront de qualité (commercialisation par des opérateurs responsables, transformation artisanale, etc.)

La gestion du risque climatique devra prendre en compte, simultanément :

- **l'aménagement des unités de paysage sur lesquelles s'exercent** une très forte dégradation actuelle (déboisement, érosion en nappe, etc.) → embocagement par espèces arbustives à croissance rapide (vocations : fourragère, bois de chauffe, fruits → cf. liste introductions) ;
- **le développement simultané des techniques de semis direct**, qui seules peuvent permettre une protection totale contre l'érosion à moindre coût, régénérer la fertilité (plantes de couverture) et augmenter considérablement la capacité de travail des agriculteurs, dans des conditions de pénibilité nettement diminuées ; ces techniques de semis direct avec contrôle des adventices et couvertures mortes ou vivantes, par voie mécanique et/ou chimique, permettra en outre, de libérer la force de travail en traction animale, et de caler parfaitement les cycles culturaux.
- **le choix de matériel végétal performant et diversifié** pour les différentes conditions de milieu, des longueurs de cycle différentes pour les espèces les plus stables (piéger le risque climatique) ;
- **le développement d'outils simples**, à grande capacité d'utilisation (cannes planteuses, roues semeuses, coutrier, etc.), alternatives possibles aux charrues actuelles, peu performantes.

La construction de systèmes de culture stables, lucratifs et diversifiés, devra se faire en étroite collaboration entre les diverses institutions compétentes : ONG Tafa, FOFIFA, Hasyma, etc., oeuvrant pour et chez les agriculteurs, dans leur milieu. **La formation des divers acteurs** du développement est également de toute première importance, de même que l'aménagement des conditions d'appropriation des technologies par les agriculteurs, au fur et à mesure de leur libre choix par les agriculteurs.

Les synergies et collaborations déjà entreprises avec vigueur, doivent être renforcées car elles seront sans aucun doute, la clé d'un progrès significatif et durable ; il faut, encore une fois, noter que la problématique de développement de ce milieu sud-ouest présente beaucoup de points communs avec d'autres régions africaines de la zone soudano-sahélienne ; le PSO peut donc contribuer au développement de cette grande zone, bien au-delà des enjeux spécifiques à cette région de Madagascar ; là encore, les synergies d'approche pour la recherche-développement, sont évidentes et **prioritaires** pour la coopération française.

## Divers

### 1. Intérêt des cotons Moco (arbusitifs)

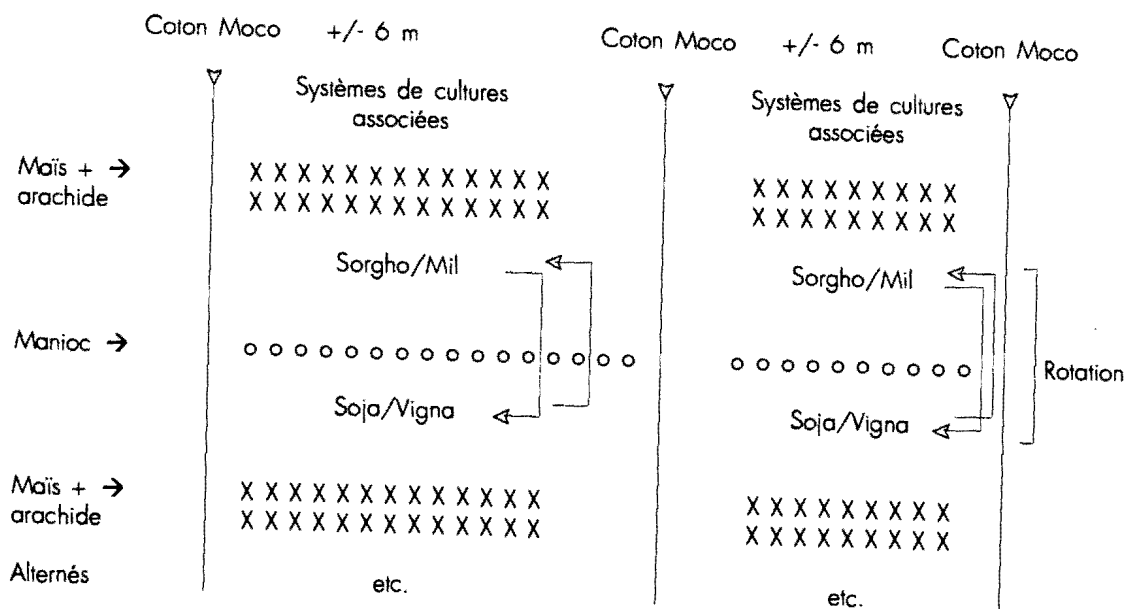
Ces cotons arbusitifs présentent un intérêt indéniable, dans un milieu à très fort risque climatique (Pluviométrie très aléatoire, sols les plus sableux), où le niveau de technicité moyen sur la culture cotonnière, est modeste, voire faible. Ces cotons sont plus rustiques que les cotons herbacés, moins exigeants en intrants, et présentent de bonnes qualités de fibre. Le centre coton de l'EMBRAPA a travaillé ce matériel Moco dans le Nord Est sec ; des variétés productives dès la deuxième et surtout troisième année **peuvent être testées**.

Il me paraît important d'introduire ces cotons (FOFIFA-PSO), dans les microrégions de Sud-Ouest, où le risque climatique est le plus élevé.

Ils pourraient constituer une composante importante des systèmes de cultures associés, proposés (composante rustique, peu exigeante en intrants chimiques).

Enfin, ils peuvent entrer dans la catégorie très valorisée (30 % plus cher) des cotons « organiques », soit un atout économique non négligeable dans une agriculture à très faibles intrants.

### Exemple de Systèmes



Ces systèmes pratiqués avec les techniques de semis direct (sur couverture morte/vive) peuvent constituer des systèmes tampons efficaces vis-à-vis des risques climatiques et économiques interannuels, dans une gestion agricole à faible niveau d'intrants.

*Des variétés seront proposées pour introduction à Madagascar via le FOFIFA (de même que des variétés de coton herbacé d'origine australienne et autres de haute productivité).*

## 2. La Lutte biologique contre les insectes

- Ce sujet est très important pour une production cotonnière, à moindre coût.
- La lutte contre les chenilles de lépidoptères, en particulier, ... primordiale.
- L'utilisation des Trichogrammes doit être diffusée (elle donne d'excellents résultats sur mineuses des tiges de la canne à sucre au Brésil, *Diatraea saccharalis*).
- L'IRCT avait déjà formé quelques chercheurs et techniciens du FOFIFA à la maîtrise des Trichogrammes ; ce programme devrait être **réactivé**.

---

A signaler, et à **tester** également :

- le Baculovirus anticarsia
  - les champignons des genres *Beauveria* (cf. la Réunion)/sur **chenilles**  
*Nomuraea rileyi*
    - les diptères et guêpes dans la lutte **contre les punaises**  
(genres : *Eutrichopodopsis*, *Trissoleus*, *Telenomus*).
  - Mélange herbicide sur **coton**, en préémergence
    - sol sableux : 1,7 l Diuron + 1,4 l Lasso/ha
    - sol argileux : 2,5 l Diuron + 2,5 l Lasso/ha
-

# Annexe 1

**Enquêtes sur la variabilité  
des itinéraires techniques  
du manioc, maïs, arachide, coton  
(projet sud-ouest)**

## **Etude sur la variabilité des itinéraires techniques du manioc, maïs, arachide, coton**

### **Termes de référence**

Cette étude, effectuée à la demande du Projet Sud-Ouest, a pour objet une meilleure compréhension de la variabilité actuelle des itinéraires techniques du manioc, maïs, arachide et coton dans la zone d'intervention du projet.

Elle s'attachera à réaliser :

- une description des principaux itinéraires techniques rencontrés ;
- une analyse de ces itinéraires techniques, de leur pertinence et de leur cohérence par rapport aux objectifs et stratégies des producteurs, aux conditions du milieu physique et socio-économique et par rapport aux propositions de la recherche et aux recommandations d'autres intervenants ;
- une proposition d'actions pour le projet Sud-Ouest.

L'étude portera en particulier sur les cinq zones sur lesquelles intervient actuellement le PSO: Antanimieva, Ankililoaka, Bas Fiherenana, Sakaraha, Ankazoabo. Dans chacune de ces zones, les principaux types d'itinéraires techniques seront décrits et leurs importances respectives seront estimées à partir d'entretien avec les responsables techniques, administratifs, commerciaux locaux et régionaux, avec les paysans et de suivis de parcelles (minimum 20 dans chaque zone) placées dans des situations contrastées mais représentatives.

**Dans la première partie** : description des itinéraires techniques, l'étude cherche à répondre aux questions :

Où :

- cartographie des principales zones de production, des principaux types d'itinéraire par zone ;
- place dans le paysage des principaux itinéraires: haut de versant, versant, colluvions, alluvions, défriche, baiboho...

Quand :

- précédents culturels, place dans la rotation ;
- calage des cycles culturels et des opérations culturelles saisons, demie-saison, contre-saison.



Comment :

- type de préparation du sol (type de labour, semis) ;
- semis : matériel végétal utilisé, matériel utilisé, densité de semis ;
- fumure ;
- protection phytosanitaire ;
- entretien : démariage, sarclage... ;
- récolte, stockage, commercialisation...

**Dans la deuxième partie**, l'analyse des itinéraires techniques portera sur la compatibilité des pratiques avec les objectifs et les stratégies des producteurs, avec les conditions du milieu physique (notamment les problèmes de dégradation du milieu, de diminution de la fertilité, de dynamique des adventices) et socio-économique.

Ces analyses techniques et économiques intégreront notamment sur les parcelles suivies des études des composantes du rendement et des études de coût de production et de rentabilité des différents types d'itinéraires rencontrés.

Les relations avec les autres parties du système de production seront aussi analysées.

L'adoption et l'adaptabilité des résultats de la recherche ainsi que les raisons d'adoption ou de non adoption feront également partie de l'étude.

**La troisième partie** concernera les attentes des producteurs ou des acteurs engagés dans la filière (avec un oeil critique sur les actions en cours) et les possibilités d'intervention du PSO ou des autres acteurs de la région (FOFIFA, exportateurs) : approvisionnement en matériel végétal, en intrants, stockage, formation, information...

## **Modalité de l'étude**

L'étude se déroule sur 6 mois du 15 janvier au 15 juillet 1995. Elle comportera :

- une bibliographie exhaustive des actions et des résultats de recherche et de développement sur cette culture dans la région ;
- une participation à la formation « analyse des itinéraires techniques » à Tuléar du 30 janvier au 3 février 1995 ;
- une collaboration avec les équipes de zone ;
- une enquête sur le terrain (entretien, suivi de parcelle) ;
- une intégration du suivi des expérimentations sur cette culture ;
- la rédaction d'un rapport synthétisant l'ensemble de ces informations.

Les avances mensuelles ne seront versées que sur présentation d'un rapport accepté par le responsable de la composante agronomie indiquant :

- le travail réalisé pendant le mois ;
- les résultats significatifs de ce travail ;
- le programme du mois suivant ;
- les difficultés rencontrées.

Un programme de travail détaillé avec méthodologie d'étude sera intégré au rapport du mois de février.

La prime de rendement ne sera versée qu'après acceptation définitive du document final.

## Analyse de la variabilité des itinéraires techniques coton.

	Identification	FVP	Frs	Fokontany	Date de passage	Nom de l'enquête
Description parcelle	Situation	Surface	Type de sol	Texture	Couleur	Nom vernaculaire
Précédents	Type culture	N-1	N-2	N-3	Faire-valoir	DRS
Techniques culturales	Abattage	Nettoyage	Billonnage	Labour	Semis	Démariage
Date Matériel Temps de travaux						
Semences	Quantité	Obtention	Traitement	Type semis	Densité	Variété
Fumure	Quantité	Sarclage 1	Sarclage 2	Culture associée 1	Densité 1	Culture associée 2
Traitements phytosanitaires	Date 1 Produit 1	Date 2 Produit 2	Date 3 Produit 3	Date 4 Produit 4	Date 5 Produit 5	Date 6 Produit 6
Placettes	Etat culture 1	Hauteur	Densité	Adventices	Carence	Profondeur racines
Pl. 1						
Pl. 2						
Récapitulation coûts	Préparation	Semences	Intrants	Semis	Sarclage	Autres
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Le dos du questionnaire sera utilisé pour fournir toutes les informations permettant de comprendre la cohérence des pratiques de l'agriculteur avec ses objectifs et avec les contraintes de son environnement.

## La région des hauts-plateaux

### **Appui au programme de l'ONG-TAFA (FIFAMANOR)**

---

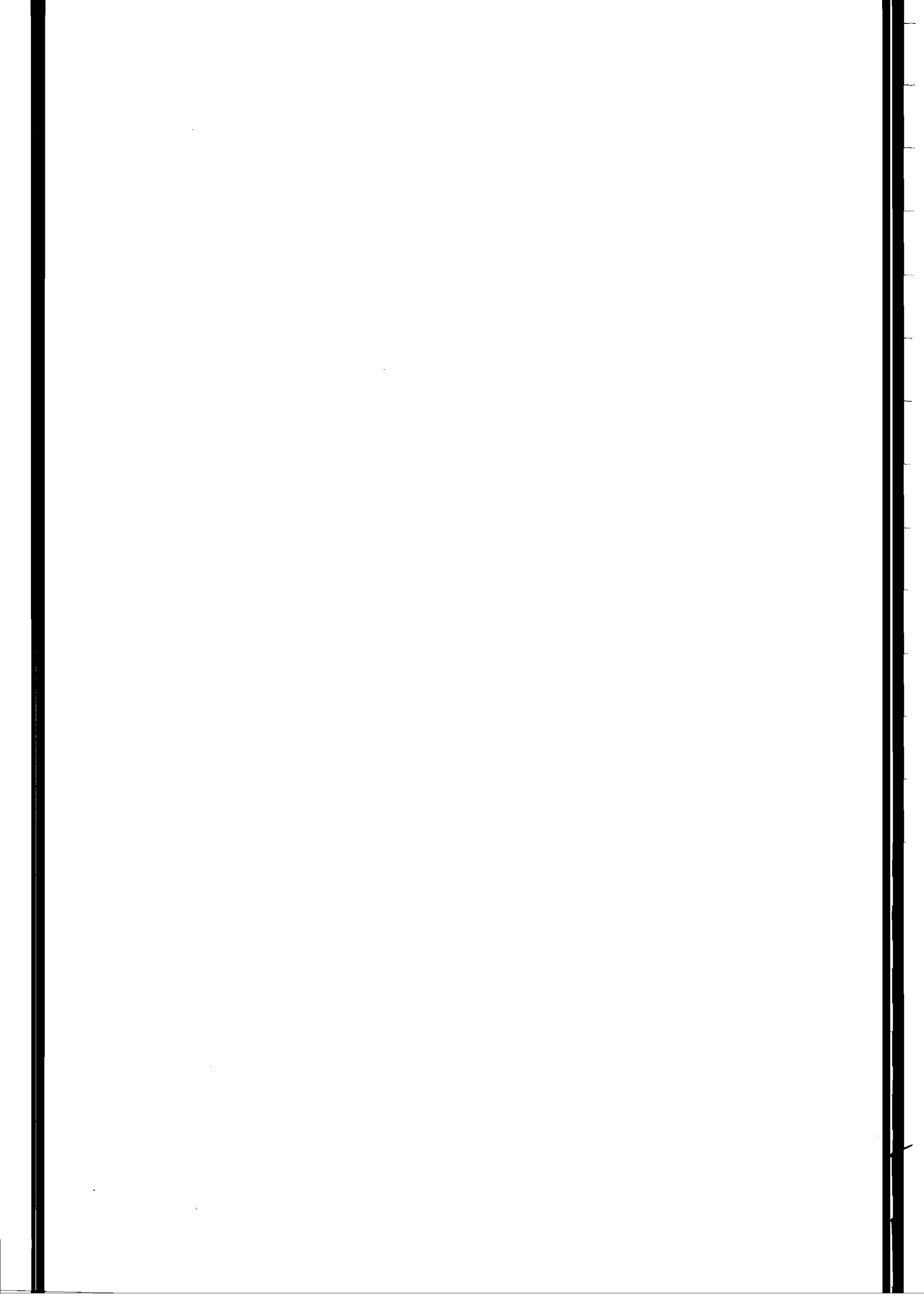
*Rappel très urgent (ONG-TAFA)*

*Faire la synthèse des résultats obtenus avec les techniques de semis direct sur fermes Kobama et FIFAMANOR (trois dernières années).*

*Dès réception de ce rapport (frappe manuscrite), **rédiger** les programmes de recherche-action 1995-96, et chiffrer leur coût avec les principaux partenaires (PSO, FIFAMANOR, FOFIFA).*

*Ce programme chiffré devra être présenté à M. J.F. Richard de la Caisse française de développement, lors de sa mission en juin 95 (projet Institut technique des hauts-plateaux).*

---



## ■ Observations sur la campagne

### Le dispositif de recherche-action 1995

Malgré des difficultés administratives et financières sérieuses, l'ONG Tafa (équipe technique héritée du programme fermes mécanisées de la Kobama, dirigée par M. PIERSON) a eu le très grand mérite de conduire l'essentiel du programme de recherche appliquée proposé en 1994 (cf. rapport de mission, L. SEGUY, 1994). Les activités de recherche portant sur la mise au point des systèmes de culture, en semis direct, avec ou sans couvertures vives, ont même été étendues, hors sites traditionnels des fermes Kobama et FIFAMANOR, à un réseau représentatif de conditions pédoclimatiques et socio-économiques : cinq vitrines de technologies centrées sur le thème « semis direct sur couvertures vive ou morte, comparé au labour traditionnel » ont été installées sur les hauts plateaux, encadrant parfaitement la variabilité du facteur sol, depuis les sols ferrallitiques les plus pauvres, sur socle (site de Ibity), pratiquement inexploités (vaste réservoir de terres), jusqu'aux andosols les plus fertiles de la région de Betafo, où la densité d'occupation des sols est très élevée.

Sur les cinq nouveaux sites en milieu réel retenus, un dispositif standardisé, à la fois, de mise au point et de démonstration des systèmes de culture pratiqués en semis direct, a été implanté, pour être pérennisé.

Il comprend, basiquement, trois toposéquences juxtaposées de systèmes de culture, installées à l'échelle des unités de paysage représentatives (pentes des collines joignant les parties sommitales à la rizière) :

- une toposéquence de systèmes témoin, travaillés à l'Angady ;
  - une toposéquence des mêmes systèmes de culture à base de céréales (maïs, blé), pratiqués **en semis direct sur couvertures vives de légumineuses** (*Desmodium uncinatum*, *Trifolium semi-pilosum*, *Cassia rotundifolia*, *Lotus uliginosus*) ;
- une troisième toposéquence de systèmes à base de légumineuses (soja, haricot), **cultivées en semis direct** sur couverture vive de graminée (*Pennisetum clandestinum*) ou sur couverture morte d'avoine (succession annuelle).

---

Les cinq nouveaux sites de recherche-action sont : Sambaina, Antsampanimahazo, Ibity, Betafo.

---

Enfin, des essais d'évaluation riz pluvial d'altitude, ont été associés à ce dispositif systèmes, dans chaque site, de même que des collections de matériel végétal : plantes de couvertures, variétés performantes de soja.

### Observations principales

Une sécheresse exceptionnelle (premier cas sur plus de 10 ans) générale, de plus d'un mois, entre février et mars, a sérieusement affecté la productivité des cultures : maïs, blé surtout, dans tous les sites, quels que soient les systèmes mis en comparaison, pour tous les semis **tardifs** ; seuls les semis précoces de maïs, blé, riz ont pu échapper à cet accident climatique exceptionnel (Talaty, Fifamanor).

**Sur les cinq nouveaux sites** : les systèmes de culture, avec couvertures vivante ou morte, offrent des perspectives de productivité pour le maïs, le soja, en général, égales ou supé-

rieures à celles prévisibles pour les mêmes cultures, dans le système traditionnel, labouré à l'Angady ; la culture de haricot sur *Pennisetum* est toujours plus développée que sur labour, et surtout beaucoup plus saine (moindres attaques de maladies cryptogamiques, de mouches mineuses). Parmi les couvertures vives, le *Cassia rotundifolia* se montre le plus rustique et le plus apte à coloniser rapidement tous les types de sols, du plus pauvre au plus riche. Le riz pluvial a, en général, beaucoup souffert de la sécheresse (phase sensible de montaison-épiaison), les nouvelles variétés se comportent plutôt mieux que le témoin (3406).

Dans tous les sites expérimentaux, le facteur fertilité se montre toujours le plus limitant, même dans le cas des sols les plus riches (→ carence en  $P_2O_5$  sur maïs assez généralisée à Betafo).

**L'érosion est toujours totalement maîtrisée sur les parcelles avec couvertures morte ou vive,** par contre, elle demeure très active sur les parcelles labourées à l'Angady.

Enfin, la culture de soja (CV.UFV1) se comporte, en général, très bien partout et montre une stabilité de production supérieure aux autres cultures ; parmi les nouvelles variétés de soja (brésiliennes), la variété Cometa présente un cycle très court à 1 600 mètres d'altitude (+/- 120 jours), et ouvre des perspectives intéressantes dans la région pour cette culture, de même que les variétés FT10, FT16 (reprise de l'activité de l'usine de trituration d'Antsirabé ⇒ les surfaces cultivées en soja ont nettement augmenté cette année).

### Sur la ferme Kobama

Toutes les cultures, quels que soient les systèmes pratiqués, ont également souffert de la sécheresse de février-mars.

Comme sur les cinq nouveaux sites, la culture de soja montre une bonne stabilité, outre les variétés citées précédemment, les cultivars Primavera, Ibiara expriment de très fortes potentialités, **sans verse**, et des cycles relativement courts qui vont permettre l'utilisation des successions annuelles :

- soja de semis précoce + pâturage en succession (soja sur *Pennisetum clandestinum*) ;
- soja de semis précoce + avoine en succession ou Ray Grass.

L'érosion est totalement maîtrisée sur tous les systèmes de semis direct.

Malgré la forte sécheresse de fin de cycle, les nouvelles lignées et variétés de riz pluvial confirment bien, pour les meilleures, leur très haut potentiel de rendement (attention toutefois à la pyriculariose ⇒ exercer une sélection drastique sur résistance).

### Sur la ferme Fifamanor

Les systèmes de semis direct, sur résidus de récolte (sans couverture associée), offrent des perspectives de productivité excellentes, sur cultures de maïs (local OC202), soja (UFV1) ; ce système de semis direct, le plus simple à pratiquer, montre sa très nette supériorité sur le système labour, dès lors que la fertilité du profil cultural a été progressivement relevée ; des rendements de plus de 5-6, voire 7 tonnes/ha de maïs (variété locale de **4 mètres de haut**) sont attendus, de même des rendements supérieurs à 2 tonnes/ha pour le soja malgré une verse de 100 %.

Dans ces systèmes de semis direct, sur résidus de récolte utilisant systématiquement les rotations céréales-légumineuses, on observe, après 2 à 3 ans d'utilisation, **une accumulation notable de matière organique en surface** : la culture en place, qui va être récoltée, repose encore sur un lit important de résidus de récolte issus de la culture précédente ; les améliorations du profil cultural aux plans biologique et physico-chimique sont déjà très significatives par rapport au profil cultural sous labour (cf. annexe 7).

Par contre, les systèmes avec couvertures vives : maïs sur trèfle se montrent nettement moins performants cette année sèche, à cause d'une mauvaise utilisation des herbicides (applications de 2-4 D en particulier, en plein sur maïs après le stade 3-4 feuilles et mauvais contrôle de la compétition du trèfle sous blé).

Comme sur tous les autres sites expérimentaux, la culture de haricot sur *Pennisetum C.*, et sur *Brachiaria sp.*, se montre toujours nettement plus productive et **saine** que sur labour ; à noter toutefois **l'importance du traitement de semences** avec fongicides (Thiabendazole + Thiram) + insecticide (Imidachlopride, Thiodicarb) pour **garantir une bonne levée, chaque année** (cette règle s'applique à toutes les cultures : maïs, blé, haricot, soja).

Enfin, comme dans tous les sites expérimentaux, l'érosion est parfaitement maîtrisée dans tous les systèmes de culture avec semis direct, même sans couverture vive associée. La confirmation de ce résultat depuis 2 ans, montre l'extrême importance qu'il y a, à diffuser déjà ce système de semis direct dans les résidus de récolte, le plus simple à maîtriser.



## ■ Les recherches à poursuivre sur les techniques de semis direct en 1995-96

(ONG TAFE, dans cadre Institut technique, FAFIALA, ANAE)

### Rappel de quelques règles de base sur les techniques de semis direct sans travail du sol, dans le contexte économique de Madagascar

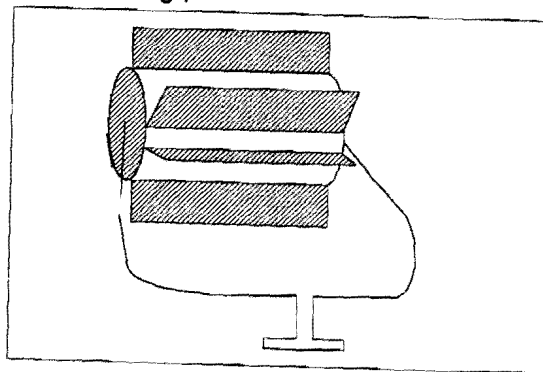
(extraits rapport L. SEGUY, 1994)

Le semis direct consiste à implanter une culture sans aucun travail du sol (outils appropriés). Cette implantation peut se faire :

- dans les résidus de récolte du précédent cultural + repousses adventices qui sont séchées, avant semis, soit par un herbicide total de présemis, soit par passage d'un outil mécanique (manuel ou motorisé) → le rouleau à lames (landaise).

Il peut être à traction animale (cf. livre C. MONTEGAT → J.L. REBOUL) ou à traction motorisée.

Exemple : Rouleau à lames manuel (+/- 30 à 40 cm de large).



Dans ce cas, la culture est implantée sur « couverture morte ».

- Sur couverture vive d'une espèce régénératrice de la fertilité, qui assure :
  - une couverture totale et rapide du sol (protection contre l'érosion) ;
  - la maîtrise des mauvaises herbes (allélopathies: obscurités, etc.) ;
  - la régénération de la fertilité (systèmes racinaires + matière organique à *turn over* rapide, fixation de l'azote atmosphérique, active le développement de la faune et de la microflore donc l'activité biologique).

Ces fonctions complémentaires devant être assurées, à moindre coût.

Comme dans le cas du semis direct sur couverture morte, le semis des cultures peut s'effectuer :

- directement sans herbicide, ni contrôle mécanique – la plante cultivée et la couverture vivant en **synergie** ou en conditions de **compétition minimale** ;
- avec herbicide de présemis, qui ne détruit pas les organes souterrains de la couverture (ou ses graines), mais qui sèche la partie aérienne pour annihiler sa compétition initiale avec la culture, le temps que cette dernière couvre le sol ;
- avec rouleau à lames, qui a le même effet de contrôle temporaire sur la couverture, que l'herbicide.

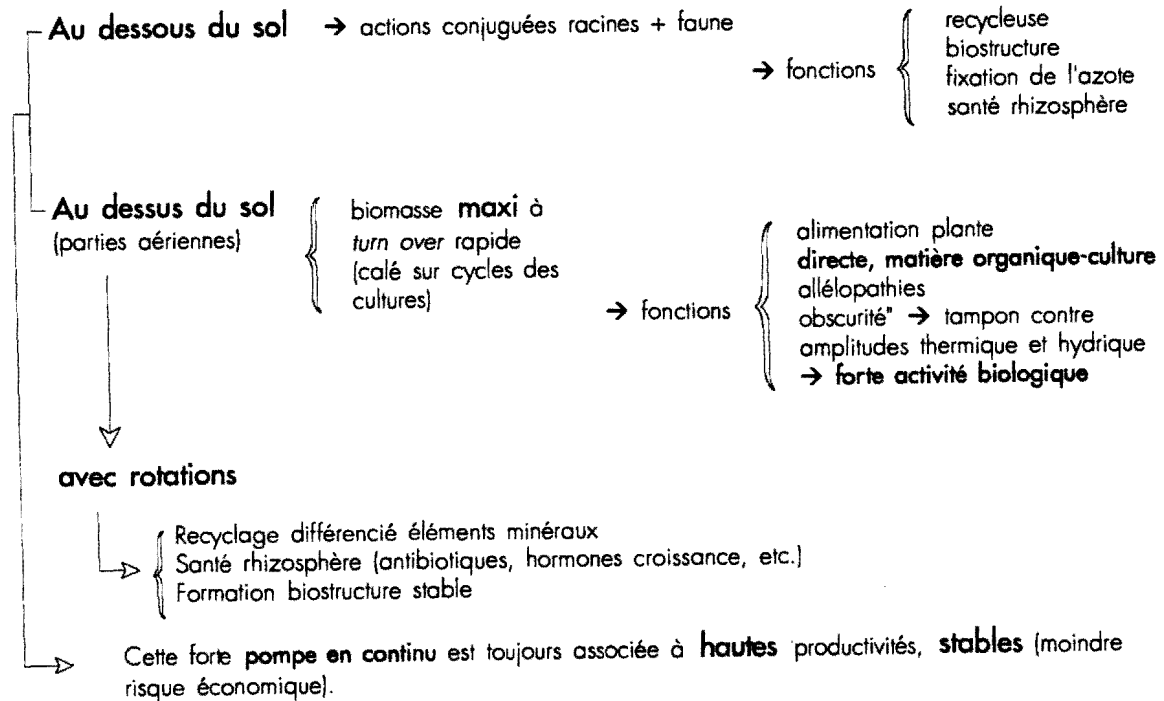
Après la récolte, la couverture repart et assure de nouveau la couverture totale du sol :

- tampons contre les variations hydriques et thermiques dans le profil cultural, facilitant le travail de la faune ;

- contrôle des adventices ;
- recyclage éléments minéraux de la profondeur vers la surface ;
- restitutions de l'azote, matière organique à *turn over* rapide.

En résumé, cette technique reproduit, à l'échelle de la culture, le fonctionnement de la forêt tropicale (cf. *Les systèmes de culture du Centre-Nord Mato Grosso, 1994*. L. SEGUY, S. BOUZINAC).

La couverture du sol, morte ou vivante, **fonctionne comme une pompe en continu** :



Pour installer cette pompe, en continu, deux stratégies :

□ **Installation rapide** :

- capacité à produire maxi matière organique sur temps très court :

- ou **avant** plante à cultiver en conditions climatiques souvent **marginales**
- ou **après** la culture en conditions climatiques souvent **marginales** également
- ou **pendant** la culture → couverture associée à la culture (légumineuses à stolons, volubiles, graminées à stolons et rhizomes, etc.).

Pour ce faire, il faut agir immédiatement sur les principaux facteurs de fertilité, dont la fumure minérale :

- fort niveau de redressement, si nécessaire :
- Ca, Mg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, oligo, S, K, **en première année,**
- + N, K fort niveau fractionné sur céréales, } **les années suivantes**
- + K sur légumineuses, au semis.

□ **Installation lente, progressive** → production plus faible de matière organique à *turn over* rapide :

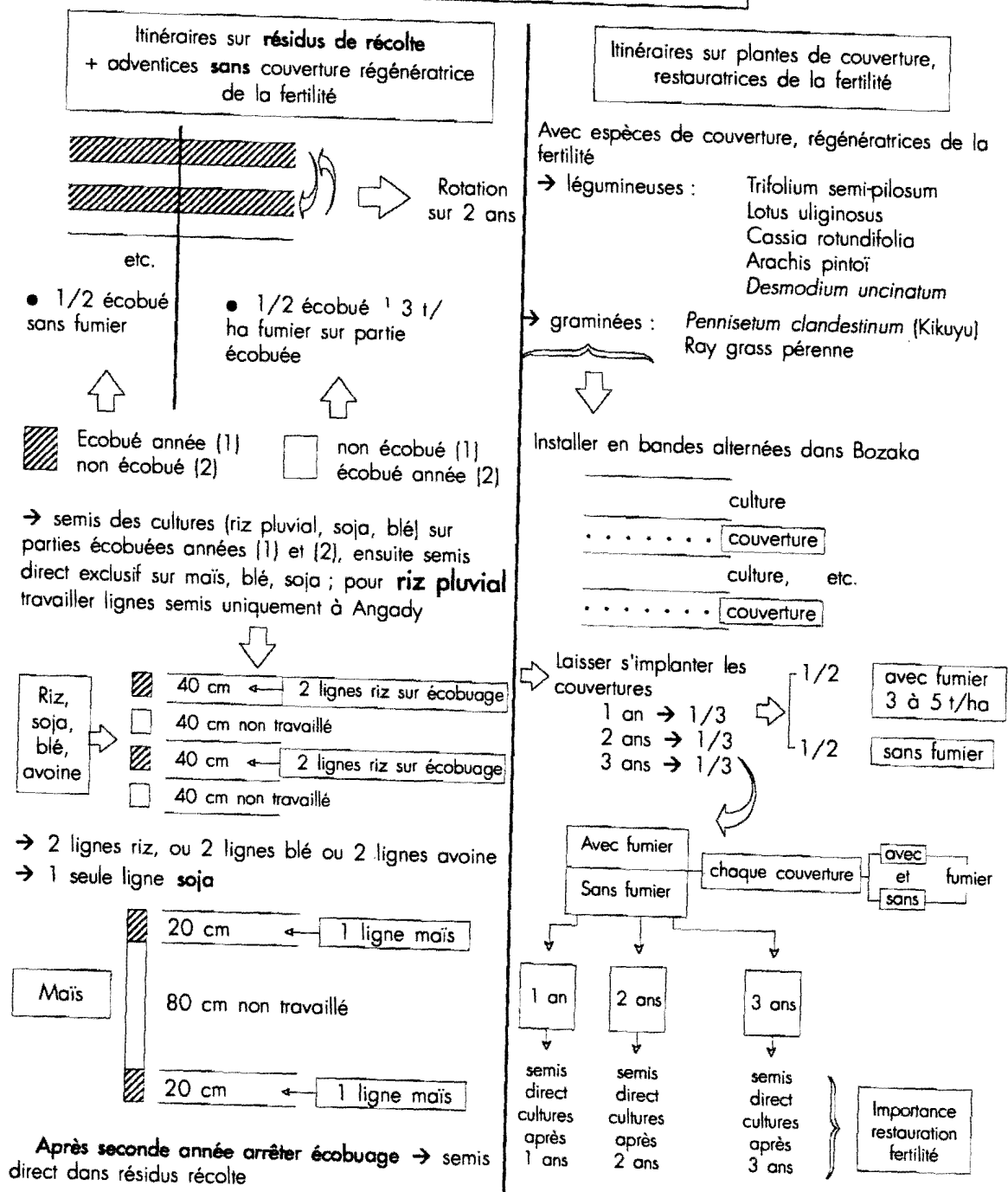
- dessous : } effets pompe **incomplets**, contrôle plus délicat ;
- dessus : } productivité plus faible des cultures, plus sensibles aux aléas climatiques (cf. année 1995) → fort risque économique.

**Dans le contexte économique de Madagascar**

(consulter le livre de C. MONEGAT sur semis direct dans les Etats du Sud-Brésil, écologies similaires à celles des hauts plateaux, cf. J.L. REBOUL)

**Les itinéraires techniques possibles à partir du Bozaka, en semis direct – systèmes manuels exclusivement (cheminements techniques, grandes lignes)**

**1. Sans engrais minéral, ni herbicide**



1. Ecobuage correspond à une fumure de redressement (pH, bases, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ass.) cf. annexe 1 pour description technique  
2. Contrôle Bozaka entre lignes, si nécessaire avec rouleau à lames.  
\* excepté riz, pour lequel les lignes de semis seront travaillées à l'Angady, tous les 40 cm (cf. schéma ci-contre).  
Contrôle couverture dans cultures, au rouleau à lames.  
Conserver un témoin toujours travaillé à Angady par culture.

**2. Avec faible niveau engrais minéraux  
+ fumier → acquis actuels Kobama, FIFAMANOR, Fafiala<sup>1</sup>**

→ Gestion **adventices**, dans les itinéraires soit :

- au rouleau à lames :
  - herbicides (acquis) :
- } comparer

Mêmes itinéraires techniques que 1 :

- sur résidus récolte uniquement, sans plante couverture :
  - 1/2 écobué sans fumier
  - 1/2 écobué avec fumier

et

- sur plantes de couverture :
    - après 1 an
    - après 2 ans
    - après 3 ans
- } avec et sans fumier

Comme dans le cas précédent (1), conserver pour chaque culture, un témoin, référence de travail traditionnel à l'Angady (référence de base pour évaluation agrotechnique et économique des nouveaux itinéraires en semis direct)

**3. Itinéraires techniques, en semis direct,  
avec forte fumure de redressement initiale Ca, Mg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O + oligo-éléments  
(investissement initial amortissable sur 5-6 ans)**

Une seule voie



Semis direct dans les résidus de récolte + adventices (car la pompe fonctionne bien, en continue → plantes couvertures permanentes, non nécessaires)



Gestion adventices dans les divers itinéraires :
 

- au rouleau à lames
- herbicides (cf. acquis)

 } comparer

Fumure redressement



**Première année sur riz**  
(variété CB)



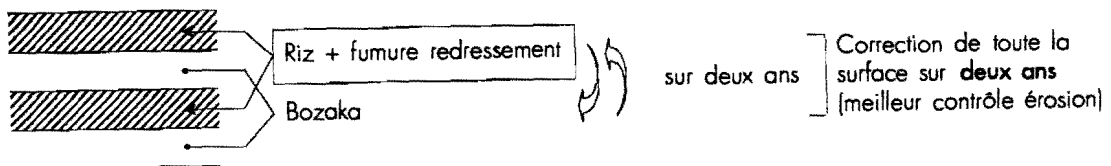
3 t/ha dolomie + 2 t/ha  
superphosphate + 160 kg/ha KCl +  
nutramine (B, Mo, Zn)

+ 60 à 80 N couverture<sup>2</sup>

\* Les années suivantes, uniquement N + K sur céréales,  
K sur légumineuses

Attention

→ Correction se fera **en deux ans** → bandes alternées → culture/Bozaka  
Enfouissement de fumure fond en première année sur riz, à l'Angady



1. Voir définition niveaux fumures par culture avec fiches techniques FIFAMANOR, Kobama, Fafiala, de même pour gestion herbicide par culture dans les différents itinéraires.

2. 100 à 140 N - 60-80 K<sub>2</sub>O sur maïs - 60 N + 60 K<sub>2</sub>O sur riz - 12 N + 60 K<sub>2</sub>O sur soja.

La fumure de redressement sera ainsi appliquée et **incorporée** sur toute la surface en deux ans.

Attention

- L'enfouissement de la fumure à l'Angady peut favoriser l'érosion, d'où le dispositif de bandes alternées : Bozaka/cultures pour minimiser ce phénomène.
- En outre, à la séparation entre chaque bande alternée, planter une triple ligne de *Crotalaria lacnophora* (lorsque la largeur des bandes est supérieure à 3-4 m).
- Tous les acquis actuels devront être incorporés aux divers itinéraires X niveaux d'intensification (traitements de semences, dates de semis, bouturage des espèces, herbicides/culture, etc. → cf. Kobama, Fafiala, FIFAMANOR, la Réunion).
- Pour des raisons essentiellement de **reproductibilité**, à l'échelle des unités de paysage (tanety), et de **rigueur d'interprétation** pour le suivi-évaluation des divers itinéraires techniques, il est nécessaire, simultanément :
  - que le dispositif d'étude de ces systèmes de culture (vitrine des systèmes possibles) **couvre l'étendue de la toposéquence** ;
  - compte tenu du grand nombre d'itinéraires, donc de la difficulté **pratique** de faire des répétitions, on répétera systématiquement deux systèmes de culture :
    - en haut de la toposéquence,
    - au milieu de la toposéquence,
    - en bas de la toposéquence,
 pour évaluer, si besoin est, les gradients possibles de fertilité.
- Dans le cas, où il n'est pas possible de couvrir l'étendue de la toposéquence, on travaillera sur des « lanières » en courbe de niveau, où seront évaluées les différents systèmes (exemple : Fafiala).
- Enfin, ne pas oublier le ou les « systèmes traditionnels » qui constituent la référence pour l'évaluation des nouveaux systèmes en termes agronomiques (protection antiérosive, productivité des cultures et stabilité, etc.), techniques (utilisation de la force de travail → capacité de travail, pénibilité) et économiques (autosubsistance, revenus monétaires).
- Il est urgent de commencer à construire les rouleaux à lames qui peuvent remplacer, souvent, l'usage des herbicides ; le livre de C. MONEGAT (cf. J.L. REBOUL) est un excellent support à cet égard.
- Les roues semeuses, nouvellement importées du Brésil pourront compléter utilement la panoplie du petit outillage manuel ; de même, il serait souhaitable d'introduire rapidement les semoirs de semis direct à traction animale (toutes graines) mis au point en 1995, dans l'Etat du Parana au Brésil (très important).

**Les recherches à poursuivre sur les fermes Kobama, FIFAMANOR (dans le cadre du futur institut technique), sur le réseau multilocal**

**Première urgence**

- Faire le point des connaissances et acquis (point forts, points faibles) de tous les itinéraires techniques conduits en semis direct depuis trois ans.
- **Faire le bilan synthétique :**
  - des cheminements évolutifs des itinéraires techniques ;
  - de leurs performances en : première, deuxième et troisième année ;
  - aux plans agronomique, technique et économique (dans la mesure où la filière commerciale herbicide est déjà implantée) ;
  - des points de blocage, leur nature.
- **En déduire les systèmes de culture et itinéraires techniques** déjà diffusables en milieu réel (reproductibles d'une année sur l'autre), les conditions d'installation des plantes de couverture, soit par semis, soit par bouture.
- **Des fiches techniques doivent rapidement être élaborées** (collaboration Kobama, FIFAMANOR, Fafiala).
- **En concertation avec l'ANAE**, une première phase de **pré vulgarisation** des systèmes reproductibles en semis direct, sur résidus de récolte et l'initiation au maniement et installation des plantes de couverture, devrait être initiée pour l'année 1995-96 (réseau FIFAMANOR, ANAE).



## Autres recommandations prioritaires sur les systèmes de culture

ONG TAFI

### ● Sur la ferme de Kobama

Sur chaque toposéquence, en conduire **une en semis direct sur résidus de récolte**, sans couverture vive associée (dans les mêmes rotations) ⇒ **c'est le système de semis direct le plus simple.**

Introduire, sur chaque parcelle du dispositif, trois niveaux de fumure :

F1 → 5 t/ha de fumier seul

F2 → 5 t/ha de fumier + la fertilisation minérale de niveau moyen recommandée (fumure actuelle/culture)

F3 → la fumure forte de redressement pour 5-6 ans :

Première  
année

3 t/ha de Dolomie + 2 t/ha de superphosphate simple ou Hyper + 160 kg/ha KCl + Nutramine (dose recommandée) + 5 t/ha de fumier

- apportée sur le sol pour tous les systèmes de semis direct
- enfouie pour les parcelles labourées

+ N en couverture sur céréales  
 maïs : 100 à 140 N/ha (fractionnés)  
 riz : 60 N/ha (fractionnés)  
 + sur soja : 10-12 N/ha (semis)

Deuxième année et suivantes ⇒

N + K sur céréales → idem année (1)  
 + 60 K  
 N + K sur soja → N idem année (1)  
 + 60 K

Pour ce faire, subdiviser chaque parcelle en trois sous-parcelles F1, F2, F3 ⇒

F1	F2	F3
----	----	----

Répéter, pour pouvoir interpréter rigoureusement les performances agronomiques des systèmes à l'échelle de l'unité de paysage,

un couple de deux systèmes,

trois fois sur chaque toposéquence :

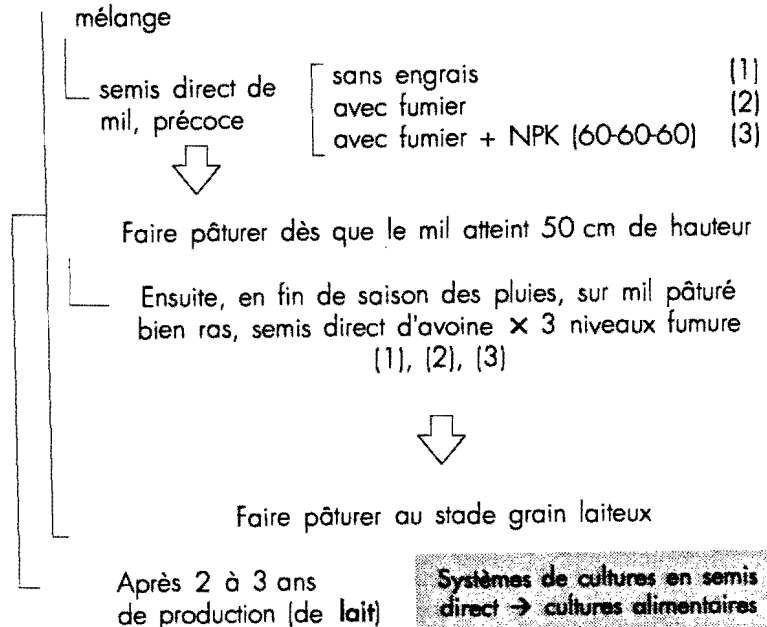
un couple en haut  
 un couple au milieu  
 un couple en bas

une parcelle avec système maïs-soja **en semis direct sur résidus récolte**  
 une parcelle avec le même système sur labour à l'Angady

- Introduire, maintenant, dans les rotations, les meilleures variétés de soja ⇒ Cometa, Privamera, FT10, FT14, FT16.

- Dans la culture de maïs, ne pas oublier la possibilité d'utiliser le paraquat en postémersion, jet dirigé entre les lignes pour contrôler les couvertures (*Desmodium*, trèfle, lotier).
- Avant semis sur couvertures vives (*Desmodium*, trèfle, lotier, cassia), faucher la couverture, et la dessécher au Gramoxone ; dans le système maïs sur lotier, possibilité d'utiliser l'atrazine en préémersion ou postémersion précoce, compléter si nécessaire ensuite par 150 g/ha de Bentazone (Basagran).
- Dans le système blé sur lotier ⇒ Gramoxone en présemis, Bentazone (150 g/ha) en post.
- Dans le système blé sur trèfle ⇒ Gramoxone en présemis, 2-4 D (0,5 l/ha) en post (à renouveler si nécessaire).
- Dans le système maïs sur trèfle ⇒ Gramoxone en présemis + Atrazine en postprécoce, puis Gramoxone entre lignes à jet dirigé, si nécessaire.
- Planter du Bana Grass entre les parcelles des toposéquences (cf. Fafiala, lac Alaotra).
- Autre forme d'exploitation du Bozaka, pour régénérer sa fertilité :

A l'entrée de la saison des pluies ⇒ herbicide total : 1,5 l Roundup + 1,5 l 2-4 D/ha en mélange



Ce système, mil-avoine, peut également être testé avec d'autres espèces régénératrices de la fertilité :

- *Cassia rotundifolia* + avoine
  - *Arachis pintoi* + avoine
  - *Arachis repens* + avoine
- × 3 niveaux de fumure (1), (2), (3)



## ● Ferme Fifamanor

Dans les systèmes de semis direct sur résidus de récolte ⇒ maïs-soja, blé-maïs, introduire deux niveaux de fumure minérale :

- le niveau actuel (référence) ;
- un niveau PK très faible correspondant aux exportations d'éléments minéraux par les grains : 25 P + 30 K/ha → conserver 80 à 120 N/ha en deux applications de couverture.

L'objectif étant de montrer que le système de semis direct, avec un fonctionnement biologique maintenant très actif, permet de réduire les apports d'engrais minéraux ⇒ système recycleur puissant, minimisant les pertes en éléments nutritifs dans le système sol-plante, mobilisateur de fertilité par voie biologique.

Introduire maintenant, les nouvelles variétés de soja performantes : Cometa, Privamera, FT10, FT14, FT16, de même que les meilleures variétés de haricots (Carioca, IAPAR 20, etc.), dans les systèmes de culture de semis direct :

→ systèmes

[ soja Cometa + mil en succession  
mil + haricot en succession (semer le haricot dans la paille sur pied de mil desséché avec 1,5 l Roundup/ha)

- Continuer les systèmes de semis direct

[ soja (nouvelles variétés) [ sur Kikuyu (*Pennisetum C.*)  
sur Ray Grass  
haricot (nouvelles variétés) [ sur Kikuyu  
sur Ray Grass

- Modifier le système de semis direct du blé sur résidus de récolte :

• semis de mil en début de saison des pluies ⇒ dessécher sur pied avant semis blé (Roundup + 2-4 D → 1,5 l + 1,5 l/ha)  
et [ semis direct blé sur mil desséché sur pied (8-10 jours après herbicide)

• semis crotalaire [ *Spectabilis*  
*Retusa*  
*Mozambicensis* ] au début des pluies ⇒ dessécher sur pied → Gramoxone 2 l/ha (+ 1 l 5 jours après si nécessaire)  
[ semis direct blé sur crotalaire desséchée sur pied

- Introduire les cynodons de haute productivité (Tifton 68 et Tifton 85) → 18-20 tonnes/ha/an de matière sèche → 5 UGB/ha (20 % protéine brute) ; ces cynodons modernes permettront de monter les mêmes systèmes qu'avec le Kikuyu ⇒
 

soja +	pâturage ou foin en succession annuelle permanente
haricot	
  
- Tester les systèmes de semis direct
 

mil sur trèfle	pour ensilage (stade grain laiteux)	⇒ production de lait
mil sur lotier		

• **Sur le réseau multilocal des cinq sites :  
Sambaina, Antsampanimahazo, Ibity, Betafo (2)**

- Compléter les trois toposéquences actuelles sur chaque site, par une nouvelle toposéquence qui sera conduite en semis direct sur résidus de récolte, sans couverture vive ⇒ rotations
 

maïs/soja
mil + blé/soja
mil + haricot/maïs
avoine + haricot/maïs
crotalaire + blé/maïs
  
- Répéter, un couple de systèmes, dans chaque toposéquence, trois fois :
 

un couple en haut	⇒ rigueur expérimentale (gradient fertilité)
un couple au milieu	
un couple en bas	
une parcelle avec système maïs/soja en semis direct sur résidus de récolte	une parcelle avec le même système sur labour à l'Angady
une parcelle avec le même système sur labour à l'Angady	
  
- Inclure, sur chaque toposéquence (et chaque site) des systèmes de cultures associées, pratiqués avec semis direct sur résidus de récolte :
  - maïs (OC202) + blé en interligne 1 mois avant récolte maïs
  - maïs (OC202) +
 

haricot en interligne 1 mois avant récolte maïs
pois en interligne 1 mois avant récolte maïs
lentille en interligne 1 mois avant récolte maïs
  
  - soja Cometa + blé en succession
 

semis blé en interligne, un peu avant récolte soja
et semis blé après récolte soja
  
- Inclure également, sur Betafo, les systèmes de semis direct
 

· pomme de terre sur Kikuyu ( <i>Pennisetum C.</i> ) ⇒ culture à plat
· tomate sur Kikuyu.

Subdiviser chaque parcelle en trois niveaux de fumure (toutes les toposéquences, tous sites)  
→ idem Kobama

F1 → 5 t/ha fumier ou compost → 2 t/ha (compost : fumier + résidus divers + 100 kg Hyper P + 50 kg KCl pour 2 tonnes fumier)

F2 → 5 t/ha fumier + fertilisation minérale de niveau moyen/culture

F3 → fumure forte de redressement, pour 5-6 ans ou plus :

**Première année** — [ 3 t/ha dolomie + 2 t/ha superphosphate simple ou hyper + 160 kg/KCl + Nutramine + 5 t/ha fumier ] · apportée sur sol pour tous systèmes semis direct · enfouie pour systèmes labourés

[ N, en couvertures sur céréales [ maïs : 100 à 140 N/ha riz : 60 N/ha sur soja : 10-12 N/ha

**Deuxième année et suivantes** [ N + K sur céréales → N idem année 1 + 60 K/ha N + K sur soja → N idem année 1 + 60 K/ha

- Compléter collections matériel végétal, sur chaque site

- collection *Pennisetum*
- Bana Grass
- *Arachis pintoï*
- *Arachis repens* ] par boutures
- crotalaires — [ *Spectabilis*  
Retusa  
*Mozambicensis*

---

Multiplier le *Cassia rotundifolia*.

---

- Semis direct de riz pluvial, sur résidus maïs + crotalaire (choisir la meilleure variété pluviale → C8).

- Planter du *Pennisetum* (en boutures) entre chaque parcelle des toposéquences, sur chaque site (brise-vent, régulateurs biologiques + alimentation bétail saison sèche) → très important.

- Continuer les essais variétaux riz pluvial × F1, F2, F3 /site

---

**Attention** → contre les cypéracées agressives (*Cyperus esculentus*, *Cyperus rotundus*) utiliser sur riz : Pyrazosulfuron, très efficace ou Bentazone (Basagran) ou Metsulfuron Methyl en postémurgence

---

## ■ **Recommandations générales pour la conduite technique des systèmes de culture (extraits du rapport L. Ségué, 1994)**

□ **Sur la gestion herbicide dans les itinéraires techniques en fonction de la couverture :**

● **sur kikuyu, cultures de soja, haricot :**

- traiter le kikuyu en plein avec Paraquat : deux traitements de 1,5 l/ha, à une semaine d'intervalle, immédiatement après le second traitement, semis du haricot ou du soja (resserrer un peu l'interligne : 30 à 35 cm). Ensuite, en cours de croissance, avant couverture totale du sol par la culture (+/- 25 à 30 jours après semis), appliquer, si nécessaire, Fluazifop-P-Butyl (Fusilade X2), à la dose de 0,5 l/ha + mouillant (sinon 0,8 l/ha sans mouillant), suivi ou non, en fonction de l'importance des dicotylédones de Fomesafen (1 l/ha) ou Bentazone (Basagran) 2 à 3 l/ha.

Attention : ne pas oublier d'ajouter un mouillant au Fusilade X2 pour qu'il exprime toute son efficacité (sinon aller jusqu'à 0,8 l/ha sans mouillant).

● **sur couvertures de légumineuses : *Desmodium uncinatum*, *Trifolium semi pilosum*, *Cassia rotundifolia* :**

- cultures de maïs, exclusivement avec, en présemis, traitement en plein avec Diquat (Reglone 1,5 l/ha) appliqué en deux fois (deux fois 1,5 l/ha) à une semaine d'intervalle ou au Paraquat (si Reglone trop cher) appliqué en deux fois (deux fois 1,5 l/ha à une semaine d'intervalle) ;
- semis du maïs, sans herbicide post, si culture propre, sinon appliquer en postprécoce Simazine + Atrazine (Simalmétryne à 4 l/ha), ou Paraquat (Gramoxone) en jet dirigé entre les lignes (1,5 à 2 l/ha).

Autre possibilité : quelques lignes sans herbicide de présemis ni postsemis, couverture fauchée ; quelques lignes avec herbicide de présemis sans postsemis ; quelques lignes avec herbicide de présemis + postsemis.

● **sur résidus de récolte + adventices :**

- utiliser en présemis 1,5 l Roundup (glyphosate) + 1,5 l 2-4 D amine :
- une semaine après, 1,5 l/ha de Gramoxone (Paraquat) ;
- semis immédiat de la culture (riz, maïs, soja, haricot, blé...) ;
- puis première possibilité en préémergence, appliquer :
  - sur riz : 3 l/ha de Ronstar EC (Oxadiazon), complété en postémergence précoce par Basagran 3 l/ha si forte pression initiale des dicotylédones ; ou par 2-4 D amine (30 JAS= à 1 l/ha si forte pression dicotylédones ; ou encore par 2-4 D amine (50 JAS) à 1-1,5 l/ha si pression tardive des dicotylédones ;
  - sur maïs : 6 l/ha Lasso GD (Alachlore + Atrazine) ou 3 l/ha Stomp (Pendimethaline) ;
  - sur haricot : 3 l/ha Stomp, compléter ensuite par Fomesafen ;
  - sur blé : 3 l/ha Stomp ou Pumas S en pré, compléter ensuite par 2-4 D ;
- ou encore, autre possibilité : utiliser des traitements de postémergence, surtout si la couverture de résidus de récolte est très importante (ce qui réduit l'efficacité des produits de préémergence) ;

- sur maïs : Simalmetryne (Atrazine + Simazine), en postprécoce, 4 l/ha, ou Gramoxone (Paraquat) en jet dirigé, 1,5 l/ha, entre les lignes ;
- sur soja : Fusilade X2 (Fluazifop-P-Butyl) 1 l/ha en mélange avec Fomesafen (1 l/ha) si forte pression dicotylédones, ou en mélange avec Basagran (3 l/ha) si forte pression dicotylédones, ou en mélange avec Classic (70 g/ha) Chlorimuron éthyl ;
- sur haricot : idem soja (attention ne pas appliquer le Fusilade X2 sur le haricot, l'utiliser en jet dirigé entre les lignes, si un mouillant est additionné au Fusilade).

#### ☐ Sur la protection insecticide des cultures

Les cultures de blé, maïs et riz seront protégées par Lindafor au semis (4 kg de matière active par hectare), ou Imidaclopride (nom commercial Gaucho de Bayer) en traitement de semences, associé à un traitement fongicide : Thiabendazole + Tiram ⇒ très important.

## ■ Essais thématiques d'ajustement des systèmes de culture

### ⇒ FOFIFA

#### ☐ Test de protection des cultures par traitement des semences (insecticide associé ou non au fongicide)

##### ● traitements sur semences riz, blé et maïs :

- 1. Curater SK (1,5 l/100 kg semences),
- 2. Curater SK (1,5 l/100 kg semences) + Tecto 20S (300 g/100 kg semences) + Tiram<sup>1</sup>,
- 3. Gaucho (Imidaclopride) voir dose Acta 1993 (produit Bayer),
- 4. Gaucho + Tecto 20S (300 g/100 kg semences) + Tiram<sup>1</sup>,
- 5. Lindafor 4 kg/ha matière active (référence) apporté au sol,
- 6. témoin non traité.

Les traitements 5 et 6 seront intercalés tous les deux traitements à tester (collection testée).

#### ☐ Tests gestion herbicides sur cultures en semis direct (cf. annexe 4)

##### ● sur cultures de riz, maïs, soja, haricot et blé, pratiquées en semis direct sur résidus de récolte + adventices ;

##### ● sur toutes les cultures, traitement présemis :

- 1,5 l Roundup + 1,5 l/ha 2-4 D amine,
  - 1,5 à 2 l/ha Gramoxone une semaine après, si nécessaire,
- puis tester herbicide en préémergence et en postémergence (cf. liste herbicides précitée, sur résidus de récolte en pré et postémergence).

Les postémurgents sont toujours préférables lorsque la couverture du sol est importante ; ne pas oublier également la possibilité d'utilisation du Gramoxone, en jet dirigé entre les lignes.

#### ☐ Collections matériel végétal

##### ● essais riz pluvial d'altitude<sup>2</sup> (programme FOFIFA-CIRAD-CA) ;

1. Dose → cf. fabricant.

2. A conduire avec fertilisation phosphate NH<sub>4</sub> (200 kg/ha au semis + 100 kg/ha KCl) sur précédent soja + protection insecticide.

- collection testée **soja d'altitude**, intercaler UFV1 toutes les cinq variétés à tester (à conduire sur semis direct après blé ou maïs) ;
- deux répétitions de cette collection :
  - une sur fumure 1992 (NPK témoin ,base 11-22-16),
  - une sur 400 kg/ha supersimple + 100 kg/ha KCl + 50 kg/ha urée au semis,
- collection testée **haricot d'altitude** sur fertilisation NPK 1992 (base 11-22-16), conduite en semis direct **après blé** ou maïs, de l'année précédente, ou en succession annuelle, après mil de semis précoce, ou en intercalaire de maïs (1 mois avant récolte maïs).

#### □ Test Mefluidide sur kikuyu

- régulateur de croissance, substitut possible à l'herbicide, qui bloque la croissance des graminées vivaces, pour au moins **deux mois**, en conditions « **poussantes** » (état de vie physiologique ralentie → faible compétition avec la culture pour l'eau et les éléments minéraux) ;
- sur parcelle kikuyu, comparer :
  - un traitement herbicide présemis (deux traitements Gramoxone à une semaine d'intervalle),
  - un traitement au Mefluidide (Embark 2S ou Minarix) à la dose de 120 g/ha de matière active,
  - un traitement au Mefluidide (Embark 2S ou Minarix) à la dose de 240 g/ha de matière active,
  - un traitement au Mefluidide (Embark 2S ou Minarix) à la dose de 480 g/ha de matière active,
  - un traitement au Fusilade X2, 0,5 l/ha + mouillant, ou 0,8 l/ha sans mouillant,
  - un traitement au Fusilade X2, 0,7 l/ha + mouillant, ou 1 l/ha sans mouillant.

Encadrer les traitements à tester par le traitement herbicide répété de part et d'autre. Traitements herbicide et Mefluidide seront appliqués en début de saison des pluies, sur Kikuyu en reprise de croissance active (ou **girobroyer, attendre une semaine et appliquer les divers traitements**).

- Semer du soja en semis **précoce** (fin octobre) → nouvelles variétés brésiliennes (Cometa, FT16, FT10, FT14).
- Semer du haricot en semis tardif (première décade février) → variétés brésiliennes<sup>1</sup>.

Les différents tests et essais sur les toposéquences pourront être semés à la **roue semeuse** brésilienne, si possible.

#### □ Niveaux de correction minérale pour le redressement de la fertilité partant de Bozaka

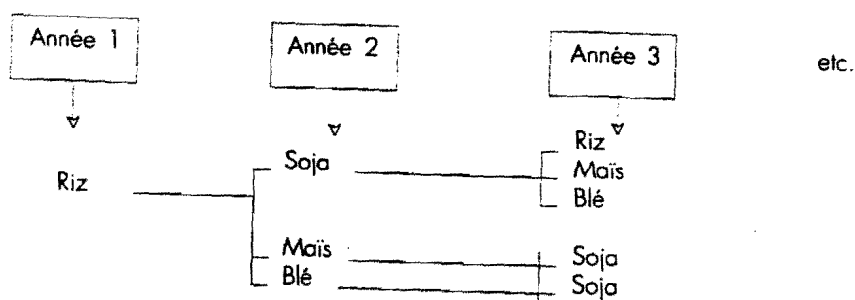
1. Témoin fumier (5 t/ha) ;
2. Ecobué + fumier ;
3. Fumier + 250 kg/ha dolomie + 150 kg/ha phosphate ammoniacque + 100 kg/ha KCl + nutramine (Zn, B, Mo) ;

1. Cf. ONG TAFA dispose du matériel végétal.

4. Fumier + 500 kg/ha dolomie + 300 kg/ha phosphate ammoniacale + 100 kg/ha KCl + nutramine (Zn, B, Mo) ;
5. 3 t/ha dolomie + 600 kg/ha phosphate ammoniacale + 200 kg/ha KCl + nutramine (Zn, B, Mo) ;
6. 3 t/ha dolomie + 2 t/ha superphosphate simple + 200 kg/ha KCl + nutramine (Zn, B, Mo) ;
7. Fumier + 3 t/ha dolomie + 2 t/ha superphosphate simple + 200 kg/ha KCl + nutramine (Zn, B, Mo).

- niveaux 1, 3 et 4 → appliquer chaque année,
- niveau 2 → écobuage en première et seconde années + fumier annuel,
- niveaux 5, 6 et 7 → appliquer pour 5 à 6 ans,
- niveau 7 → fumier annuel, fumure minérale pour 5 à 6 ans.

Cet essai sera pérennisé en rotation :



Trois répétitions seront implantées au sommet de la toposéquence, trois répétitions en bas.

Les fumures N, K annuelles appliquées sur niveaux 3, 4, 5, 6 et 7 seront les suivantes (kg/ha) :

- riz : 60 à 80 N, 60 K<sub>2</sub>O ;
- maïs : 100 à 140 N, 60-80 K<sub>2</sub>O ;
- blé : 60 à 80 N, 60 K<sub>2</sub>O ;
- soja : 10 à 15 N + 60 K<sub>2</sub>O.

Cet essai pérenne sera conduit :

- en labour à l'Angady, en première année sur riz (cf. technique paragraphe « Dans le contexte économique de Madagascar ») ;
- en semis direct les années suivantes, pour les cultures de maïs, soja, blé ; pour le riz appliquer la technique du paragraphe « Dans le contexte économique de Madagascar » (travail à l'Angady tous les 40 ans sous les lignes de semis).

#### □ Mise au point du semis direct sur riz pluvial (très important)

A partir de l'utilisation de la succession annuelle : soja de cycle court (Cometa) + *Crotalaria lacnophora* :

- semis précoce de soja Cometa (fin octobre, début novembre) ;
- en début de phase de maturation, semer la crotalaire à la volée ou récolter le soja et semer la crotalaire en lignes, légèrement enfouie (50 cm entre lignes) → tester les deux techniques.

Au début de la saison des pluies suivante, **herbicide de présemis, puis semis direct de riz pluvial** (nouvelle variété C8) + herbicide Ronstar de préémergence (compléter si nécessaire par 2-4 D amine sur dicotylédones).

→ **Autre possibilités** → installer la crotalaire **dans maïs**, un mois avant la maturation (semis en interligne) ; l'année suivante, idem itinéraire riz sur soja + crotalaire.

## ■ **Enrichir le germoplasm**

Le germoplasm actuel mérite d'être enrichi **à partir de la France**, pour les espèces à croissance rapide (pompes recycleuses) ; les espèces de couverture :

- Vesces, Phacélies, Moutardes, Radis<sup>1</sup> ;
- Sarrazin « harpe » (cf. R. MICHELLON à la Réunion, semis fin saison des pluies) ;
- collections de **Ray Grass** anglais pérennes ;
- Bana Grass (la Réunion).

**A partir du Brésil** (écologies similaires des Etats du Sud, d'altitude) :

- collections de Vesces, Phacelie, Sesbanias, Crotalaires, Sarrazin, Ray Grass, Lathyrus, Ornithopus (variétés résistantes aux maladies, cultivées sur des milliers d'hectares au Brésil).

Des certificats d'importation sont nécessaires pour introduire ce matériel. S'il vous plaît, transmettre à Michel RAUNET, CIRAD-CA, Montpellier.

## ■ **Conclusion (extraits rapport L. SEGUY, 1994)**

En conclusion, de ce premier chapitre sur la région des hauts plateaux, on retiendra :

- L'efficacité des techniques de semis direct pour le contrôle total de l'érosion.
- Le bon niveau de maîtrise technique du semis direct (Kobama, FIFAMANOR) sur résidus de récolte, pour les cultures de maïs, soja blé, en cultures mécanisée et manuelle.
- Compte tenu de la très difficile conjoncture économique à Madagascar, les recherches appliquées sur ces techniques de semis direct doivent également inclure des itinéraires techniques sans engrais minéraux, sans herbicides ; à l'inverse, sur sols ferrallitiques de tanety très dégradés qui constituent un fort réservoir de terres disponibles, la fumure de redressement, qui seule peut assurer la stabilité des hautes productivités, mérite d'être étudiée et doit être considérée, non comme un coût inaccessible pour l'agriculteur, mais comme un investissement sur 5 à 6 ans, qui peut lui assurer une meilleure gestion du risque économique ; **associée aux techniques de semis direct**, la fumure de redressement peut représenter un coût annuel de faible niveau et doit permettre d'accroître très fortement la productivité des terres et de la force de travail, tout en préservant totalement le capital sol.

1. Cf. collections INRA → J.L. REBOUL.



□ Parmi les plantes de couverture, régénératrices de la fertilité des sols (enfin, de nouvelles alternatives qui utilisent les ressources naturelles), *Desmodium uncinatum*, *Cassia rotundifolia*, *Trifolium semi pilosum*, *Lotus uliginosus*, *Arachis pintoï* constituent, parmi les légumineuses, des options de mieux en mieux maîtrisées en association avec les cultures. Ces espèces peuvent être, tout en protégeant totalement le sol et en restaurant sa fertilité, en plus du support des cultures vivrières annuelles, des options de tout premier plan pour l'alimentation du bétail.

□ Les acquis de recherche actuels sur les techniques de semis direct (Kobama, FIFAMANOR, Fafiala) méritent d'être non seulement valorisés par une première phase de pré vulgarisation en collaboration avec l'ANAE, mais rapidement améliorés dans le cadre du futur institut technique des hauts plateaux.

□ A ce volet « semis direct » sur tanety, doit également s'ajouter un volet semis direct blé sur rizières, à mettre au point dans les diverses conditions hydro-pédologiques des terres de rizières des hauts plateaux, associé à une gestion raisonnée de la fertilisation (collaboration avec ODR et CIRVAS, cf. rapport J. ARRIVETS, *Evaluation blé*).

□ Enfin, le scoop riz pluvial d'altitude doit être exploité notamment à travers sa diffusion dans des systèmes de culture adaptés et constitue également un volet important d'action de l'institut technique pour valoriser les terres de tanety.

□ Le volume de travail de recherche-action à mener est, à n'en pas douter énorme, les objectifs sont ambitieux, les moyens nécessaires à leur réalisation devront être à la hauteur et notamment le choix des hommes pour les conduire surtout sur des technologies aussi peu familières que le semis direct (ONG TAFACIRAD-CA).

□ Les synergies entre institutions (ONG TAFACIRAD-CA-FOFIFA), sont indispensables pour conduire avec nos partenaires malgaches ce projet de recherche-développement sur les hauts plateaux ; il faut, en effet, dès maintenant :

- assurer la continuité des actions entreprises, notamment sur le sujet fondamental de fixer des agricultures paysannes conciliables avec la protection de l'environnement et une gestion à moindre coût des ressources naturelles ;
- promouvoir une diffusion rapide et concertée des technologies et systèmes de culture en milieu réel ;
- professionnaliser les différents acteurs du développement (cf. rapport Michel RAUNET, 1994).

# Carnet de voyage

notes d'appui technique

- **Appui à Fafiala (hauts plateaux)**
- **Appui à Sopagri (sud-ouest)**
- **Appui à FOFIFA (moyen-ouest)**

## Les recherches à poursuivre sur les couvertures végétales - Quelques recommandations

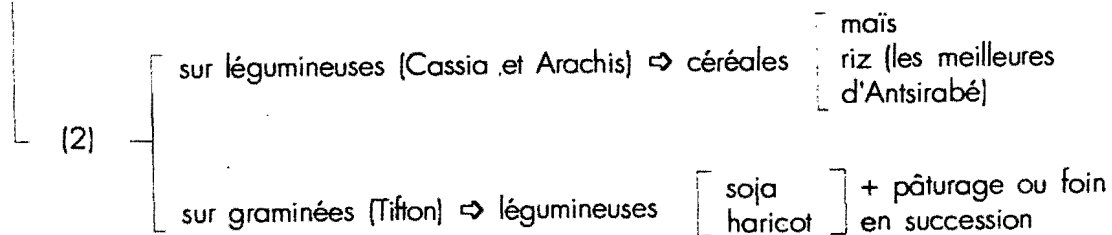
Centre Fafiala)

### 1. Station Andranomandry - Parcelles d'observation

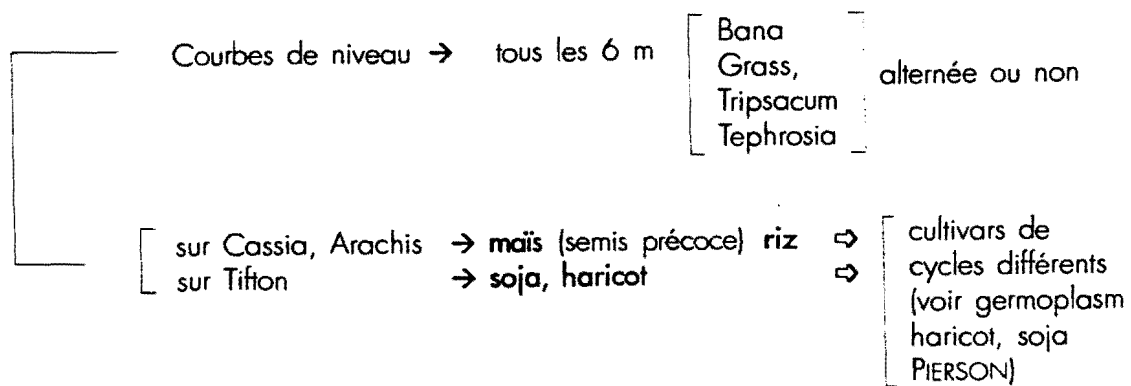
- Multiplier les deux espèces de couvertures qui marchent sur toutes les parcelles — *Cassia rotundifolia*  
*Arachis pintoï*
- Enherber les chemins d'écoulement de l'eau → *Cassia*, *Arachis*, *Paspalum*
- Compléter schéma couverture avec graminées → Tifton 68, 85 (à introduire)
- Introduire Bana Grass → Système brise-vent alimentation bétail ⇨ tous les 6 m alternées ou non avec *Tephrosia vogelli*



### Schéma futur



Attention → viser montages systèmes tampons



- Attention : nématodes à gales (*Meloidogyne javanica*, *incognita*) ⇨ *Crotalaria spectabilis*.
- Tester mil et sorgho : haute valeur alimentaire dans soles graminées.
- Soja très intéressant + haricot voir collection Pierson (cultivars Cometa, Primavera, FT10, FT14, FT16).

## 2. Essai « Gestion des couvertures par voie mécanique et herbicide » d'Ambohimalaza

- Retirer riz, maïs
- Planter Cassia et Arachis

Soles graminées sur Cassia et Arachis ⇒ sorgho et mil (cf. collection PIERSON)

- Itinéraires
- (1) Semis précoce ⇒ récolte grains haute ⇒ valeur ajoutée
  - (2) Semis échelonnés + tardifs
    - 15/01 - biomasse pour pâturage
    - 15/02 - en saison sèche



laisser un peu sur le sol  
comme couverture

Soles légumineuses sur Tifton ⇒ sorgho et haricot (cf. collection PIERSON)  
⇒ choisir cycles différents  
⇒ systèmes tampons

## 3. Dans différentes positions dans bozaka

⇒ Voir problème régénération fertilité avec Cassia et Arachis



Après 1 an  
Après 2 ans  
Après 3 ans

**avec** [ Niveau intrants 0  
Niveau fumier ou compost (additionné de Hyper phosphate + KCl)  
Fumier ou compost + faible niveau NPK ]

## ■ SOPAGRI - Quelques recommandations

→ Andranovory 1995-96 - Sur parcelles qui ont été décompactées cette année, pour la prochaine campagne ⇒ semis direct

→ Aux premières pluies → herbicide total sur adventices : en présemis

- 1,5 l/ha Roundup + 1,5 l/ha 2-4 D en mélange
- 5 jours après vérifier application, si oubli ou problème → 1 l/ha
- Gramoxone

↳ Puis semis direct ⇒ pour maïs (attention Striga), semer dans adventices desséchées, 6 à 10 kg/ha à la volée de Siratro (*Macroptilium atropurpureum*), semences traitées (Thiabendazole + Thiram + pelliculisation de 200 g/ha de Hyper Reno → cf. PIERSON ou rapport L. SEGUY, 1994)

↳ Le même jour, semis maïs (OC 202) → 40 000 pieds/ha, herbicide Lasso (5-6 l/ha) en préémergence

### Pour soja

Semis des meilleures variétés → Cometa, Primavera, Estrela, IAC 8, FT16, FT10  
 Interligne 45 à 50 cm, 12 à 16 semences viables/mètre linéaire (semences inoculées + Thiabendazole + Thiram)  
 Semis sur précédent maïs gyrobroyé fin, herbicide [ ou Lasso (5-6 l/ha) en préémergence ou Fuzilade + Fomesafen en post, 18-20 jours après la levée ]

Après récolte des cycles les plus courts, si encore humidité résiduelle

Semis direct de mil en succession, au fur et à mesure de la récolte soja ⇒ très important pour :

[ recycler éléments nutritifs entraînés en profondeur maintenir porosité sol faire couverture saison sèche ] ⇒ Pérennisation semis direct

### Pour haricot Cf. liste PIERSON

- Semis à 45-50 cm interligne (semis direct), sur mil semé aux premières pluies

- Semis vers le début janvier (0-15/01)

**Première option** →

Appliquer sur mil, **sur pied** → 1,5 l/ha 2-4 D, ensuite semis direct haricot dans paille mil, **sur pied** → 40 à 50 cm interligne, 10 à 15 semences/mètre linéaire (semences **traitées** Thiabendazole + Thiram)

**Ensuite herbicides**

- **postprécoce** (si nécessaire)  
Basagran (Bentazone)
- 15-20 jours après semis (si nécessaire) → Fuzilade

**Seconde option** →

Grobroyer finement le mil puis semis direct haricot  
: ensuite herbicides, **si nécessaire**, idem  
— première option 1

## FOFIFA - Quelques recommandations

### I. Gestion agrobiologique de la culture de riz pluvial - région du moyen-ouest, Kanjason (sols ferrallitiques) - 4 ans

ANG	SD	ANG	ANG	SD	ANG	SD	SD	ANG
R/R	M/R	AR/R	R/M	R/AR	R+	Calo.	R +	Casia
SD	ANG	SD	SD	ANG	Calo.	/R	Cassia	/R
1	2	3	4	5	6	7	8	9

ANG	SD	SD	ANG	ANG	SD	ANG	ANG	SD
Crot.	R +	Mil +	R +	R+	Siratro	R +	R +	R+H
+R	Crot.	R	Mil	Siratro	/R	Arachis P.	Arachis R.	ANG
SD	ANG	ANG	SD	SD	ANG	SD	SD	
10	11	12	13	14	15	16	17	

Split plot

- Traitements principaux (rotations) = 18
- Traitements secondaires = 2
- Angady (ANG)
- semis direct (SD)



3 répétitions →  
54 parcelles principales

R/R : riz sur riz continu ; M/R : maïs sur riz ; AR/R : arachide sur riz ; R+Calo : riz + *Calopogonium muconoides* associés ; Calo/R : 1 an à couverture calopogonium pure, l'année suivante riz ; R + Cassia : riz + *Cassia rotundifolia* associés ; Cassia/R : 1 an à couverture, riz l'année suivante ; CROT + R : crotalaire semis précoce, semis direct tardif riz (du 1<sup>er</sup> au 10 décembre maximum) ; R+CROT : riz semis précoce + semis direct crotalaire en suivant la récolte (semis crotalaire sur pailles riz) ; Mil+R : mil semis précoce, semis direct tardif riz (du 1<sup>er</sup> au 10 décembre maximum) ; R+Mil : riz semis précoce + semis direct mil en suivant la récolte (semis mil sur paille de riz) ; R+Siratro : riz + Siratro associés ; Siratro/R : 1 an Siratro, riz l'année suivante ; R+Arachis P. : riz + *Arachis pintoi* associés ; R+Arachis R. : riz + *Arachis repens* associé ; R+H : riz semis précoce + semis direct haricot dans paille de riz.

- Pour les successions annuelles ⇨

CROT+R, R+CROT, Mil+R, R+Mil, R+H → les traitements secondaires : Angady et semis direct ne seront appliqués qu'à la première culture, celle de semis précoce. La culture de succession (la seconde culture) sera toujours réalisée en semis direct sur les deux traitements secondaires. Dans le cas de la succession annuelle riz + haricot, implanter le haricot, 20 jours avant la récolte du riz, dans l'interligne propre.

- Densité de semis du riz ⇨

Semis à 45 cm d'interligne, avec 60 semences viables par mètre linéaire, en poquets → ce système permet de mieux contrôler et plus rapidement, la compétition de la couverture ou des adventices entre lignes, diminue le risque de verse, supporte mieux le risque de sécheresse.

- Riz et couverture associés

Le cassia peut être implanté par graines, entre lignes riz → semis simultané avec riz (le même jour), de même pour le Siratro (*Macroptilium atropurpureum*) ; par contre pour *Arachis pintoï* et *Arachis repens* → les implanter par boutures, juste après le semis riz.

8

- Contrôle des adventices

→ il vaut mieux utiliser des herbicides pour la rigueur de conduite de l'essai (éliminer l'interférence du facteur adventices)  
→ si l'herbicide ne peut pas être utilisé, ou non souhaité → le sarclage des cultures pures doit être effectué de manière rigoureuse, et les parcelles doivent être maintenues strictement propres. Pour le riz sur couverture → utiliser le rouleau à lames (voir TAFE, M. Pierson) dans l'interligne, pour contenir les couvertures, si besoin est.

- Herbicides recommandés :

→ sur toutes parcelles riz → Stomp à 3 l/ha en préémergence du riz, soit le jour du semis ou le lendemain  
→ 50 jours après semis, 1 l/ha de 2-4 D si nécessaire sur parcelles riz pur  
→ sur maïs → (Atrazine + Simazine) en postlevée précoce du maïs → 8 jours après la levée  
→ sur arachide → Ronstar, 3 l/ha en préémergence



- Fumure cultures pures ou associées ⇒ 5 t/ha de fumier + 300 kg/ha 11-22-16  
sur riz, ensuite ⇒ 100 kg/ha urée 40-50 jours après semis  
sur maïs ⇒ 150 kg/ha urée 25 jours après semis

Suivi analytique ⇒

productivités annuelles et interannuelles (essai pérennisé pour 4 ans au moins)

Profils culturaux après la récolte → examen activité faune, profil racinaire

Profils culturaux fin septembre → examen sur reprise en masse des sols, cohésion, porosité

Suivi de la flore/système ⇒ évolution

Analyses sols au départ → granulo, pH, eau utilisable, bases échangeables, CEC ⇒ horizons : 0-10, 10-20, 20-30

A refaire après 4 ans ⇒ évolution fertilité

Attention ⇒ toutes les semences devront être traitées → mélange fongicides (Thiabendazole + Thiram) + insecticide → Thiodicarb ou Carbofuran ou Imidachloprid (voir TAFa, Pierson)  
Très important

91

## II. STRIGA ↑ lutte biologique ⇒ vivre avec le striga, mais annuler ses effets, par contrôle biologique du système de culture

sur les tâches de Striga, repérées cette année (ou d'autres encore plus importantes en dehors de la station)

- |   |   |     |
|---|---|-----|
| installer en 1995-96 → les traitements suivants | couverture pendant 1 an de <i>Cassia rotundifolia</i>         | (1) |
|   | couverture pendant 1 an de <i>Stylobium aeternum</i> (mucuna) | (2) |
|   | couverture pendant 1 an de <i>Calopogonium mucunoides</i>     | (3) |
|   | maïs + <i>Calopogonium mucunoides</i> associés                | (4) |
|   | maïs pur (témoin de référence)                                | (5) |

1995-96

installer un traitement par tache (car les taches sont trop petites pour installer tous les traitements à la fois sur la même tache)

en 1996-97

Semis de riz sur tous ces traitements (1), (2), (3), (4), (5)

Observer

en 1995-96, le développement du striga sur les divers traitements

en 1996-97, son développement sur riz et évaluer son incidence sur productivité

### III. Germoplasm

Matériel génétique très bien adapté aux conditions du moyen-ouest, à récupérer auprès de : PIERSON (ONG TAFE), Dominique ROLLIN (PSO)

**Maïs** (composites + synthétiques) → CMS04, 05, 06, 11, 12, 19, 30, 36, 39, 28, 50, 04C, 7, 8 + IRAT 200, IRAT 340, OC202

**Soja** → CAC1, Cristalina, Emgopa 301, 302, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 313, Eureka, IAC8, Tocantins, Estrela, Savana, Doko, Doko RC, Cariri, Aruana, Paranagoiana, BR15, Cometa, FT16, FT10, Primavera, UFV10, FT14

**Haricot** → Carioca, IAPAR 20 + autres (cf. ONG TAFE)

**Sorgho** → IRAT 321, IRAT 204, IRAT 202, CSR 273, BF 809812, CSR 336, CSR 644, CSR 21502, CSR 388, IS 18306

**Mil** cf. ONG TAFE

**Crotalaires** : *Crotalaria spectabilis*, *Mozambicensis*, *Retusa* → cf. ONG TAFE (dans essai gestion riz Kansasoa, utiliser une de ces trois variétés)

## Annexe 2

### La technique de l'écobuage

Cette technique d'oxydation violente et combustion longue du profil culturel, correspondant à une fumure de redressement en :

- oxydent la matière organique et en accélérant fortement sa minéralisation (libération bases, NP, K) ;
- en libérant, en particulier, de grandes quantités de  $P_2O_5$  assimilable lié à la matière organique ;
- en éliminant les produits toxiques, en excès, et potentiel d'adventices.

Pour la réaliser → septembre, avant la fin de la saison sèche.

→ Aux emplacements (bandes) de terrain qui seront semés (par exemple, tous les 40 cm pour le riz pluvial, tous les 80 cm pour le maïs) :

- creuser un sillon de 30 à 40 cm de large à l'Angady, en mettant la terre sur les côtés ; mettre 10 t/ha de matière sèche dans ce sillon ;
- le recouvrir avec la terre latérale, 10 à 20 cm d'épaisseur ;
- mettre le feu dans la poille sèche → la combustion doit s'effectuer lentement sur environ une journée ou plus (c'est l'épaisseur de la terre de recouvrement qui règle le tirage, donc le temps de combustion).

→ Ce sont ces bandes écobuées qui recevront :

- le fumier seul (cas de non utilisation d'engrais minéraux) ;
  - le fumier + les engrais minéraux ;
- et seront semées.

#### Attention

Cette technique est à **utiliser avec modération**, et seulement dans le cas où la matière organique existe en quantité importante, et a tendance à s'accumuler (et piéger les éléments minéraux, non disponibles pour les cultures), et/ou se minéralise trop lentement ; c'est généralement le cas des sols hydromorphes, des sols ferrallitiques des climats tropicaux et subtropicaux d'altitude, comportant une saison froide, et un climat humide.

Cette technique ne sert qu'à activer la matière organique et libérer les éléments minéraux les plus importants pour les cultures.

Elle peut être réalisée, une fois tous les 5 ou 6 ans, en évaluant clairement son impact sur la fertilité et son évolution, notamment sur l'évolution de la matière organique et sa minéralisation.

## Annexe 3

# Tableau récapitulatif des principaux axes de recherche-action, à conduire dans le cadre de l'Institut technique des hauts-plateaux<sup>1</sup>

---

1. Résumé à compléter :

- 1, 2, 3 et 4 → fermes Kobama, FIFAMANOR, Centre, Fafiala
- 5 → réseaux FIFAMANOR, CIRVA, ANAE
- 6 → FIFAMANOR
- 7, 8 et 9 → ODR, CIRVAS

---

I. Fixation de l'agriculture pluviale en tanety

1. Techniques de semis direct sur résidus de récolte
2. Techniques de semis direct sur plantes de couverture, régénératrices de la fertilité, **associées à l'arbre**, en courbes de niveaux
3. Techniques d'aménagement d'ensemble des **unités de paysage** (haies arbustives + semis direct)
4. Systèmes de culture conduits en semis direct, en cultures manuelle et mécanisée
5. Prévulgarisation des systèmes de culture en semis direct sur résidus de récolte, en milieu réel, chez les agriculteurs + initiation au maniement des plantes de couverture
6. Les rotations « production de grains-élevage »
7. Choix des meilleures variétés de riz pluvial dans les systèmes de culture des hauts-plateaux (avec ou sans semis direct)

---

II. Les cultures de contre-saison (tanety, rizières)

8. La culture de blé de contre-saison sur rizières – techniques de semis direct ou labour, choix d'indicateurs pertinents de la fertilité et du régime hydrique
  9. La culture de la pomme de terre, les cultures maraîchères (dont tomate, haricot), en **semis direct** ; **impacts** sur l'incidence du mildiou et du flétrissement bactérien sur solanées, de l'antrachnose sur légumineuses.
-

Annexe 4

Fiche technique herbicides

(rappel 1991-92-93)

## Herbicides « classiques »

### Sur maïs

- Triazines : Primextro 6 l/ha (atrazine + métolachlore) préémergent, mélange (atrazine + simazine) en postrécolte.
- Lasso (Alachlore) en préémergence, sélectifs du maïs + légumineuses de couverture.
- Stomp (Pendimétholine) en préémergence, sélectifs du maïs + légumineuses de couverture.

### Sur soja

Lasso (Alachlore) 6 l/ha en préémergence.  
extra aussi sur maïs et sur l'association soja + maïs.

### Sur riz

#### • Préémergents :

- Ronstar 4 l/ha (oxadiazon)
- Stomp 3 l/ha (pendiméthaline)

Compléter avec 1 l 2-4 D amine si nécessaire (avant tallage ou fin tallage)  
ou Basagran (Bentazone) en postprécoce

#### • Postémergents :

- Propanil + 2-4 D en mélange (10 l + 2 l) stade 2-3 feuilles adventices : +/- 25 jours après levée.
- Quinclorac en post (+/- 20-25 jours après levée) + 2-4 D, sur Dycot. en applications séparées.

### Attention

Antagonisme avec Carbofuran et Propanil, observer 25 jours d'espace entre application et levée du riz.

Satanil (propanil + thiobencarb) : stade 2-3 feuilles adventices.

Propanil + Ronstar : postémergent précoce (phytotoxique).

### Sur haricot

Présemis incorporé, Etpam (EPTC), efficace sur Cyperus, large spectre.

Stomp (pendiméthaline) en préémergence (sur graminées).

Fusilade X2, Basagran en postémergence (sur graminées + Dycot.).



## Régulateur croissance graminées

CGA 163935 (Ciba Ceigy) à essayer sur Bozaka, Cynodon, Kikuyu.

## Substance de croissance

AIA	Rhizopon A	Stimulant racines géronium	
Dimethipin	Harvada 25 F	] Limitation croissance parties aériennes graminées	
Ethephon	Ethrel CFPI		
Chlormequot	Viva L (Pepro)		
Chlorure	Ranfar (Ciba)		
Hydrazide maléique	{+ 2-4 MCPB}	Fazor (Uniroyal) Solution L70 (CFPI)	Limitation croissance gazon
Mefluidide <sup>1</sup>	[ Vaisoxon Limit (Aseptan) Embark 2S (CFPI) <sup>1</sup> la Quinaléine Minorix	] Limitation croissance gazon (comparer avec gestion herbicide)	

<sup>1</sup>. le plus recommandé

## Annexe 5

- Techniques d'inoculation et d'enrobage des semences de légumineuses (pelliculisation)
- Les légumineuses de couverture
- Gestion des sols et des cultures avec des couvertures végétales
- Mise en place d'une couverture pendant un cycle de maïs
- Mise en place d'une couverture pendant un cycle de haricot
- Culture de maïs dans une couverture morte ou dans une couverture vivante de kikuyu, lotier, Desmodium
- Culture de haricot dans une couverture morte ou dans une couverture vivante de kikuyu, lotier, Desmodium

(Résultats des travaux de Roger MICHELLON à la Réunion.)

## Techniques d'inoculation et d'enrobage des semences de légumineuses

---

*Les conditions d'installation des légumineuses, et en particulier de l'établissement de la symbiose rhizobium-plantule, ont une importance primordiale sur leur mise en place, l'efficacité de leur fixation d'azote atmosphérique et leur production ultérieure.*

*Quelques recommandations pratiques devraient permettre de réaliser aisément cette opération et à moindre coût.*

---

### Inoculation

En général, une espèce de rhizobium donnée est spécifique d'une légumineuse donnée. Un simple test de semis au champ permet de s'assurer de la présence du rhizobium dans le sol.

L'aspect visuel de la légumineuse (bonne vigueur ou faible croissance), la couleur de ses feuilles (vertes ou jaunâtres) et la présence des nodosités sur ses racines donnent des indications très utiles, ainsi que l'observation d'une coupe de ces nodules :

- couleur blanche : inefficience ;
- rouge : présence de legmoglobine et donc présomption d'efficacité ;
- verte : couleur pouvant être due au prélèvement trop tardif (dégénérescence de cette nodosité).

L'introduction d'une nouvelle légumineuse dans une zone est parfois conditionnée par celle de son rhizobium spécifique.

L'infestation du terrain peut être réalisée par épandage de quelques kilos d'un sol de la même zone où l'association légumineuse rhizobium est efficace. Mais cette technique doit être réalisée avec précaution car elle risque aussi de conduire à l'infestation du sol par des maladies, le rendant ainsi impropre à certaines cultures (bactéries telles que le *Pseudomonas solanacearum*, mais aussi champignons, nématodes...). Il est préférable d'utiliser des souches pures, sélectionnées pour leur efficacité, isolées localement ou dans un premier temps commercialisées dans le monde par les laboratoires spécialisés (en prenant toutes les précautions phytosanitaires nécessaires).

Le simple mélange de l'inoculum et des semences sèches, ou même humidifiées ne permet pas une bonne adhérence des rhizobia sur les graines.

Pour réaliser l'inoculation ou l'enrobage des semences, il est souhaitable **d'utiliser un adhésif** :

- dissoudre de la gomme arabique finement moulue dans de l'eau chaude, à raison de 400 g de gomme arabique par litre d'eau (réduire de moitié pour une simple inoculation) ;
- agiter à chaud jusqu'à complète dissolution et en préparer que la quantité nécessaire (moissures possibles) ;
- laisser refroidir.

Pour l'inoculation, choisir un récipient adapté (bassine, tonneau mélangeur...) et propre.

- Mélanger les quantités d'inoculum et d'adhésif nécessaires en fonction du poids de graines et de leur taille.
- Ajouter immédiatement les semences et mélanger jusqu'à ce qu'elles paraissent toute inoculées (sans arracher leurs téguments).

Quelques précautions doivent être prises :

- la préparation du mélange semences-inoculum-adhésif doit se faire juste avant le semis dans un endroit frais et à l'abri du soleil. Ne préparer que des quantités susceptibles d'être semées dans la journée afin d'éviter la mort des rhizobiums ;
- s'assurer que les semences n'ont pas été traitées avec des substances toxiques et si des traitements phytosanitaires sont nécessaires, les adapter (utiliser le Thirame comme fongicide...);
- ne pas mélanger les semences inoculées avec des engrais acides (superphosphates...);
- semer en conditions humides : l'inoculation des semences peut conduire pour certaines espèces (soja, haricot...) à une importante fonte des semis en cas de forte sécheresse et dans ce cas, il vaudrait mieux inoculer le sol que la graine.

## Enrobage des semences

Les exigences édaphiques de la légumineuse ou celle nécessaires à la survie de son rhizobium spécifique dans le sol, ainsi que celles requises momentanément lors de l'établissement de la symbiose ne sont pas toujours identiques.

L'enrobage peut alors permettre de modifier l'environnement immédiat de la semence en cours de germination de manière à permettre l'établissement définitif de la symbiose, sans recourir à un amendement onéreux de l'ensemble du terrain (chaulage...). La neutralisation ponctuelle des conditions de milieu favorise l'infection des racines par les bactéries fixatrices (rhizobiums) et permet ainsi l'établissement de la symbiose rhizobium-légumineuse.

Selon les exigences des espèces, les produits les plus couramment utilisés sont le calcaire ou le phosphate naturel. Ils doivent être finement broyés (minimum de 90 % passant au travers d'un tamis de 15 microns) et peuvent être remplacés par d'autres matériaux selon les disponibilités (dolomie...).

Pour réaliser l'enrobage, mélanger l'inoculum et l'adhésif, puis les semences comme cela a été précédemment décrit. Puis ajouter la quantité de produit recommandée pour l'enrobage en une seule fois et mélanger rapidement jusqu'à ce que les graines se séparent et paraissent toutes enrobées (2 mm environ). La poursuite du mélange conduit à durcir les granulés qui peuvent ensuite se briser. Les quantités de produit peuvent être ajustées (finesse du broyage, importance du lot de semences...) et, en particulier, elles doivent être augmentées lorsqu'une partie des semences reste collée.

Les semences sont prêtes pour être semées immédiatement, soit directement à la volée sur terrain humide herbicide, soit à une faible profondeur en conditions plus sèches.

Il est recommandé d'effectuer des tests préliminaires au champ pour ajuster les techniques et les doses en fonction des conditions locales (chaulage dans la raie de semis pour semoir à double goulotte...).

## Bibliographie

BEUNARD P., 1984. Contribution à l'étude de la fixation d'azote chez les légumineuses. Mémoire IRAT, 111 p.

MEISNER C.A., GROSS D., 1980. Some guidelines for the evaluation of the need for and response to inoculation of tropical legumes. North Carolina Agric. Research Service. Techn. Bul. n° 265, 59 p.

NORRIS D.O., DATER R.A., 1976. Legume bacteriology. In Shaw N.H., Bryan W.W. Tropical pasture research. Principles and method. CAB, n° 51 Alden Press ed., Oxford, 454 p., p. 134-174.

PURTON J.C., 1979. New developments inoculating legumes. In Subba Rao N.S. Recent advances in biological nitrogen fixation. Oxford and IBH publishing Co. New Delhi, Bombay, Calcutta, p. 380-405.

SAINT MACARY H., 1981. Compte rendu de mission à la Réunion et à Madagascar. IRAT, 23 p.

Tableau : Technique d'inoculation et d'enrobage de différentes espèces de légumineuses.

- Groupe de rhizobium, spécifique ou non, commercialisé en Australie.
- Nombre de graines de chaque espèce par kilo.
- Produit conseillé pour l'enrobage par SHAW et BRYAN (1976).

Quantité d'adhésif et de produit d'enrobage selon la taille des semences, conseillé par WILLIAMS, directeur de PRIMAC SEEDS.

Adresses pour la fourniture d'inoculum : outre le laboratoire de biologie des sols de l'IRAT-CIRAD, pouvant satisfaire des besoins limités, et les producteurs de semences australiens, des inoculums peuvent être commandés à :

BIOPROX-PROTEX Télex : 630 957 F - Tél. ; 47.57.74.00 (soja)  
6, rue Barbes, BP 177 - 92305 Levallois-Perret

AGRICULTURAL LABORATORIES PTY.Limited  
95-99 Carlingford Street - Sefton N.S.W. 2162, Australie

QUEENSLAND INOCULANTS  
P.O. Box 1052 - Toowoomba, QLD 4350, Australie

ROOT NODULE PTY.Limited  
84 Rawson Road - Woy Woy 2256, Australie

Adresse pour la fourniture de semences :

PRIMAC SEEDS Télex : AA 166 142 PRIMAC  
P.O. Box 943 - Murwillumbah 2484 NSW, Australie

SAUERS Télex : 146 945 YATES  
P.O. Box 117 - Rockhampton QLD 4700, Australie

Espèce	Groupe du rhizobium	Nombre de grains par kilo en 10 <sup>3</sup>	Matériau d'enrobage	Classe (10 <sup>3</sup> grains/kg)	Adhésif (ml/kg)	Matériau d'enrobage (g/kg)
<i>Lupinus Albus</i>	Lupin	2 à 4	Phosphate	3 à 10	11	170
<i>Dolichos lablab</i>	Dolique	4 à 5	Phosphate			
<i>Arachis pentoï</i>	<i>Arachis pentoï</i>	6 à 8	Phosphate	10 à 20	12	180
<i>Vigna unguiculata</i>	« Cowpea, mung bean »	7 à 15	Phosphate	20 à 50	13	190
<i>Leucaena leucocephala</i>	leuceana	20 à 24	Chaux			
<i>Centrosema pubescens</i>	Centrosema	40	Phosphate	50 à 100	14	215
<i>Calopogonium mucunoides</i>	« Calopogonium, Siratro, pueraria... »	73	Phosphate			
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	« Calopogonium, Siratro, pueraria... »	75	Phosphate			
<i>Vigna parkeri</i>	« Cowpea, mung bean »	75	Phosphate			
<i>Pueraria phaseoloides</i>	« Calopogonium, Siratro, pueraria... »	81	Phosphate			
<i>Neonotonia wightii</i>	« Calopogonium, Siratro, pueraria... »	120	Phosphate	100 à 200	17	250
<i>Trifolium subterraneum</i>	Glycine	130 à 170	Phosphate			
<i>Desmodium uncinatum</i>	Trèfle souterrain	150	Chaux			
<i>Cassia rotundifolia</i>	Desmodium	200 à 220	Phosphate	200 à 500	21	320
<i>Stylosanthes scabra</i>	Desmodium	200 à 470	Phosphate	500 à 1 000	27	410
<i>Desmodium semipilosum</i>	<i>Stylosanthes scabra</i>	400 à 800	Phosphate			
<i>Lolus uliginosus</i>	Desmodium	600	Phosphate	1 000 à 2 000	33	500
<i>Trifolium repens</i>	Trèfle du Kenya	700 à 1 000	Chaux			
<i>Lotononis bainesii</i>	lotier velu	1 250	Phosphate			
	Trèfle blanc	1 500 à 1 700	Chaux	2 000 à 4 000	40	600
	Lotononis	3 300	Phosphate			

## Les légumineuses de couverture

De nouvelles légumineuses fourragères ont été choisies pour leur adaptation aux conditions locales, leur production et leur intérêt comme plante de couverture, car elles sont rampantes. Ce sont la « pistache fourragère », le trèfle du Kenya et le lotier. Comme toutes les légumineuses, elles enrichissent le sol en azote, mais elles doivent pour cela être inoculées au moment du premier semis.

### Pistache fourragère

(*Arachis pintoï*, variété Amarillo)

La « pistache fourragère », originaire du Brésil, a été introduite dans de nombreux pays : USA, Australie, Japon... pour servir de fourrage et de plante de couverture.

Sa **rusticité** lui permet de s'adapter à de nombreux types de sols (acides ou non, de fertilité faible à bonne...). De même, elle supporte de longues périodes de sécheresse ou l'excès d'eau (zones de bas de l'ouest ou de l'est) et l'ombrage.

Sa **production fourragère** est élevée et sa valeur nutritive réputée bonne.

Elle est également utilisée comme plante de couverture dans les vergers et les bananeraies, et paraît très intéressante dans le géranium et les cultures maraîchères (artichaut, haricot...).

Elle peut être semée, à raison de 10 à 15 kg/ha (prix actuel : 115 F/kg), soit à une distance de 60 cm sur 15 à 20 cm. Les graines doivent être enterrées entre 2 à 6 cm pour réduire les dégâts de rats.

La « pistache fourragère » se propage par ses tiges rampantes (1 à 2 mètres par an), mais n'est pas envahissante car ses graines se développent dans le sol, comme la « pistache » (arachide).

Le semis qui est très rapide à la canne planteuse, peut être remplacé par du bouturage. En cas de sécheresse, les boutures (de 15 à 20 cm) doivent être aoûtées (tiges dures) et enterrées profondément (10 cm).

Sa mise en place peut se faire très simplement en même temps qu'une autre culture, car elle supporte de nombreux herbicides :

- paraquat : de 100 g/ha, aux jeunes stades (Rbix 1 l/ha) jusqu'à 600 g/ha, sur les plantes bien installées (Rbix 6 l/ha) ;
- Bentazone (Basagran liquide) associé au haricot, pois, maïs... ;
- 2,4 D, glyphosate à faible dose...

### Lotier

(dattier velu, *Lotus uliginosus*, variété Maku)

Le lotier qui est originaire du Sud de l'Europe, existe à la Réunion depuis longtemps. Mais la variété Maku beaucoup plus agressive et très productive n'a été introduite que depuis une dizaine d'années.

Elle s'adapte bien aux **zones humides**, même mal drainées et **aux sols pauvres**. Elle supporte aussi une sécheresse temporaire. Par rapport à la « pistache fourragère », elle préfère les températures plus douces des hauts (plus de 800 m dans l'Ouest, 400 m à l'Est pour l'instant).

Sa **production fourragère** est très importante, et elle **s'associe très bien aux graminées** dont elle stimule la pousse (comme le kikuyu). **Son agressivité contre les « mauvaises herbes »** et la **facilité de sa maîtrise** en font une plante de couverture très intéressante, d'autant plus qu'elle **attire le taon** (*Crateopus*). Il épargne ainsi les cultures sensibles (plante-piège), comme le géranium, le pêcher, le pommier...

Le Lotier Maku s'installe facilement par bouturage, et peut être semé à la volée à 4 kg/ha (prix 98 F/kg). Il pousse mieux sur un terrain « sale », à l'ombre des « mauvaises herbes » tuées au paraquat (Rbix), ou au glyphosate (Roundup...) pour éliminer les plus résistantes. Il est alors préférable d'enrober les graines pour faciliter l'inoculation.

Si le sol est nu, il vaut mieux enfouir les graines, surtout en cas de risque de sécheresse.

Pour ne pas immobiliser de terrain, il peut être semé en même temps qu'une autre culture (haricot, maïs...). Il s'installe alors plus vite, sans travail, ni coût supplémentaire (protection contre les noctuelles).

Il est tolérant à certains herbicides ce qui permet de le nettoyer lors de son installation :

- loxynil à 375 g/ha sur jeune plante (1,5 l de Totril par hectare) jusqu'à 625 g ; sur Lotier installé (2,5 l de Totril par hectare), soit à la dose préconisée pour ail, oignon, poireau ;
- Propyzamide à 600 g/ha (1,5 l de Ker Flo par hectare) utilisable sur laitue, plantes ornementales et forestières ligneuses ;
- paraquat (Rbix) ou glyphosate (Roundup) en dirigé sur les tâches de mauvaises herbes.

Pour mettre en place une culture dans le lotier installé, il suffit de « marquer » les lignes avant semis, ou les trous, avant plantation, à l'aide d'herbicides de contact : paraquat (Rbix...), ou éventuellement glufosinate-ammonium (Basta F1...), diquat à 300 g/ha (Réglone 2 à 1,5 l/ha).

Pour éviter qu'il ne gêne parfois la jeune culture, un apport localisé d'engrais permet de le dessécher pendant une durée suffisante, de même que certains herbicides qui sont très actifs sur cette plante.

Comme le lotier domine dans tout le champ, les herbicides peuvent être utilisés à très faible dose :

- Bentazone à 100 g/ha (Basagran liquide 0,2 l/ha) avec haricot, pois, maïs, géranium en hiver ;
- Atrazine à 250 g/ha (Gesaprim ou Callitraz 0,5 kg/ha) avec maïs, géranium en été ;
- Diuron 320 g/ha (Karmex 0,4 kg/ha)...



## **Trèfle du Kenya**

(*Trifolium semipilosum*, variété Safari)

Ce trèfle est originaire du Kenya, où il pousse naturellement dans les montagnes, en association avec le kikuyu.

Comme le lotier, il s'adapte à de nombreux types de sols, mais il résiste mieux à la sécheresse.

Il est plus difficile à installer, par semis (4 kg/ha à 100 F/kg). Mais, il se multiplie très bien par bouturage, ainsi que par ses tiges rampantes qui s'enracinent aux noeuds. Il donne beaucoup de fleurs très mellifères et se ressème naturellement.

Il est très sensible au manque de bore dans le sol qui doit être corrigé (10 kg/ha de borate de sodium).

Il est assez sensible à la concurrence des mauvaises herbes pendant son installation, mais il peut être désherbé avec la bentazone 720 g/ha (1,5 l/ha de Basagran liquide).

## **Gestion des sols et des cultures avec des couvertures végétales**

### **Les objectifs**

L'intervention de la recherche agronomique dans les hauts de l'Ouest correspondant aux orientations du Plan d'aménagement des hauts, et à la politique de coopération régionale.

Les objectifs sont :

- la protection de l'environnement (défense des sols contre l'érosion et restauration de la fertilité) ;
- le développement agricole de la zone, grâce à une intensification des cultures, ou à la réduction de leur coût de production.

Suite à l'abandon de la jachère (friche d'acacia), l'agriculture des hauts s'est trouvée confrontée à des problèmes de fertilité des sols, surtout dans les zones les plus peuplées. En quelques années, la monoculture du géranium entraîne une baisse de rendement, car sans lutte contre l'érosion, les sols s'appauvrissent...

De plus, les maladies de la terre (flétrissement bactérien) et les mauvaises herbes se développent. Les temps de sarclage augmentent alors énormément.

Actuellement, la zone se diversifie et s'oriente vers la polyculture-élevage. L'apparition de l'agroforesterie et des cultures avec couverture végétale permanente du sol, permet d'accélérer ce renouveau de l'agriculture, grâce à leurs nombreux effets agronomiques favorables.

### **Dispositif des recherches**

Les recherches sont réalisées par comparaison des cultures intensives : soit en sol nu (comme chez la plupart des agriculteurs), soit avec couverture. Nous étudions le géranium (en culture pure ou avec des intercalaires), ainsi que des productions qui entrent en rotation : maraîchères ou vivrières (haricot, tomate, maïs, pomme de terre...).

Trois situations ont d'abord été choisies pour déterminer les problèmes à résoudre en priorité (après acacia, canne détruite par le ver blanc, et monoculture du géranium).

Lors de la mise en place, les résidus de la défriche ou de la culture précédente sont conservés sur place pour obtenir une couverture morte. Cette couverture apporte de nombreux effets bénéfiques, mais elle disparaît en quelques mois. Pour les conserver, il faut la remplacer par une couverture vivante.

### **Maîtrise des couvertures**

La maîtrise du développement de la couverture est parfois nécessaire pour éviter une concurrence avec la culture.

Elle est aisée et peu chère, car nous disposons pour chaque couverture d'herbicides ou de techniques très efficaces pour la maîtriser : apport d'engrais sur légumineuses, Fluazifop-P-Butyl (Fusilade X2) ou méfluidide (Minarix) sur kikuyu, bentazone (Basagran liquide) sur lotier. Comme la couverture domine tout le champ, les herbicides peuvent être utilisés à très faibles doses (dix fois moins que les doses conseillées).

Il faut faire très attention de ne pas détruire la couverture sous peine de perdre ses effets bénéfiques : prolifération des mauvaises herbes très agressives, telles que l'oumine (*Cyperus rotundus*), l'ail marron (*Nothoscordum inodoratum*)...

Certaines couvertures ne demandent aucun entretien, comme la « pistache fourragère ».

La mise en place des cultures peut être facilitée par un herbicide de contact (paraquat...) appliqué sur la ligne ou sur le trou de plantation, et l'utilisation de plants racinés (tomate, géranium...) et de cannes planteuses pour réduire les temps de semis.

### **Conséquences agro-économiques**

Les modes de gestion du sol et des cultures avec couverture et embocagement des parcelles, en cours d'élaboration, permettent généralement d'accroître les rendements des cultures par rapport aux itinéraires en sol nu, et d'obtenir en outre une production fourragère non négligeable.

De plus, ils améliorent souvent la productivité du travail grâce à une réduction de la prolifération des adventices, limitant ainsi les sarclages.

L'ensemble des effets favorables induits par ces nouvelles techniques et, en particulier la protection totale du milieu vis-à-vis des accidents climatiques, devrait conduire à moyen terme à une amélioration très nette des conditions de production, à une diversification et une stabilisation des exploitations agricoles.

La poursuite de ces études devrait permettre la généralisation de ces techniques à l'ensemble des zones de l'île.

## **Mise en place d'une couverture pendant un cycle de maïs**

La culture du maïs est peu rentable en sol nu, car elle demande beaucoup de temps de travaux. En dehors du maïs fourrage, elle est souvent associée à une légumineuse, et en particulier au haricot.

Il est alors possible d'installer une couverture de kikuyu ou de lotier, en même temps, sans immobiliser de surface.

Les productions des cultures sont améliorées et les temps de travaux diminués.

Il faut cependant bien éliminer les mauvaises herbes les plus résistantes pour obtenir une couverture propre.

L'installation du trèfle ne pose aucun problème particulier car il peut être désherbé à la bentazone (Basagran liquide) utilisable sur maïs ou haricot. Pour la « pistache fourragère », il est possible d'utiliser en plus le paraquat en dirigé dans l'interrang.

Implantation d'une couverture de kikuyu ou lotier avec travail minimal pendant un cycle de mois. Comparaison des itinéraires culturaux par rapport au sol nu.

Stade de la culture de maïs	Opération culturale	Sol nu	Kikuyu	Lotier
Avant semis	Préparation du terrain	Glyphosate 1 000 à 1 500 g/ha + sulfate d'ammoniaque 2 kg/ha ou paraquat 600 à 800 g/ha... (nombreuses matières actives selon la flore)		
		Sarclage manuel et mise en ordre des adventices	ou Paraquat 600 g/ha + Méthachlor + Atroazine : 2 000 + 1 000 g/ha (synergie avec paraquat)	Reprise éventuelle du traitement herbicide sur les taches d'adventices non tuées après une à deux semaines
Semis : période la mieux adaptée pour pouvoir conduire en mois un cycle de croissance : première quinzaine d'octobre dans les hauts sous le vent, mais peut être semé jusqu'en janvier	Implantation des couvertures		Bouturage à environ 25 000 plants/ha (éventuellement semis direct à faible profondeur à 6 kg/ha)	Semis à la volée de 4 à 6 kg de semences de lotier velu inoculées et enrobées*
	Semis du maïs	Sillonage ou bineboul à 1 m (ou 0,7 m) d'écartement, localisation de la fumure, semis ou semiboul à environ 0,18 m, soit 55 000 graines par hectare (ou 0,25 m)	Variétés Suwon 8311 ou Tacumen 7931 ou hybride IRAT 143 Semis direct à la canne planteuse à 1 m d'écartement à raison de 2 à 3 graines par paquet à 0,4 m (ou à 0,7 m X 0,5 m), soit 65 000 graines/ha, avec localisation de l'engrais (la densité optimale n'est pas déterminée mais devrait être augmentée par rapport au sol nu).	
Entretien en cours de cycle	Fumure localisée	75-00-120 sous forme de 15-12-24 appliquée éventuellement en deux fois en cas de forte sécheresse (au semis et après la levée) L'apport de matière organique ne semblerait pas aussi nécessaire qu'en sol nu		
	Herbicide de postsemis	Méthachlor + atrazine : 2 000 + 1 000 g par ha	Pas nécessaire	
	Rodenticide	Chlorophacinone en appâts sur les pistes des rats (protection jusqu'à la récolte)		
Levée	Lutte contre les noctuelles	Appâts à raison de 50 kg/ha (réparti avec 20 g d'andouillette pour 10 kg de son, 1 kg de sucre et 10 l d'eau)		
Entretien en cours de cycle	Apport d'azote complémentaire	50 N sous forme d'ammonitrate ou stade 8 à 10 feuilles		
	Lutte contre les botes	Application éventuelle de diazinon dans le comot		
	Lutte contre les adventices	Sarclage manuel	Paraquat 400 g/ha ou glyphosate 1 000 g/ha en dirigé sur les taches d'adventices	

\* Semences de lotier inoculées avec le rhizobium spécifique du lotier velu et un adhésif. Par kilo de semences ajouter 33 ml d'adhésif obtenu en dissolvant 400 g de gomme arabique dans un litre d'eau, puis l'inoculum. Elles sont ensuite enrobées au phosphate naturel broyé (500 g/kg) et semées immédiatement.

## **Mise en place d'une couverture pendant une culture de haricot**

Les problèmes qui limitent la production du haricot, en sol nu, sont le manque de fumier et de temps par l'agriculteur pour préparer le terrain et semer assez tôt.

Il est possible d'installer une couverture de kikuyu ou de lotier (ou un pâturage) sans immobiliser de terrain, en même temps qu'une culture de haricot. Sans augmentation des charges, ni apport de fumier, la production est la même qu'en sol nu (avec fumier). Les temps de travaux sont diminués surtout à la plantation (cannes planteuses...).

Il faut cependant bien éliminer les mauvaises herbes, les plus résistantes pour obtenir une couverture propre.

L'installation du trèfle ne pose aucun problème particulier, car comme le haricot, il peut être désherbé à la bentazone (Basagran liquide). Pour la « pistache fourragère », il est possible d'utiliser en plus le paraquat (Rbix), en dirigé dans l'interrang.

## **Culture du haricot dans une couverture morte ou dans une couverture vivante de kikuyu, de lotier ou de Desmodium**

Pour obtenir une couverture morte, il suffit de laisser sur le champ les résidus de la culture précédente (pailles de canne...). Le semis direct du haricot dans ces pailles permet d'augmenter son rendement (conservation de l'humidité du sol, apport de matière organique, réduction des dégâts de gros genou...) et de diminuer les temps de travaux (moins de mauvaises herbes, semis à la canne planteuse...). Pour les traitements herbicides : faire très attention au dosage du mélange paraquat (Rbix) et bentazone (Basagran liquide) qui est beaucoup plus efficace que les produits utilisés seuls.

Les effets bénéfiques des couvertures mortes ne durent pas longtemps, car elles disparaissent assez rapidement. Pour conserver ces effets, il suffit de cultiver dans des couvertures vivantes qui sont simplement affaiblies pendant la culture tels que le lotier, le Desmodium ou le kikuyu. Attention avec le kikuyu, car le haricot apparaît sensible à l'herbicide : Fluazifop-P-Butyl, Fusilade X2, qui le fait jaunir.

La culture du haricot dans la « pistache fourragère » ne devrait poser aucun problème car cette couverture est beaucoup plus rampante.

Comparaison des itinéraires culturaux pour un haricot implanté dans une couverture morte ou couverture vive de kikuyu, Latier ou Desmodium.

Stade de la culture du haricot	Opération culturale	Couverture morte (résidus de récoltes...)	Couverture de kikuyu installée <sup>1</sup>	Couverture de Latier installée <sup>1</sup>	Couverture de Desmodium installée <sup>1</sup>
Avant semis	Préparation du terrain	Glyphosate 1 000 à 1 500 g/ha + sulfate d'ammoniaque 2 kg/ha ou paraquat 600 à 800 g/ha...	Fauçonne pour affouragement des animaux ou pâturage		
			Paraquat en plein ou en dirigé (pour marquer les rangs de semis) : 400 g/ha	Diquat 300 g/ha avec reprise éventuelle avec une dose réduite de moitié après une semaine (à remplacer par paraquat si salissement par des mauvaises herbes)	Diquat 600 à 800 g/ha avec reprise après une semaine avec une dose réduite de moitié
Semis : période optimale pour le rendement : deuxième quinzaine de mars dans les hauts sous le vent	Semis du haricot	Choix de semences saines, traitées si nécessaire contre l'antracnose (bénomyl 100 g/q), variété Pampadou, Semis direct à la corne planteuse à 0,7 m d'écartement à raison de 3 graines par paquet à 0,2 m, soit 21 000 graines/ha, avec localisation de l'engrais. (Les densités optimales ne sont pas déterminées)			
	Fumure localisée	40-80-80 sous forme de 10-20-20 appliqué éventuellement en deux fois en cas de risque de sécheresse (au semis et après la levée)	L'apport de matière organique ne paraît pas nécessaire		
	Herbicides de post-semis	Si la couverture morte est insuffisante pour empêcher la levée des mauvaises herbes : dinoterbe 1 250 g/ha ou butaline 3 600 g/ha	Non nécessaire		
Levée	Protection phytosanitaire	Appâts contre les noctuelles (à raison de 50 kg/ha, préparé avec 20 g d'endosulfan, pour 10 kg de son, 1 kg de sucre et 10 l d'eau et molluscicide. Le traitement insecticide contre le gros genou, <i>Ophiomyia phaseoli</i> , ne paraît pas nécessaire			
Floraison	Protection phytosanitaire	Contre la pyrale deux traitements espacés de 10 jours à partir du début floraison à l'endosulfan 350 g/ha			
Fertilisation en cours de cycle	Protection phytosanitaire	Éventuellement contre la graisse : manèbe + zinèbe + cuivre ou stade 2 feuilles trifoliées et à la floraison, et contre la pourriture grise : iprodione			
	Lutte contre les adventices	Paraquat en dirigé sur l'interrang : 600 à 800 g/ha, ou bentazone en plein à partir du stade 2 feuilles trifoliées 1 200 g/ha, ou bentazone 75 g/ha + paraquat 50 g/ha en dirigé dans l'interrang ou en plein (synergie très forte mais peu phytotoxique sur haricot, la dose peut être doublée après le stade 4 feuilles)	fluzilopp-butyl en dirigé dans l'interrang : 50 g/ha	Bentazone en plein ou en dirigé sur le rang de haricot à partir du stade 2 feuilles trifoliées 120 à 240 g/ha	Éventuellement paraquat en dirigé dans l'interrang 400 à 600 g/ha

1. On peut également utiliser 200 g/ha de paraquat + 100 g/ha de diquat sur kikuyu et latier, et deux fois ce mélange sur desmodium à une semaine d'intervalle.



## FOFIFA - Quelques recommandations

### I. Gestion agrobiologique de la culture de riz pluvial - région du moyen-ouest, Kankason (sols ferrallitiques) - 4 ans

ANG R/R	SD M/R	ANG AR/R	ANG R/M	SD R/AR	ANG R+	SD Calo.	SD R +	ANG Casia
SD	ANG	SD	SD	ANG	Calo. SD	/R ANG	Casia ANG	/R SD
1	2	3	4	5	6	7	8	9

ANG Crot	SD R +	SD Mil +	ANG R +	ANG R+	SD Siroto	ANG R +	ANG R +	SD R+H
/R SD	Crot. ANG	R ANG	Mil SD	Siroto SD	/R ANG	Arachis P. SD	Arachis R. SD	ANG
10	11	12	13	14	15	16	17	

#### Split plot

Traitements principaux (rotations) = 18  
Traitements secondaires = 2  
Angody semis direct

3 répétitions → 54 parcelles principales

R/R : riz sur riz continu ; M/R : maïs sur riz ; AR/R : arachide sur riz ; R+Calo : riz + *Calopogonium mucronoides* associés ; Calo/R : 1 an à couverture calopogonium pure, l'année suivante riz ; R + Casia : riz + *Cassia rotundifolia* associés ; Casia/R : 1 an à couverture, riz l'année suivante ; CROT + R : crotolaire semis précoce, semis direct tardif riz (du 1<sup>er</sup> au 10 décembre maximum) ; R+CROT : riz semis précoce + semis direct crotolaire en suivant la récolte (semis crotolaire sur pailles riz) ; Mil+R : mil semis précoce, semis direct tardif riz (du 1<sup>er</sup> au 10 décembre maximum) ; R+Mil : riz semis précoce + semis direct mil en suivant la récolte (semis mil sur paille de riz) ; R+Siroto : riz + Siroto associés ; Siroto/R : 1 an Siroto, riz l'année suivante ; R+Arachis P. : riz + *Arachis pintoi* associés ; R+Arachis R. : riz + *Arachis repens* associé ; R+H : riz semis précoce + semis direct et horicat dans paille de riz.

# Annexe 7

- Synthèse résultats semis direct FIFAMANOR (1992-94)

Jean-Marc Randrianaivoarivony

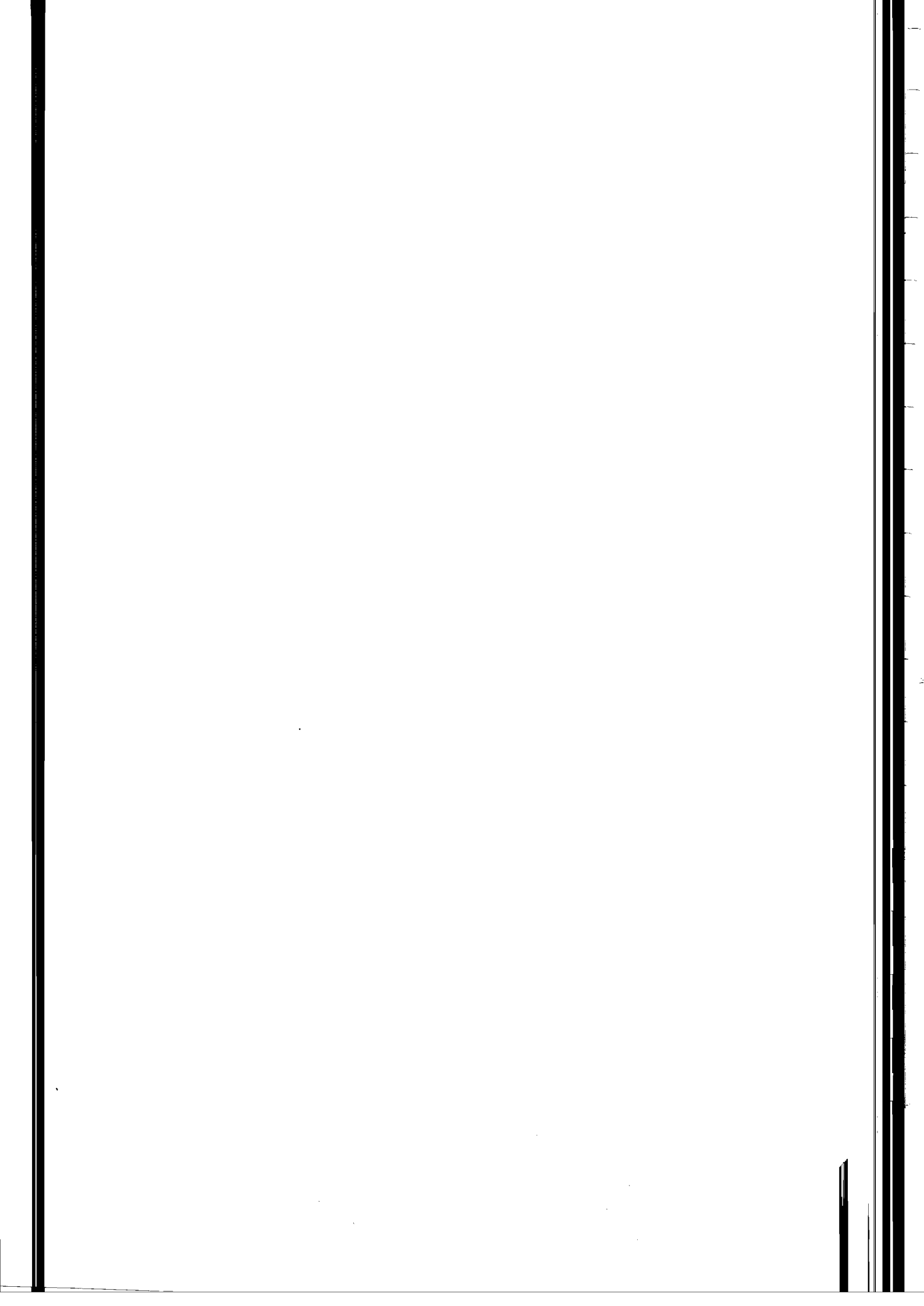
République de Madagascar  
Tanindrazana-Fahafahana-Fahamarinana

Ministère du Développement rural et de la Réforme foncière

FIFAMANOR BP 198  
Antsirabé 110  
Tél. 489-54

**Etude de la technique de semis direct  
sur les cultures de soja, du blé, du maïs,  
du haricot et du riz pluvial sur couverture morte  
et vive en saison pluviale 1992-93 et 1993-94**

Jean-Marc Randrianaivoarivony  
Octobre 1994



# Essais de système de culture

## Introduction

La production alimentaire a toujours été la première préoccupation de l'homme. Pour le passé, les stratégies à cet égard mettaient l'accent sur la production d'aliments en quantité suffisante afin de satisfaire les besoins locaux et ou de les exporter. Récemment, cet accent a été étendu afin d'inclure des considérations liées à la protection de l'environnement.

Selon le rapport publié par le séminaire sur l'environnement qui s'est tenu en octobre 1993 à Antananarivo, 70 % de la superficie totale à Madagascar représente les surfaces dégradées et non exploitables. Aussi, les surfaces exploitées tendent à se dégrader par une forte érosion entraînant l'ensablement des canaux d'irrigation ou des bas-fonds. Sur les Hauts-Plateaux, la majeure partie du sol est pauvre (acide). Tous ces facteurs créent des conditions défavorables à la production agricole. Des résultats de recherche résolvant ces problèmes ont été obtenus mais la technique de conservation des ressources naturelles n'est pas assurée. Une nouvelle approche sur le système d'exploitation des terres sans nuire à l'environnement a été menée dans plusieurs pays tropicaux (Brésil, Tanzanie, Nigeria, Ouganda) sur une centaine et même des milliers d'hectares : c'est le système de culture de semis direct sur résidus de récolte ou sur couverture. Cette technique consiste à semer la culture sur résidus de récolte (couverture morte) ou sur couverture vive.

## Objectif

L'objectif de ces travaux vise à :

- protéger le sol contre l'érosion ;
- améliorer la fertilité du sol ;
- trouver toutes les techniques appropriées à la culture de semis direct (la combinaison couverture/culture, la maîtrise des adventices, le semis...) ;
- lester les semoirs spécialisés à la culture du semis direct.

## Matériels et méthodes

### Technique du semis direct

La technique de semis direct consiste à semer les cultures sur résidus de récolte (couverture morte) ou sur couverture vive. Le semis se fait en ligne et les engrais minéraux ou organiques sont localisés sur la ligne.

On applique de l'herbicide de prélevée et postlevée sur la couverture en place (morte ou vive).

### Couvertures testées

Deux types de couverture ont été testés :

- résidus de récolte ;

- couverture vive.

En saison pluviale 1992-93, deux types de couverture vive sont entrepris :

- le *Desmodium uncinatum* qui est une culture de trois ans ;
- le *Brachiaria ruziziensis* (âgé de trois ans).

En saison pluviale 1993-94, on a surtout testé le résidu d'avoine, de maïs et de couverture vive (trèfle et *Desmodium*).

### **Cultures associées**

#### **Saison pluviale 1992-93**

Sur *Desmodium*, les cultures associées sont :

- le maïs semé le 5 novembre 1992 ;
- le blé semé le 28 janvier 1993 ;
- le riz pluvial semé le 8 novembre 1992.

Les traitements pour ce type d'essais sont :

- sol labouré ;
- semis direct avec application d'herbicide en prélevée et postlevée ;
- semis direct avec fauchage (sans herbicide).

La dimension parcellaire est de 1 are et sans répétition.

Sur *Brachiaria*, les cultures associées sont :

- le soja avec la variété UFV1 (semé le 10 novembre 1992) ;
- le haricot (variété Soa Fianarana) avec comme date d'installation 4 novembre 1992 pour la première saison et 28 janvier 1993 pour la seconde saison ;
- le lablab (*Dolichos*) semé le 8 novembre 1992.

Les traitements sont :

- labour ;
- semis direct avec application d'herbicide.

La dimension parcellaire est de 75 ares et sans répétition.

Tous les travaux sont manuels.

#### **Saison pluviale 1993-94**

En saison pluviale 1993-94, des essais de semis direct sur résidus de récolte d'avoine, du maïs et du blé ont été menés dans la station de Mimosa. Les deux semoirs spécialisés au semis direct (Jumil et Semeato) en provenance du Brésil sont testés. Ils font en même temps le semis et l'épandage d'engrais. Le semoir Jumil est réservé pour le semis du maïs, du soja et du haricot tandis que celui Semeato pour le blé et le riz.

A la parcelle M1, sol du type dépôt volcano-lacustre ferrallitique, on a testé la culture mécanisée de soja sur résidus d'avoine et de maïs en semis direct. Les trois traitements sont :

- parcelle labourée 3,50 ha
- parcelle non labourée sur résidus de maïs 6,00 ha
- parcelle non labourée sur résidus d'avoine 1,50 ha

A MVI, on a fait le même protocole sur résidus de récolte d'avoine mais en utilisant les deux types de semoirs. Les cultures mises en place sont :

- maïs (variété Tombontsoa) 1,00 ha
- haricot (1<sup>re</sup> saison : variété Lingot blanc) 0,75 ha
- blé (variété Andry 91) 1,00 ha
- soja (variété UFV1) 0,75 ha
- riz pluvial (variété 3406) 0,50 ha

La fertilisation est celle indiquée dans les fiches techniques pour chaque spéculation. On n'apporte pas de fumier.

Les herbicides appliqués sont représentés dans le tableau 1.

Tableau 1. Herbicides et doses appliquées par type de culture.

Culture	Type herbicides	Spécialité commerciale	Matière active	Dose (l/ha)
Soja	Prélevée	Gramoxone	Paraquat	3
		Stomp	Pendiméthaline	3
	Postlevée	Basagran (anticotylédones)	Bentazone	2
		Fusilade (antigraminées)	Fluazifop-p-butyl	1
Maïs	Prélevée			
	Postlevée	Simalmethrine (anticotylédones)	Atrazine + Simazine	4
		Basagran (antigraminées)	Bentazone	2
Blé	Prélevée	Gramoxone	Paraquat	3
		Reglone	Diquat	0,5
	Postlevée	Puma S (antigraminées)	Fenoxoprop-pethyl	1
		Calliherbe (anticotylédones)	2-4 D	1
Haricot	Prélevée	Gramoxone	Paraquat	3
	Postlevée	Basagran (anticotylédones)	Bentazone	2
		Fusilade (antigraminées)	Fluziafop-p-butyl	1
Riz pluvial	Prélevée	Ronstar 25EC (antigraminées)	Oxadiazon	3
	Postlevée	Puma S (antigraminées)	Fenoxaprop-pethyl	1
		Calliherbe (anticotylédones)	2-4 D	1,5

## Conditions climatiques

Les conditions climatiques en 1992-93 sont marquées par l'insuffisance de pluie durant les deux premiers mois de la culture. La répartition des pluies est normale dès le mois de février 1993 jusqu'au mois de mai.

En 1993-94, elles sont défavorables et caractérisées par une longue sécheresse durant les trois derniers mois de l'année 1993, par le passage de cyclone au mois de février et mars 1994 ainsi que le passage de gel début mai 1994. Ce retard de la tombée de la pluie entraîne une mauvaise levée de certaines graines de culture comme le maïs, le haricot.

## Résultats et discussion

### Productivité de soja sur itinéraires semis direct et labour sur résidus de récolte d'avoine et de maïs en saison pluviale 1993-94

Les résidus de récolte (paille morte) étaient utilisés pour protéger le sol contre l'érosion, conserver l'humidité et pour étouffer les adventices. En début de végétation de soja, le traitement « semis direct » ne souffre pas de la sécheresse durant les deux premiers mois de la culture (hauteur de 20 cm pour le semis direct contre 15 cm pour le labour après un mois de semis).

L'efficacité de ce système dans la lutte contre les adventices et dans la conservation du sol dépend de l'épaisseur de la paille et de son niveau de décomposition. La couche de la paille d'avoine est moins importante que celle de maïs. La décomposition de paille d'avoine est plus rapide que celle du maïs (observation visuelle).

Le traitement « semis direct » sur résidus de maïs donne le meilleur rendement (tableau 2). Sur résidus d'avoine, des manquants ont été observés environ 10 à 15 % mais sur d'autres parcelles avec le même résidu, le taux de levée est normal (95 à 98 %). La culture de soja sur résidus d'avoine et de maïs est concluante mais il faut orienter la recherche à trouver des formules d'engrais par type de résidu. Le nombre de nodosités produites par itinéraire diffère d'un horizon du sol à un autre (tableau 6).

Tableau 2. Rendement (kg/ha) de soja sur deux itinéraires travail classique labour et semis direct sur résidus d'avoine et de maïs en saison pluviale 1993-94.

Traitement	Labour	Semis direct	
		Résidus d'avoine	Résidus de maïs
Rendement kg/ha	2 469 a	1 632 b	2 633 a

CV : 18 %. Seuil de signification : 0,05.



### Productivité des différentes cultures : soja, maïs, blé, haricot et riz pluvial en semis direct sur résidus d'avoine en saison pluviale 1993-94

Le soja se développe normalement même en conditions défavorables (à faible pluviométrie) sur semis direct.

Le maïs diminue son rendement à la même condition (tableau 3). Le développement de la plante est très ralenti à cause de l'insuffisance en eau. On a enregistré une perte de rendement de l'ordre de 20 %.

Le haricot a le même résultat que le maïs. On a enregistré une perte de rendement de 50 % par rapport à l'année normale.

Le riz pluvial a un développement racinaire très faible, même en condition climatique normale. Cette culture nécessiterait une macroporosité pour se développer normalement.

Le blé sur deux années de culture en « semis direct » a montré un meilleur rendement : le blé étant semé au début du mois de février.

Tableau 3. Rendement (kg/ha) du maïs et du blé, haricot et riz pluvial sur l'itinéraire semis direct et labour sur résidus d'avoine en saison pluviale 1993-94.

Itinéraire	Type de culture				
	Maïs	Blé	Haricot	Riz pluvial	Soja
Labour*	3 800 *	2 200 *	ND	1 800	2 432
Semis direct	3 000	2 710	400	130	2 138

\* : Chiffre collecté sur la culture effectuée sur d'autres parcelles avec travail classique (labour).  
ND : Non disponible.

### Productivité de maïs et de blé cultivés en semis direct sur plante de couverture vivante-légumineuse : Desmodium en saison pluviale 1992-93

Le *Desmodium uncinatum* est une légumineuse considérée comme plante de couverture dans ce test et âgé de 3 ans. Trois traitements ont été comparés :

- labour conventionnel (1) ;
- semis direct + herbicide (2). Le *Desmodium* étant tué 15 jours avant le semis par du Reglone à raison de 0,51 l/ha ;
- semis direct + fauchage (3). Le *Desmodium* étant fauché sans application d'herbicide.

Le résultat (tableau 4) nous a permis de dégager les points suivants :

- le rendement de maïs sur itinéraire labour conventionnel est nettement inférieur à celui sur itinéraire semis direct ;
- le rendement de blé sur labour est toujours supérieur par rapport au traitement « semis direct » ;
- le semis direct + fauchage donne toujours un rendement inférieur par rapport au semis direct + herbicide.

Tableau 4. Rendement (kg/ha) du maïs et du blé sur itinéraire semis direct et labour sur couverture vive (*Desmodium*) en saison pluviale 1993-94.

Itinéraire	Type de culture	
	Maïs	Blé
Labour (1)	4 800 b	2 535 a
Semis direct + herbicide (2)	5 700 a	2 452 a
Semis direct + fauchage (3)	5 400 a	1 821 b

CV : 15 %. Seuil de signification : 0,05.

La régénération du *Desmodium* a été démarrée un mois avant le semis pour le traitement (2) et 15 jours pour (3). Il paraît qu'il y a une forte concurrence entre le blé et le *Desmodium* pour le traitement (3), ce qui expliquerait cette différence de rendement.

Le *Desmodium* qui est une légumineuse apporte également de l'azote à la culture. Les feuilles de ces cultures pour les traitements « semis direct » sont plus verdâtres que celles du traitement « labour » d'où une production supplémentaire pour le « semis direct ». D'autres avantages sont obtenus dans l'utilisation des légumineuses comme plante de couverture :

- les activités des microfaunes et des microflore dans le sol ne sont pas interrompues favorisant le maintien de la fertilité ;
- le *Desmodium* est une espèce fourragère qui est très appréciée par le bétail. Par cette technique, on peut obtenir à la fois de la production agricole et de l'alimentation du bétail.

Le blé cultivé par la technique de semis direct sur couverture de *Desmodium* et de trèfle a eu respectivement comme rendement 1 741 et 2 732 kg/ha sans apport de l'urée de couverture. Le trèfle est dégénéré durant la culture du blé après application d'herbicide (Reglone) tandis que le *Desmodium* régénère.

**Productivité du haricot, soja et lablab sur itinéraire semis direct et labour sur plante de couverture vivante non légumineuse (*Brachiaria ruziziensis*) en saison pluviale 1993-94**

L'utilisation de *Brachiaria ruziziensis* comme plante de couverture a dégagé les résultats suivants :

- quels que soient les types de culture (soja, haricot, lablab) associés à cette espèce, l'itinéraire de semis direct donne toujours un rendement nettement inférieur à l'itinéraire « labour » (tableau 5) ;
- après deux mois de semis, le *Brachiaria* couvre complètement le sol. Cette espèce semble avoir une forte agressivité sur la culture ce qui ralentit le développement de ce dernier ;
- la biomasse de *Brachiaria* obtenue est très importante (observation visuelle) donc une source d'alimentation de bétail.

Tableau 5. Rendement (kg/ha) du soja, haricot et lablab sur itinéraires labour et semis direct sur plante de couverture vive non légumineuse (*Brachiaria*) en saison pluviale 1993-94.

Itinéraire	Type de culture			
	Soja	Lablab	Haricot	
			Première saison	Seconde saison
Labour	1 500	-	725	1 075
Semis direct	1 250	-	757	950

### Effet de la culture de soja sur itinéraires semis direct et labour sur la structure et les activités microbiologiques du sol

Une analyse du sol a été effectuée au laboratoire des Radioisotopes à Antananarivo. Le résultat (tableau 6) a montré que le sol couvert de pailles (maïs et avoine) s'améliore, se traduisant par l'accroissement du pH, de la teneur en matière organique, de la teneur en azote et de base échangeable sur itinéraire semis direct. La teneur en aluminium échangeable diminue sur le sol couvert de paille.

Le dénombrement de nodosités produites a été entrepris (tableau 7). La répartition des nodosités formées varie selon les couches du sol et le résidu. Sur la couche superficielle, les nodosités formées sont faibles par rapport à l'horizon de 20 cm du sol. Les activités biologiques sur résidu d'avoine sont moins importantes que sur celui du maïs.

Tableau 6. Résultats d'analyse du sol sur les itinéraires (labour et semis direct) après culture de soja en saison pluviale 1993-94.

Traitements	Labour		Semis direct sur			
			résidus maïs		résidus avoine	
	CS	CP	CS	CP	CS	CP
pH H <sub>2</sub> O	5,00	5,20	5,75	5,30	5,40	5,30
pH KCl	4,40	4,35	5,10	4,45	4,70	4,25
MO totale (%)	6,85	5,59	10	5,45	12,38	6,09
CO total (%)	3,98	3,25	5,81	3,14	7,20	3,54
N total (%)	2,61	1,91	5,73	2,32	5,50	2,29
C/N	15	17	10	14	13	15
Al éch. meq/100 g	0,35	0,50	0,08	0,24	0,68	0,05
Ca meq/100 g	4,06	2,09	6,16	2,53	2,20	7,37
Mg meq/100 g	1,44	0,87	3,56	1,41	1,09	4,32
K meq/100 g	0,74	0,34	1,88	0,36	0,34	1,95
Na meq/100 g	0,03	0,02	0,05	0,02	0,02	0,05
CEC meq/100 g	6,19	3,84	9,77	5,41	4,35	11,08
P assimilable						
Olsen (ppm)	5,5	7,5	16,6	17,1	18,4	24,2

CS : couche superficielle.

CP : couche de 20 cm de profondeur.

Tableau 7. Nombre de nodosités produites du sol et à demi profondeur de 20 cm par traitement (labour, résidus de maïs et d'avoine) sur culture de soja.

Traitement	Répétition	Nodosités produites sur 0,4 m <sup>2</sup>			Nodosité produite/ha
		couche supérieure	horizon 20 cm	total	
Labour	1	424	791	1 215	
	2	455	593	1 048	
Moyenne		439	692	1 131	452,4.10 <sup>4</sup>
Semis direct sur résidus de maïs	1	41	1 145	1 186	
	2	49	1 072	1 121	
Moyenne		45	1 108	1 153	461,2.10 <sup>4</sup>
Semis direct sur résidus d'avoine	1	74	915	989	
	2	84	906	990	
Moyenne		79	910	989	395,6.10 <sup>4</sup>

### Rentabilité de la culture en semis direct

Le temps de travail pour l'itinéraire « labour conventionnel » est 5 fois plus élevé que celui du semis direct en culture mécanisée (tableau 8) et un gain de 24 HJ/ha en culture manuelle (tableau 9). L'ouverture de lignes en semis direct représente la majorité des travaux en culture manuelle (environ 65 %). L'identification de petits matériels agricoles (semoir manuel ou semoir attelé par l'animal) pourrait encore réduire le temps de travaux en culture manuelle.

Le coût de production par hectare pour l'itinéraire « labour conventionnel » est toujours supérieur à celui du semis direct (tableaux 10 et 11). On observe environ un surcoût de 20 à 300 % selon le type de culture.

Tableau 8. Temps de travaux sur culture mécanisée de soja, maïs et blé pour deux itinéraires labour et semis direct en saison pluviale 1993-94.

Travaux	Soja		Blé		Maïs	
	Labour	Semis direct	Labour	Semis direct	Labour	Semis direct
Labour/affinage (HT)	24	0	24	0	24	0
Semis (HT)	2,5	3,5	3	2,5	2,5	3,5
Epannage engrais (HT)	1,2	0	1,2	1,5	1,2	1,5
Epannage herbicide (HT)	1	2	1	2	1	2
Sarclage manuel (HJ)	40	0	40	0	40	0
Total (HT)	28,7	5,5	29,2	6,0	28,7	7,0
Sarclage manuel (HJ)	40	0	40	0	40	0

HT : heure tracteur.

HJ : homme jour.

Tableau 9. Temps de travaux (HJ) sur culture manuelle de maïs et de blé deux itinéraires labour et semis direct en saison pluviale 1992-93.

Travaux	Maïs			Blé		
	Labour	Semis direct		Labour	Semis direct	
		herbicide	fauchage		herbicide	fauchage
Labour/affinage	53	0	0	53	0	0
Ouverture de lignes de semis	25	75	75	25	75	75
Epannage engrais	26,5	26,5	26,5	30	30	30
Epannage herbicide	0	2,5	0	0	2,5	2,5
Sarclage manuel	25	0	0	23	0	0
Fauchage	0	0	20	0	0	20
Total	129,5	104,0	121,5	131,0	107,5	145,5

Tableau 10. Coût de production (en milliers de FMG/ha) et seuil de rentabilité en culture mécanisée pour itinéraires labour et semis direct en saison pluviale 1993-94.

Cultures		Itinéraire labour	Itinéraire semis direct
Soja	CP	1 089	762
	SR	2 164	1 524
Blé	CP	1 408	1 105
	SR	2 470	1 938
Maïs	CP	1 155	828
	SR	2 887	2 070

Prix de vente : Soja = 525 FMG/kg ; blé = 595 FMG/kg ; maïs = 400 FMG/kg.

Tableau 11. Coût de production (en milliers de FMG/ha) et seuil de rentabilité en culture manuelle pour itinéraires labour et semis direct en saison pluviale 1993-94.

Culture	Itinéraire		
	Labour	Semis direct + herbicide	Semis direct + fauchage
Blé CP	806	1 099	804
	1 355	1 847	1 351
Maïs CP	731	1 024	729
	2 089	2 926	2 083

Prix de vente blé = 595 FMG/kg, blé = 350 FMG/kg.

## Conclusion et perspectives

Les deux années d'expérimentation à FIFAMANOR ont abouti à des résultats concluants sur les techniques de semis direct sur résidus de récolte ou sur couverture vive. Cette technique nous a permis de dégager les avantages suivants :

- protéger le sol contre l'érosion ;
- conserver l'humidité du sol ;
- ne pas interrompre la pompe biologique (activités des microflores et des microfaunes du sol) ;
- inhiber le développement des adventices ;
- meilleur rendement sur la technique « semis direct » ;
- réduire le temps de travail ;
- réduire le coût de production par hectare.

Au fil de ces résultats, d'autres espèces comme le riz pluvial subit une difficulté pour se développer. Par conséquent, la technique du semis direct n'est pas applicable à cette espèce.

Des phénomènes d'interaction ont été observés. Sur couverture de *Brachiaria*, la concurrence entre couverture de culture associée apparaît toujours (agressivité de cette espèce). Donc, il serait nécessaire à l'avenir d'identifier le type de combinaison possible ou le type d'herbicide approprié.

Les plantes de couverture vive comme les légumineuses (*Desmodium*, trèfle, lotier...) qui sont une des sources d'azote méritent d'être étudiées du fait de leurs avantages indiqués ci-dessus.

La matière organique des résidus de récolte qui se décompose progressivement est aussi une source d'éléments nutritifs pour la culture. La mise au point de formule de fertilisation est un axe de recherche prioritaire vu le prix d'engrais qui ne cesse d'augmenter.

Pour faciliter les travaux sur l'ouverture de lignes de semis, il serait intéressant de trouver un semoir manuel ou attelé par un animal qui est jugé à la fois au semis et à l'épandage de l'engrais.

LA GOUTTE D'ENCRE

34 000 MONTPELLIER FRANCE  
**TEL : 67. 65. 30. 96.**