

CR0101793

# Rapport de Mission

## Appui en biométrie au FOFIFA

20 Octobre au 4 Novembre 1999



Centre d'étude  
Régional pour  
l'Amélioration  
de l'Adaptation  
à la Sécheresse

*David BOGGIO*

*Biométricien CERAAS*



Institut  
Sénégalais de  
Recherches  
Agricoles

*Ciré Elimane SALL*

*Biométricien ISRA*

Financé par le Ministère Français des Affaires Etrangères



BOGGIO  
310 72  
1793 2/2

# Sommaire

Remerciements.....	3
Introduction.....	4
1 Examen des protocoles expérimentaux.....	5
1.1 Organisation.....	5
1.2 Appréciations générales.....	6
1.2.1 Protocoles expérimentaux.....	6
1.2.2 Visite de la station expérimentale de Fianarantsoa.....	7
1.3 Rappel de quelques principes d'expérimentation.....	7
1.3.1 Choix d'un dispositif en blocs et forme des blocs.....	7
1.3.2 Protocole d'échantillonnage aléatoire.....	7
1.3.3 Le sondage stratifié.....	8
1.4 Observations spécifiques.....	8
1.4.1 Amélioration des plantes.....	8
1.4.2 Entomologie et phytopathologie.....	10
1.4.3 Agrotechnie.....	11
1.4.4 Elevage et pisciculture.....	13
1.4.5 Foresterie.....	14
1.4.6 Socio-économie.....	16
1.4.7 Laboratoire.....	17
1.4.8 CRR Antsirabe.....	18
1.4.9 CRR Fianarantsoa.....	19
1.4.10 CRR Tamatave.....	21
1.4.11 Protocoles non présentés soumis à examen.....	21
1.5 Synthèse de l'examen et de la révision des protocoles.....	24
2 Propositions.....	29
2.1 Intégrer la biométrie dans le processus de planification scientifique.....	29
2.1.1 Elaboration des protocoles de recherche.....	29
2.1.2 Présentation des protocoles de recherche.....	29
2.2 Renforcer les capacités en biométrie du Fofifa.....	30
2.2.1 Consolidation de l'unité de biométrie.....	30
2.2.2 Identification d'un groupe de chercheurs-relais.....	30
2.2.3 Formation globale du personnel scientifique.....	30
2.3 Acquisition de documents de base en biométrie.....	30
2.4 Acquisition d'un logiciel d'analyse statistique.....	30
Annexes.....	32
Annexe 1 : Termes de référence de la mission.....	33
Annexe 2 : Déroulement de la mission.....	35
Annexe 3 : Liste des personnes rencontrées.....	37
Annexe 4 : Canevas de protocole expérimental.....	39
Annexe 5 : Canevas de protocole de sondage.....	41
Annexe 6 : Documentation de base en biométrie.....	43

## Remerciements

Nous remercions vivement tous ceux qui ont facilité l'organisation de cette mission :

Maurice Izard, Ministère Français des Affaires Etrangères

Daniel Annerosc, Direction des Relations Extérieures, CIRAD

Harold Roy-Macauley, Directeur du CERAAS

- Moussa Bakhayokho, Directeur Général de l'ISRA

Jean-Pierre Ndiaye, Directeur Scientifique de l'ISRA.

A Madagascar, nous avons apprécié les efforts de Yvonne Rabenantoandro, Michel Partiot, Céséstin Randrianarivonizandriny, Holy Ratompoalimanana et Jean-Louis Messenger qui ont permis que cette mission se déroule dans les meilleures conditions.

Les chercheurs du FOFIFA que nous avons rencontrés ont bien voulu nous présenter et nous permettre d'amender leurs protocoles expérimentaux, exercice que nous savons difficile, et nous les en remercions.

Un grand merci enfin à Michel Partiot pour nous avoir guidés dans la découverte des merveilles d'Antananarivo.

## **Introduction**

Cette mission s'inscrit dans le cadre d'un projet d'appui au Centre National de la Recherche Appliquée au Développement Rural (FOFIFA). Elle est la première d'une série de trois missions, dont l'objectif global est d'accompagner les chercheurs dans toutes les étapes de la réalisation d'une activité de recherche (termes de référence en annexe 1). Le choix des protocoles expérimentaux, leur mise en place, l'analyse et la présentation des résultats font ainsi l'objet d'un appui particulier, à travers trois missions d'une équipe de biométriciens mobilisée depuis le CERAAS.

L'objectif de cette mission est d'aider les chercheurs à mettre au point leurs protocoles expérimentaux afin de s'assurer de la pertinence et de la rigueur des dispositifs de collecte de données, pour les analyser lors d'une mission ultérieure.

Parallèlement, des propositions pourront être formulées au FOFIFA afin qu'à long terme celui-ci soit autonome en matière d'expertise en biométrie.

## 1 Examen des protocoles expérimentaux

### 1.1 Organisation

La sélection de protocoles expérimentaux (18) a été transmise avant la mission pour une première appréciation des besoins d'appui en biométrie.

À FOFIFA, des réunions ont été organisées par discipline ou par Centre Régional de Recherche (CRR), au cours desquelles les chercheurs ont présenté leurs protocoles d'activité de recherche (figure 1). Tous les chercheurs ont été invités à participer aux discussions afin de proposer des recommandations appropriées.

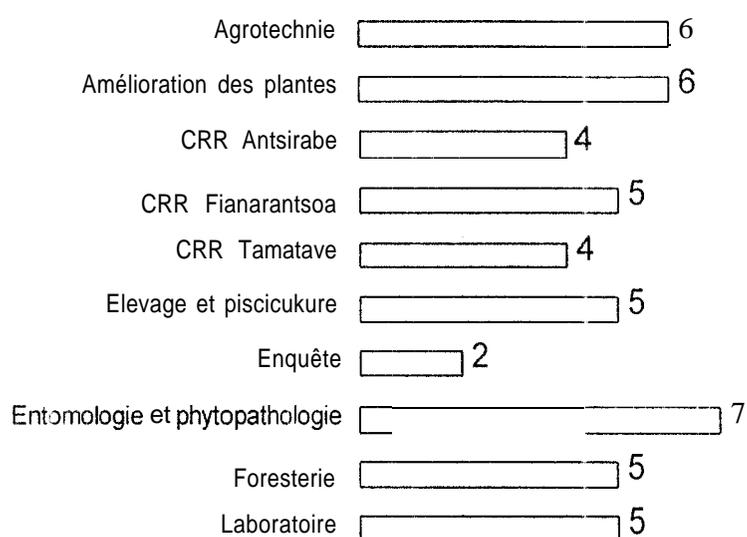


Figure 1 : Nombre de protocoles présentés par domaine ou par centre

À l'issue de ces réunions, les chercheurs ont été encouragés à soumettre pour révision les protocoles qu'ils avaient présentés, en tenant compte des remarques formulées, afin de les valider dans leur version définitive.

Des chercheurs ont participé aux réunions disciplinaires, sans disposer de protocole de recherche finalisé. Ils ont tout de même tenu compte des remarques générales et ont souhaité soumettre pour examen et validation leurs protocoles d'activité de recherche.

Les protocoles ainsi recueillis ont été analysés et classés en trois catégories (Figure 2)

valides : leur mise en place est possible, même si des remarques persistent quant à l'analyse des données qui seront recueillies ;

valides sous réserve : leur mise en place est envisageable si les remarques formulées sont prises en compte sur le protocole définitif ;

non valides : ils ne permettent pas d'atteindre les objectifs affichés. Il faut donc revoir l'objectif de l'étude et définir, de manière judicieuse, un dispositif expérimental en adéquation avec ce dernier.

Les conclusions de ces analyses sont présentées au paragraphe 1.5.

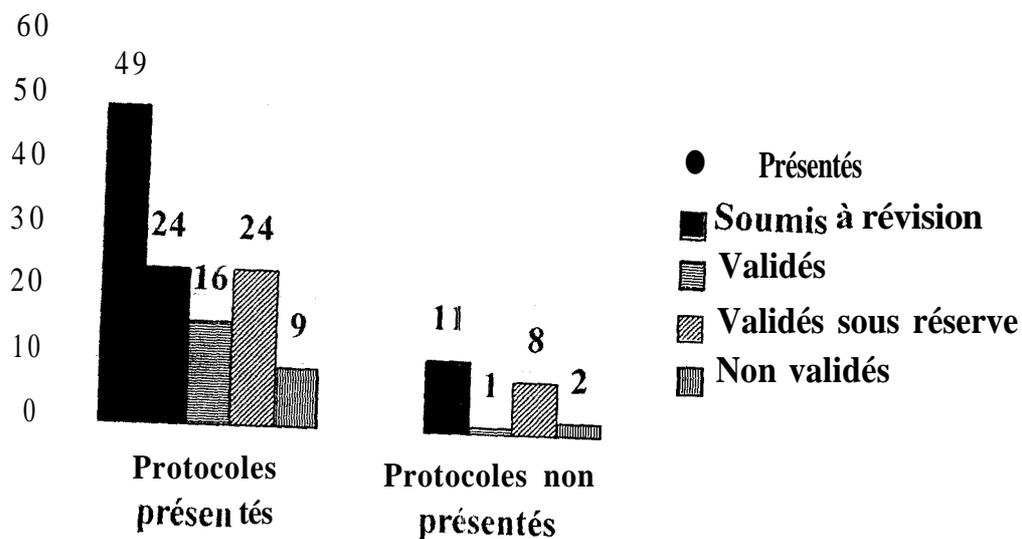


Figure 2: Nombre de protocoles expérimentaux présentés, soumis à révision, et conclusions de leur validation.

Une visite sur le terrain à l'Anarantsoa a permis d'évaluer les contraintes de mise en place des essais en milieu réel. Quatre sites expérimentaux ont ainsi pu être visités en compagnie des chercheurs responsables.

## 1.2 Appréciations générales

### 1.2.1 Protocoles expérimentaux

Les remarques suivantes concernent la plupart des protocoles expérimentaux examinés.

Les présentations des protocoles par les chercheurs n'ont été que dans quelques cas étayées par des documents écrits, et ce parce que bien souvent les protocoles n'étaient pas rédigés, du moins pas dans leur forme définitive.

Le titre de l'essai est souvent très vague. Il reprend parfois l'intitulé du programme de recherche, et ne reflète donc pas l'activité présentée.

Les objectifs expérimentaux sont souvent vastes, multiples et non hiérarchisés. Cette définition peu précise des objectifs tend à multiplier les facteurs étudiés, le chercheur craignant souvent de ne pas considérer l'effet d'un facteur annexe.

Il en résulte que les plans d'expérience sont complexes, et comportent beaucoup d'unités expérimentales. Ceci rend difficile leur mise en place, et compromet les hypothèses d'homogénéité du site expérimental.

Le choix du dispositif est rarement raisonné en terme d'homogénéité du terrain et de priorité des objectifs. Le dispositif en blocs est choisi de façon presque systématique, sans parfois même connaître le lieu d'implantation de l'essai.

L'échantillonnage n'est pas présenté sous forme de procédure appuyée par des hypothèses sur la structure de la population sondée.

Enfin, les méthodes prévues d'analyse des résultats ne sont pas présentées. Impossible alors de savoir si l'objectif de l'essai sera atteint.

## 1.2.2 Visite de la station expérimentale de Fianarantsoa

Les essais de cette station expérimentale affichent des problématiques du type choix de systèmes de culture ou criblage variétal, qui sont des activités qui nécessitent de grandes parcelles expérimentales et un bon contrôle des conditions d'essai. Or ceux-ci sont conduits en milieu paysan, le centre de recherche ne disposant pas de parcelle expérimentale propre.

Ceci compromet bien évidemment la rigueur des essais mis en place, car leur dimension est dictée par la disponibilité des terres du paysan chez qui l'essai est installé.

Le contrôle des facteurs du milieu est difficile et la répétabilité ainsi que la représentativité de l'essai sont faibles dans l'espace et dans le temps. Dans le cas des essais multiannuels, les paysans ont souvent tendance à abandonner les collaborations établies avec les chercheurs, au prétexte que les traitements proposés ne sont pas suffisamment rentables. Ceci se comprend tout à fait, car le paysan veille à la productivité de son champ- alors que ces aspects n'interviennent pas dans une station expérimentale.

Les essais en milieu paysan testent des hypothèses validées en station expérimentale, et délimitent le champ d'application. Leur utilisation n'est pas recommandée pour la mise au point d'itinéraires techniques ou les choix variétaux.

De plus, les essais en milieu paysan consistent souvent en un test de traitements face à une pratique paysanne. Mais dans le cas présent, les sites d'essais et les paysans partenaires sont identiques d'une année sur l'autre. D'une part, pour être représentatifs de la zone, les sites doivent être choisis au hasard, ce choix aléatoire étant répété chaque année. D'autre part, l'on peut s'interroger sur la représentativité d'un paysan dit témoin s'il collabore avec des chercheurs depuis plusieurs années. Il acquiert nécessairement des techniques qui le différencient des autres paysans de la zone étudiée.

## 1.3 Rappel de quelques principes d'expérimentation

### 1.3.1 Choix d'un dispositif en blocs et forme des blocs

Suite à une visite de terrain ou une recherche bibliographique, l'expérimentateur identifie un facteur d'hétérogénéité entre les unités expérimentales, il est intéressant de choisir d'implanter un dispositif en blocs en plaçant les blocs perpendiculairement à la direction de ce gradient.

Les blocs, afin de réduire au maximum la variance résiduelle, doivent présenter en leur sein des conditions environnementales similaires. Par exemple, une forme de blocs allongée compromet cette conditionnalité. Dans la plupart des cas, il est recommandé de donner aux blocs des formes compactes afin de minimiser le risque de conditions environnementales différentes au sein d'un bloc. Il faut préciser que le choix d'un type de dispositif, surtout si son objectif est de contrôler l'hétérogénéité du terrain, ne peut se faire sans connaissance préalable du lieu d'implantation et de ses caractéristiques. Ceci conditionne le choix d'un dispositif en blocs ou non, ainsi que la forme des blocs et l'agencement des parcelles en leur sein.

### 1.3.2 Protocole d'échantillonnage aléatoire

Le protocole d'échantillonnage doit impérativement être défini avant la conduite de l'essai, afin de s'assurer de la constance de l'erreur d'échantillonnage tout au long de l'essai et d'un site à l'autre si l'essai comporte plusieurs sites.

L'observateur, s'il ne se munit pas d'outils de choix aléatoire, est source de biais d'échantillonnage. En effet, souvent inconsciemment, il a tendance à choisir au sein de la parcelle les sujets qui correspondent à son opinion a priori sur le traitement.

Idéalement, il faudrait numérotter tous les plants et générer de façon aléatoire le numéro du plant prélevé. En pratique, pour un grand nombre d'observations, cette méthode peut paraître fastidieuse

à l'observateur qui risque de l'abandonner. Une méthode simple consiste à lancer depuis l'extérieur de la parcelle une pierre ou un bâton, peints de façon à les reconnaître, avec une direction et une force les plus aléatoires possibles, et prélever l'individu le plus proche du lieu de chute.

### 1.3.3 Le sondage stratifié

Le principe de la stratification repose sur une partition de la population en groupes disjoints appelés strates au sein desquels on réalise les tirages. Ces tirages sont indépendants d'une strate à l'autre. La stratification nécessite la disposition d'information auxiliaire donnée par une variable dite variable de stratification. Une variable de stratification sera une variable la plus corrélée possible avec la variable d'étude de façon à ce que les groupes d'individus semblables selon la variable de stratification soient semblables aussi suivant la variable d'étude.

L'efficacité d'une stratification se mesure par sa capacité à obtenir une faible variation à l'intérieur des strates. Ainsi, une stratification sera d'autant plus efficace que les strates seront constituées d'individus semblables selon la variable de stratification et que la variabilité entre strates sera grande. Une stratification bien faite, c'est à dire qui s'appuie sur une bonne connaissance de la population à étudier, permet d'améliorer la précision des estimations.

La répartition de l'échantillon entre les différentes strates peut être proportionnelle ou optimale. La répartition proportionnelle consiste à avoir un taux de sondage uniforme dans les différentes strates. Lorsqu'on répartit l'échantillon entre les différentes strates de manière à obtenir la meilleure estimation possible à budget fixé, la répartition est dite optimale.

## 1.4 Observations spécifiques

### 1.4.1 Amélioration des plantes

#### 1.4.1.1 Essai multilocal de trois variétés tolérantes aux sols acides des hautes terres (Léa Randriambolanoro)

Le dispositif, en blocs dispersés, fait intervenir un nombre inégal de paysans, donc de blocs, par grande région, ce qui pose une difficulté quant à l'analyse des résultats par des logiciels classiques. Les parcelles élémentaires, d'une taille de 10x5m, sont juxtaposées dans le sens de la longueur pour former des blocs de dimension 30x5m. Le protocole d'échantillonnage n'est pas présenté, la mesure des variables observées se faisant à partir de prélèvements « au hasard », c'est à dire au gré de l'observateur. Ce protocole doit être revu (voir § 1.3.2).

La forme des blocs n'est pas assez compacte (voir § 1.3.1). L'alignement des parcelles dans le sens de la largeur, qui donne au bloc une forme rectangulaire de 10x15m, est préférable.

L'analyse des données de cet essai en dispositif en blocs complets équilibrés, le site étant un facteur aléatoire, risque de faire apparaître des variances résiduelles non homogènes par site, chaque site ne comportant pas le même nombre de répétitions. La technique de l'analyse environnementale, basée sur le calcul d'indices environnementaux, s'applique ici. Dans une prochaine mission, cette technique sera présentée aux chercheurs concernés par l'analyse d'essais multilocaux. Pour l'appliquer, des variables explicatives de l'effet site doivent être mesurées, comme par exemple la pluviométrie, le type de sols, l'enherbement, etc.

#### 1.4.1.2 Essai multilocal de tests de variétés de riz (Jeanine Ravatomanga)

Quatre variétés sont comparées dans un dispositif en blocs dispersés. La forme des parcelles n'est pas précisée. Seule la superficie d'un are est spécifiée, ce qui sous-entend que la forme des parcelles peut ne pas être identique d'un paysan à l'autre. Un témoin local, propre au paysan, fait partie des quatre variétés étudiées. Des variables environnementales seront relevées pour chaque paysan.

L'échantillonnage fait intervenir le prélèvement de 6 placeaux de 1m<sup>2</sup>. L'emplacement des placeaux est choisi au hasard par l'observateur.

L'emplacement des placeaux du prélèvement doit être randomisé (voir § 1.3.2). Le centre du placeau peut être pris comme repère de positionnement du plant sélectionné aléatoirement

L'analyse des données en blocs dispersés fera intervenir une analyse environnementale.

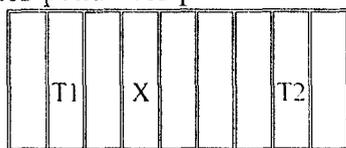
Le témoin local, propre au paysan, permet d'élaborer pour chaque variété une variable de performance relative à la variété locale.

#### 1.4.1.3 Evaluation et multiplication d'une collection de 30 variétés de haricot (Aimée Rabakoarihanta)

Le nombre de graines disponibles pour chaque entrée de la collection (30) ne permettant pas d'installer de répétitions, les variétés sont semées en ligne sur une seule parcelle élémentaire 1 m. Un témoin est intercalé toute; les 10 parcelles pour contrôler l'hétérogénéité du sol.

L'objectif de cet essai ne peut être de prendre des décisions quant aux performances relatives des variétés, car l'absence de répétitions interdit toute analyse inférentielle, comme l'analyse de variance. Cependant, des informations qualitatives peuvent être recueillies. Chaque entrée de la collection peut être comparée soit au témoin intercalé le plus proche, soit à un témoin estimé qui permet de mieux rendre compte de la variabilité du champ expérimental.

Le témoin estimé pour chaque traitement se calcule par la somme des valeurs de la variable mesurée pour les deux témoins les plus proches pondérées par la distance du traitement à ceux-ci



Par exemple la valeur du témoin estimé pour Y<sub>X</sub>, la mesure de la variable Y pour la variété X sera :

$$Y_{1X} = \frac{2}{6} Y_{T1} + \frac{4}{6} Y_{T2}$$

#### 1.4.1.4 Test de descendance et de provenance de variétés sélectionnées de résineux (Zoelarisoa Rakotovoao)

Le chercheur a présenté un essai déjà mis en place. Il s'agit de comparer 121 familles de résineux de 6 provenances. Cet essai a été installé sur 3 sites, chacun ayant reçu un nombre différent de familles (36 pour le premier, 121 pour le second et 99 pour le troisième). Le dispositif adopté à l'origine est un plan en blocs complets équilibrés à 30 répétitions, l'unité expérimentale étant de 2 arbres.

Des problèmes de disponibilité en semences ont compromis la présence de toutes les variétés dans tous les blocs et les variétés manquantes ont été remplacées par d'autres de la collection.

Le dispositif est incomplet (toutes les familles ne sont pas présentes dans les blocs;) ce déséquilibre (les familles n'apparaissent pas un même nombre de fois). Le traitement des données devra faire appel à un logiciel capable de traiter ce type de dispositifs, comme SAS par exemple. Il est préférable de se limiter à une analyse par site, ou alors de travailler sur des jeux de familles présents dans tous les sites.

#### 1.4.1.5 Multiplication et test en milieu réel de variétés d'anacardiers (Zoelarisoa Rakotovoao)

Des variétés d'anacardiers sont multipliées pour les tester en milieu réel. Le dispositif adopté est un plan en blocs complets équilibrés. Les unités expérimentales sont des carrés de 4x4 arbres, la parcelle utile étant un carré de 2x2 arbres. Ceci évite aux variétés d'être fécondées par leur voisines.

Mais le 4<sup>e</sup> chercheur hésite entre cette unité expérimentale et une autre mono ou bi-arbre, plus proche des conditions du milieu réel, et qui favorise le brassage génétique.

L'objectif de l'essai est de travailler sur des variétés pitres, et non de tester la stabilité de leurs caractéristiques lors de croisements. L'unité expérimentale de 4x4 arbres semble donc être lit mieux adaptée à l'obtention et à la caractérisation de lignées pures. L'étude de leur stabilité doit faire l'objet d'une autre dispositif.

#### 1.1.6 Evaluation de clones de *Pinus Patula* (Hery Rakotondraoelina)

4<sup>e</sup> clones de *Pinus Patula* sont évalués dans un dispositif en bloc complets équilibrés à 16 répétitions.

La succès du développement des clones étant incertain, certains plants n'ont pu être disponibles et des blocs sont incomplets. Il est impossible de compléter les blocs l'année suivante, car les individus d'une même famille auraient alors un âge différent. La solution la plus aisément exploitable dans ce cas est de s'efforcer à obtenir un nombre suffisant de plants; et dans le cas contraire de planter les pieds dans un dispositif randomisé déséquilibré, c'est à dire comprenant un nombre inégal de répétitions par traitement.

Dans l'état actuel de l'essai, l'analyse peut être menée par des logiciels comme SAS, mais sans mélanger les individus d'âge différent. L'essai doit être scindé en classes d'âge.

#### 1.4.2 Entomologie et phytopathologie

##### 1.4.2.1 Etude de la nuisibilité de *Tetramychnus upticae* koch (Jocelyn Rajaonarison)

Afin d'étudier la relation entre le taux d'infestation et le rendement, il est prévu de mettre en place un dispositif expérimental en couple (parcelle traitée, parcelle non traitée) au sein de chaque bloc. Il serait plus judicieux de créer une gamme d'infestation; par exemple comparer, dans un dispositif en blocs aléatoires complets l'effet des traitements suivants : non traitée, 1/4 de la dose recommandée, 1/2 de la dose recommandée, 3/4 de la dose recommandée, et la dose recommandée.

Le protocole d'échantillonnage prévoit un suivi hebdomadaire de 30 plants marqués par parcelle élémentaire. Il faut noter qu'il convient de réaliser un échantillonnage de plants indépendant d'une semaine à l'autre.

##### 1.4.2.2 Evaluation du matériel végétal pour la résistance aux maladies (Albert Randrianasolo)

Le titre de l'essai n'est pas assez explicite. En effet, de quel matériel végétal s'agit-il ? de quelles maladies s'agit-il ? Il a été ainsi suggéré de choisir un titre plus précis et concis.

Aussi, le nombre de variétés à tester devrait être précisé. En effet, il est seulement indiqué que ce nombre est compris entre 20 et 30. De plus, il convient de réduire le nombre de variétés à tester. Les critères de sélection des variétés résistantes aux maladies devraient être définies.

##### 1.4.2.3 Evaluation régionale sur la résistance des variétés de haricot vis à vis de l'antracnose (Georges Rakotomalala)

Il est prévu de cribler 55 nouvelles variétés dans un dispositif expérimental en blocs aléatoires complets avec un témoin local disposé de manière systématique toutes les 11 parcelles expérimentales.

L'analyse des données devrait être effectuée non pas sur les notes brutes attribuées mais sur la différence entre la note d'une parcelle expérimentale et une pondération des notes attribuées aux deux parcelles témoins encadrant cette parcelle expérimentale.

#### 1.1.2.4. Evaluation du comportement des nouvelles variétés de riz irrigué vis-à-vis des insectes ravageurs (Njaka Rahalivavololona)

Il est prévu d'évaluer le comportement des variétés de riz vis-à-vis des insectes ravageurs. L'étude sera réalisée au niveau de 3 zones climatiques distinctes. Des éléments fondamentaux tels que le dispositif expérimental, le nombre de répétitions par zone ne sont pas indiqués sur le protocole expérimental. Un protocole complet présentant ces différents éléments devrait être élaboré.

#### 1.1.2.5. Etude de la nuisibilité de *Apoderus humeralis* sur *Phaseolus vulgaris* (Second Velombela)

Ce thème de recherche regroupe trois activités : évaluation de dégâts, dynamique des populations de *Apoderus humeralis* et inventaire des insectes sur le haricot .

L'évaluation des dégâts causés par *Apoderus humeralis* sera réalisée par simulation et observations au champ. Pour la simulation, deux facteurs (stade de développement et niveau de dégâts) seront étudiés dans un dispositif en randomisation totale sans répétition. Il ne sera ainsi pas possible de tester l'absence d'interaction entre les deux facteurs et, dans le cas d'un modèle fixe, le test des effets principaux (variété et fumure) ne pourrait être réalisé qu'en l'absence d'interaction entre les deux facteurs. Si cette hypothèse semble peu raisonnable, il convient alors de prévoir des répétitions pour procéder aux tests des effets principaux et d'absence d'interaction entre les facteurs étudiés.

Concernant l'étude de la dynamique des populations de *Apoderus humeralis*, il s'agit de déterminer les fréquences de ponte par comptage des cigares par unité de surface. Le protocole expérimental présenté n'est pas précis. En effet, les facteurs à étudier et le dispositif expérimental ne sont pas clairement définis. Il convient ainsi de compléter le protocole.

L'inventaire des insectes sur le haricot sera mené au niveau de 3 sites. Trois paysans seront choisis par site et l'inventaire des insectes sera réalisé sur une parcelle de 10 m<sup>2</sup> délimitée au niveau du champ de chacun des paysans. Les discussions ont principalement porté sur la méthodologie d'échantillonnage. Il a été suggéré de répartir l'échantillon total proportionnellement à la surface cultivée en haricot au niveau de chaque site et que chaque paysan d'un site donné ait une probabilité de sélection proportionnelle à la surface qu'il cultive en haricot. Aussi, il serait judicieux de procéder à un inventaire des insectes sur différentes placettes choisies de manière aléatoire au niveau du champ de chacun des paysans sélectionnés.

### 1.4.3 Agrotechnie

#### 1.1.3.1. Test d'herbicide sur une culture de riz (Justin Ratsimandresy)

Des herbicides sont testés sur une culture de riz. L'objectif est à la fois de comparer trois produits entre eux et de déterminer leur dose optimale d'application. Le dispositif est en blocs complets équilibrés à 3 répétitions. Les 3 produits sont proposés à 3 doses chacun et sont comparés à trois témoins (sans traitement herbicide et 2 pratiques paysannes), soit au total 12 traitements. Les parcelles de 2x5m sont alignées dans les blocs de telle façon que les blocs ont une taille de 24x5 m. Le plan de l'essai fait apparaître que le premier bloc n'a pas été randomisé, alors que tous les blocs doivent être randomisés. Les mesures de taux de couverture en acévintices se font au moyen d'un cadre de 0.5x0.5m. placé dans une zone représentative de l'état de la parcelle. La place du cadre est notée pour permettre un suivi hebdomadaire de la même zone.

L'objectif de cet essai est double, ce qui compromet son résultat. S'il est possible de comparer ces produits entre eux dans cet essai, l'optimisation de la dose à appliquer et le mode de traitement doivent faire l'objet d'un autre essai. Un premier essai pourrait consister en une comparaison de produits appliqués aux doses recommandées par le fournisseur, éventuellement encadrées par deux doses afin de s'assurer que le fournisseur propose effectivement la dose optimale. Dans un deuxième temps, un autre essai permettra d'optimiser la dose d'application du produit choisi à l'issue de la première expérimentation.

Le dispositif d'échantillonnage doit être modifié (voir § 1.3.2). De plus, d'une semaine à l'autre, il est indispensable de renouveler la randomisation des endroits d'échantillonnage, afin d'éviter de répéter chaque semaine la même erreur d'échantillonnage.

La forme des blocs n'est pas assez compacte. Elle suppose que l'hétérogénéité intra-bloc est très faible, ce qui ne semble pas le cas (voir § 1.3.1). On préférera donc par exemple une disposition des parcelles en 4x3.

#### 1.4.3.2 Multiplication de semences maraîchères (Herimihamina Andriamazaoro)

Des semences maraîchères sont multipliées dans deux sites. Cet essai n'ayant pas pour objet une prise de décision, aucun dispositif-expérimental n'est requis.

#### 1.4.3.3 Test d'herbicides sur une culture de riz (Joseph Randrianampy)

Cet essai est un test de produits, dont le protocole est identique à celui proposé par M. Justin Ratsimandresy. Les mêmes remarques s'appliquent.

#### 1.4.3.4 Réponse de 5 variétés vulgarisables à des doses croissantes d'hyper-barren (Joseph Randrianampy)

Le dispositif est un plan factoriel en blocs à 4 répétitions. 7 doses d'hyper-barren additionnées à du fumier et un témoin fumier seul sont croisées avec les 5 variétés, ce qui porte le nombre de traitements à 40. La parcelle élémentaire a une dimension de 50m<sup>2</sup>.

La variable étudiée est le rendement à la récolte, mesuré à partir de la récolte de toute la parcelle

La mise en place de cet essai nécessite 4 blocs de 40x50=2000 m<sup>2</sup>. Il semble peu probable de pouvoir trouver un terrain d'une telle surface qui présente une homogénéité satisfaisante. Cet essai comporte sans doute trop de traitements. Il risque de ne fournir aucune conclusion, car le nombre trop élevé de traitements entraîne une taille des blocs qui risque d'être la source d'une variance résiduelle élevée. Ce problème provient de la hiérarchisation des objectifs de l'essai. On veut à la fois connaître la dose optimale d'application d'un engrais, en la faisant varier d'un facteur 4, ainsi que la dose recommandée pour 5 variétés. On peut supposer que la dose recommandée ne sera pas très différente d'une variété à l'autre, du moins pas d'un facteur 4.

Cet essai peut donc être scindé en deux essais consécutifs. Un premier essai aurait pour objectif de déterminer la dose optimale d'engrais sur la base de deux variétés choisies dans la collection. Ensuite, un deuxième essai étudierait la validité de cette dose sur les cinq variétés, en encadrant la dose optimale par deux doses supérieure et inférieure. Le premier essai comporterait donc 16 traitements, et le second 15.

#### 1.4.3.5 Interaction fumure organique et minérale pour une gestion durable des sols de rizière (Raymond Rabeson)

Cet essai étudie les performances de différentes combinaisons de sources d'azote, dans une optique de rentabilité économique et de suivi à long terme de l'évolution de la fertilité des sols.

Le dispositif, en blocs à 4 répétitions, compare 6 combinaisons de fumier et d'azote minéral à la pratique paysanne. Les doses ne sont réparties ni en progression arithmétique, ni en progression géométrique. A cause d'une limitation des moyens financiers, les prélèvements de sol des 4 répétitions seront mélangés en un seul échantillon moyen puis analysés.

Il est préférable d'introduire un nouveau traitement, afin de respecter la progression arithmétique. Ceci permettra de tester les contrastes de courbe de réponse. D'autre part, le mélange des échantillons de chaque répétition est à proscrire totalement. Il est impossible d'obtenir des résultats scientifiques sans répétitions. Il est préférable de mener ces analyses sur un nombre restreint de traitements.

L'échantillonnage par parcelle pourra faire intervenir plusieurs prélèvements. L'emplacement de chaque point de prélèvement au sein d'une parcelle doit être randomisé, et les échantillons d'une même parcelle mélangés en un échantillon moyen (voir § 1.3.2).

#### 1.4.3.6 Effet d'un apport fractionné d'engrais azoté sur le riz irrigué (Lala Razafinjara)

Cet essai a pour objectif de calibrer une méthode de fertilisation raisonnée par estimation des carences azotées au moyen d'une échelle de couleur des feuilles. Trois traitements sont comparés dans un dispositif en blocs à 4 répétitions, le premier consistant en un apport fractionné par estimation des carences, le second en un apport en deux fractions fixes, le troisième étant un témoin non fertilisé en azote. La carence en azote est mesurée à partir d'un échantillon évalué tous les 10 jours. Les pieds mesurés sont randomisés à partir d'une numérotation préalable.

La méthode de fertilisation raisonnée doit être davantage précisée.

Si le seuil de chlorose est atteint dans une parcelle et pas dans les parcelles des autres blocs devant recevoir le même traitement, doit-on fertiliser tous les blocs ? Si la réponse est non, doit-on attendre 10 jours pour une nouvelle estimation de l'état de satisfaction des besoins azotés ? Dans ce cas, la disparité entre traitements de blocs différents risque d'être importante, et causer une variance résiduelle élevée, voire même compromettre l'hypothèse d'égalité de variance entre traitements dans l'analyse de variance.

D'autre part, la fertilisation doit-elle être déclenchée dès que le seuil est atteint pour l'un des plants de l'échantillon, la totalité des plants ou seulement une partie, qu'il faudra alors préciser et justifier ?

Il semble préférable pour répondre à ces questions de se mettre à la place du paysan, utilisateur final de la technique. S'il est plausible qu'il suive l'ensemble des parcelles chaque jour, alors la fertilisation doit avoir lieu dès le seuil de chlorose atteint, c'est-à-dire qu'il faut rapprocher les intervalles d'observation à l'approche de la date de carence. Quant au seuil de chlorose qui entraîne l'apport fractionné, il mériterait de faire l'objet d'un autre essai. Celui-ci précisera la valeur seuil de l'échelle de couleur ainsi que la proportion de plants devant l'avoir atteint pour déclencher un apport azoté.

### 1.4.4 Elevage et pisciculture

#### 1.4.4.1 Etude de formules de provende pour le nourrissage de poissons (Mariette Ralambomanana)

Trois formules alimentaires et un témoin seront comparés dans un dispositif expérimental en blocs complets. Il faut rappeler que l'efficacité d'un dispositif en blocs repose sur sa capacité à contrôler une source d'hétérogénéité du milieu. Ainsi, le choix de ce dispositif devrait être motivé par ces conditions environnementales bien définies telles que l'ensoleillement ou l'ombrage des étangs par exemple.

#### 1.4.4.2 Mise au point de techniques de production d'alevins (Mariette Ralambomanana)

La remarque ci-dessus est aussi valable pour cette activité.

#### 1.4.4.3 Etude écopathologique des mammites et des maladies diarrhéiques dans les exploitations laitières (Julie Ravaomanana)

L'étude sera réalisée sur 100 vaches laitières provenant de 25 fermes. Ces vaches seront suivies pendant 2 ans. Les mammites sont une maladie des glandes mammaires et ne concernent donc que les vaches en lactation. Ainsi, la taille de l'échantillon de vaches suivies ne sera pas constante au

cours du temps. Une solution serait de définir la ferme comme unité d'échantillonnage. L'analyse de la qualité du lait portera alors sur le mélange de lait prélevé dans chaque ferme.

#### 1.4.4 Etude des impacts des tiques et des hémoparasites dans l'élevage (Modestine Raliniaina)

Pour évaluer l'impact du détiqage sur la croissance des animaux- il est prévu de comparer 80 animaux détiqués à un lot témoin constitué de 20 animaux non détiqués. Il convient de constituer des strates de niveaux de prophylaxie : non détiqage, détiqage faible, détiqage moyen et détiqage correct par exemple. Il faudrait aussi que le taux de sondage (rapport de la taille de l'échantillon à la taille de la population) par strate soit constant. Cette méthode présente un avantage de simplicité dans le calcul des estimateurs.

#### 1.4.5 Effets de la complémentation alimentaire sur la production laitière, l'état et les performances de reproduction (Jhon Rasambainarivo)

L'expérimentation sera menée avec 160 vaches en lactation dont une moitié recevra une alimentation usuelle et l'autre moitié recevra une alimentation améliorée.

La procédure de sélection de ces vaches n'est pas mentionnée sur le protocole. Les discussions ont essentiellement porté sur la méthodologie appropriée de sélection des animaux et la détermination du coefficient de déclinaison d'une courbe de lactation. Il est indiqué de répartir, selon le nombre de vaches laitières par ferme, l'ensemble des fermes de la zone d'étude en groupes disjoints et de procéder à un sondage stratifié. La répartition de l'échantillon au niveau de chacune des strates ainsi définies devrait être proportionnelle à la taille de cette strate.

Il faut préciser qu'il s'agira de procéder à deux échantillonnages indépendants : sélectionner, selon la méthodologie indiquée ci-dessus, les animaux devant recevoir l'alimentation usuelle d'une part et ceux devant recevoir l'alimentation améliorée d'autre part.

### 1.4.5 Foresterie

#### 1.4.5.1 Fertilisation organique des zones de culture (Nicolas Andriamampianina)

Cet essai compare l'efficacité de différents types de fertilisation, afin d'en sélectionner un pour redresser la fertilité organique de la station expérimentale de Manacaze. Les traitements sont composés de combinaisons de copeaux de bois enfouis, de fumure de ferme et d'engrais minéral, qui sont comparées à un témoin non fertilisé. Le dispositif est en blocs, et se justifie par la présence de terrasses. La culture test est le haricot, dont le rendement et ses composantes seront mesurés.

Premièrement, le choix d'une légumineuse comme culture test peu poser problème, celle-ci pouvant compenser des carences en azote par une fixation symbiotique de l'azote atmosphérique. Il serait plus judicieux de choisir une céréale. Ensuite, les traitements ne sont pas choisis sur une base commune, comme la concentration en un élément minéral déterminant par exemple, ou encore un même coût. En effet, comment comparer 30t/ha de copeaux enfouis à 300 kg de NPK ? Le choix des doses n'étant pas justifié, il sera difficile lors de l'interprétation des résultats d'expliquer les différences. De plus, l'arrière effet étant **plus** important pour des engrais organiques que les engrais minéraux, les critères de choix des traitements doivent inclure une dimension temporelle.

#### 1.4.5.2 Amélioration des jachères : choix d'espèces et de durées de jachères pour de meilleures performances agronomiques (Hanitra Andriamampandry)

Les jachères, d'une durée de un ou deux ans, sont améliorées par l'introduction de 4 espèces. Le dispositif est un split plot à 3 répétitions, dont le facteur principal est la durée, et le facteur secondaire l'espèce. Les jachères ont débuté en 1998, et sont suivies d'une culture de céréales, qui sert de culture test pour évaluer l'impact de la jachère. Les paramètres physico-chimiques du sol sont mesurés, ainsi que les performances agronomiques des cultures.

Qu'il s'agisse des durées de jachère de un ou deux ans, l'installation a eu lieu la même année. Le calendrier d'application des traitements principaux sera alors le suivant :

	1998	1999	2000
Jachère=1 an	Jachère	Culture	Culture
Jachère=2 ans	Jachère	Jachère	Culture

En 1999 un traitement sera en jachère pendant que l'autre sera en culture. En 2000 les deux traitements seront en culture. Mais si l'on désire évaluer l'intérêt de la jachère, il faut comparer les cultures installées immédiatement après celle-ci. Pour le premier traitement, il s'agit de la culture de l'année 1999, et pour le second de la culture de l'année 2000. Il y a donc confusion entre l'effet de la durée de la jachère et l'effet de l'année, il est dans ces conditions impossible de savoir si les performances observées sont dues à la durée de la jachère, ou aux conditions climatiques, parasitaires, etc.

Il est cependant possible, pour pouvoir analyser cet essai, d'en modifier le calendrier de la façon suivante

	1998	1999	2000	2001
Jachère=1 an	Jachère	Culture	Jachère	Culture
Jachère=2 ans	Jachère	Jachère	Culture	Culture

La comparaison des deux traitements portera donc sur 3 ans de rotations, dont chacune comportera 2 ans de jachère. Bien évidemment, cette modification ne se justifie que si elle est susceptible d'être employée par le paysan.

### 1.1.5.3 Etude des cycles biogéochimiques des éléments minéraux sous taillis d'Eucalyptus (Christine Rakotonirina)

Il s'agit de comparer 3 durées de coupe de rejets d'Eucalyptus dans une forêt brûlée, et d'étudier leurs conséquences sur le système sol-litière-arbre.

Cet essai étant déjà en cours de réalisation, des prélèvements de litière sous les arbres ont montré une grande variabilité (CV de l'ordre de 80%). Avant de poursuivre ces mesures, il convient de voir le protocole de prélèvement de litière par des tests préliminaires. En effet, la plantation étant naturelle, tous les arbres ne sont pas équidistants et les prélèvements aléatoires de litière se situent à des distances différentes des arbres, qui eux-mêmes sont à des densités différentes. Ce facteur semble conditionner la qualité de la litière. C'est pourquoi il faut d'abord étudier la relation entre la composition de la litière et la proximité des arbres, en comptant par exemple le nombre d'arbres dans des classes de rayons (1m, 2m, 3m, ...). Si ce facteur est déterminant, alors il devra soit être fixé (par exemple préciser dans le protocole de prélèvement qu'on doit trouver 2 arbres dans un rayon de 2m), soit le considérer comme l'acteur de stratification de l'échantillonnage. Dans le premier cas, la représentativité de la mesure est très limitée. Dans le second cas, il faut définir des classes, compter les individus dans chaque **classe** et appliquer un taux d'échantillonnage constant à chaque classe (voir § 1.3.2).

#### 1.1.5.4. Essai d'enrichissement de forêt naturelle dégradée par des espèces autochtones (Norbert Razafindrianilana)

Trois méthodes d'enrichissement de forêts dégradées sont comparées : layons, bandes, placeaux.

Cet essai étant en phase de conception, les discussions ont porté sur le choix d'un dispositif expérimental. Plusieurs types de forêts dégradées existent, au fond, sur la crête ou sur le flanc de la vallée. Comme la recommandation issue de l'essai doit porter sur tous ces écosystèmes, le dispositif doit aussi permettre de tester la stabilité de la méthode de reforestation. Ainsi, la première étape consiste en un choix de sites aléatoire ou stratifié selon le facteur discriminant. Dans chacun de ces sites, un dispositif factoriel complet à trois ou quatre répétitions pourra être installé. Selon le lieu d'implantation, il pourra être en randomisation complète ou en blocs.

#### 1.1.5.5. Diagnostic de l'évolution du sol dans une parcelle fertilisée de pins (Georges Rakotoavao)

Cet essai compare 6 fertilisations dans un dispositif en blocs dispersés. L'engrais est apporté au pied des pins, et le sol est prélevé à intervalles réguliers pour suivre son état.

L'état initial du sol n'a pas fait l'objet d'une caractérisation, ce qui semble problématique pour modéliser l'évolution de la fertilité.

Le fait de disposer l'engrais au pied des pins pose un problème d'échantillonnage. L'échantillonnage dans la parcelle doit être représentatif de l'ensemble de la parcelle. C'est pourquoi un échantillonnage complètement aléatoire ou en strates doit être adopté. L'échantillonnage en strates est plus précis s'il est pertinent, et consiste en un découpage de la parcelle en classes de distance à un arbre. Ensuite, les proportions relatives de chaque classe doivent être estimées, et l'effectif de l'échantillon devra leur être proportionnel. Ensuite, des lieux de prélèvement seront choisis au hasard dans chaque strate (voir § 1.3.2).

### 1.4.6. Socio-économie

#### 1.4.6.1. Repérage des dynamiques foncières des exploitations agricoles liées à l'introduction de nouvelles technologies (Rolland Razafindraibe)

L'objectif de l'étude est de cerner l'évolution de l'occupation de l'espace et de connaître les types de structures agraires caractérisant les Hautes Terres Nord de Madagascar. A cet effet, la zone d'étude est répartie en strates définies par la région (Est et Ouest) et l'encadrement/le non encadrement par le programme national de vulgarisation agricole. Un seul village sera choisi par strate en collaboration avec la vulgarisation agricole.

Nous avons soulevé, pour des raisons de représentativité et de précision, l'importance d'un choix aléatoire du village au niveau de chaque strate ainsi que la nécessité d'augmenter le nombre de villages à sélectionner par strates.

#### 1.4.6.2. Attitude des paysans et des groupements de producteurs vis-à-vis du marché (Martin, Fidèle Rakotondrasata)

Une enquête sera menée au niveau de certains sites choisis selon des critères d'accessibilité, d'existence de l'intégration agriculture/élevage et de présence de la vulgarisation agricole. Il faut indiquer qu'ainsi la population de référence sera au mieux limitée aux paysans habitant sur les sites remplissant ces critères.

Des aspects relatifs à la méthodologie de sondage ont été abordés. Il a été proposé de procéder tout d'abord à la détermination des facteurs discriminants et à la définition éventuelle des variables de stratification.

## 1.4.7 Laboratoire

### 1.4.7.1 Procédure de contrôle qualité (Lala Razafinjara)

Une méthode de contrôle qualité des analyses a été présentée. Il s'agit de répéter l'analyse d'un même échantillon  $n$  fois à intervalles de temps réguliers, pour en estimer la variabilité. Ceci permet de définir des intervalles de confiance qui seront les valeurs-seuil d'alerte ou de rejet.

Les  $n$  valeurs sont chaque jour agrégées en une moyenne, ce qui réduit la variabilité entre les dates. C'est sur les valeurs brutes qu'il faut travailler, à moins que le protocole de mesure courant demande de répéter  $n$  fois la mesure. D'une façon générale, c'est le même protocole de mesure qui doit être utilisé pour la détermination des seuils d'acceptabilité et pour les mesures courantes.

L'activité de contrôle qualité est d'une importance considérable. Chaque laboratoire ayant ses propres contraintes et objets de travail, il doit rédiger son protocole de contrôle qualité de façon très précise, ainsi que les exploitations qui en seront faites.

### 1.4.7.2 Recherches sur les qualités des grains de riz (Voahangy Rasoazanakolona)

L'objectif de cet essai est d'étudier la composition en acides gras de 12 variétés de riz par chromatographie en phase gazeuse. Dans chaque lot de grains de riz, trois échantillons sont prélevés, préparés et analysés.

Le protocole d'analyse en CPG nécessite trois répétitions de mesure du même échantillon, et non trois mesures d'échantillons différents. L'erreur d'échantillonnage est confondue avec l'erreur de mesure. Il faut en effet faire trois échantillons à partir d'un même lot de graines, qui constitueront des répétitions. Chaque répétition sera préparée et passée trois fois dans le CPG.

D'autre part, s'il n'existe pas d'effet bloc (comme par exemple un réactif, un expérimentateur, ou tout autre facteur externe d'hétérogénéité), on peut utiliser un plan en randomisation complète. C'est à dire que l'ordre de mesure des variétés et des répétitions est randomisé. Par exemple, si une notation du type « 132 » désigne la deuxième répétition de la variété B, l'ordre de mesure peut être :

A3/D1/B3/B2/C1/...

Ceci permet d'éviter de confondre l'effet variétal avec d'autres facteurs de variabilité des mesures liés au temps et non contrôlés.

### 1.4.7.3 Caractérisation des combustibles ligneux (Alain Rasamindisa)

L'objectif de cet essai est de caractériser les propriétés énergétiques de 6 espèces de combustibles ligneux. Des fagots de bois sont prélevés dans la région de Tamatave et analysés au laboratoire en terme d'humidité, de densité, et de comportement à la combustion.

Au sein d'un fagot, il semblerait que l'homogénéité des propriétés énergétiques soit satisfaisante. Par contre, le lieu de prélèvement, spécifique à une forêt, un terroir, etc., est susceptible d'être source de variabilité pour les mesures de caractéristiques énergétiques. Il faut donc adopter un dispositif du type multilocal, où toutes les espèces seront prélevées dans chaque site. Si certaines espèces ne sont pas présentes dans certains lieux, un logiciel d'analyse du type SAS permettra d'analyser ce dispositif déséquilibré.

L'analyse du comportement à la combustion est une méthode développée par la DRFP, dont le protocole de mise en œuvre doit être défini et sa précision estimée. A partir d'analyses répétées d'un fagot homogène, les facteurs de variation sont identifiés afin de les fixer pour la mise en œuvre du protocole de mesure.

#### 1.4.4 Analyse du développement de souches de champignons sur différents substrats (Alain Andrianaivo)

Des souches de champignons sont cultivées sur différents substrats dans une étuve qui comporte des néons défectueux, source principale de variabilité. L'étuve étant trop petite pour accueillir toutes les machines de pétrir, chaque expérience ne comporte pas l'ensemble des traitements.

Une telle expérimentation comporte trop de facteurs de variation. On pourrait considérer que l'étuve est un bloc, et adopter un dispositif en blocs incomplets équilibrés. Mais l'étuve ne présentant pas d'éclairage homogène, cette expérimentation comporte beaucoup de risque de ne pas aboutir à une conclusion satisfaisante.

#### 1.4.5 Développement de produits à base de manioc : incorporation de farine de manioc dans la farine de blé pour la fabrication du pain (Vohangisoa Rakotomalala)

La présentation de ce protocole n'a pas dégagé d'objectifs clairs, ceux-ci étant en cours de définition. Toutefois, la discussion a permis de préciser certaines contraintes comme le fait que les mélanges doivent être testés chez des boulangers, que l'on considérera comme des blocs. Tous les mélanges doivent donc être testés chez tous les boulangers. Le choix des formulations de farines devra être guidé par l'intérêt économique, et chez le boulanger l'impact économique du remplacement de la farine pure par un mélange devra être mesuré. A titre d'exemple, on peut imaginer que le nouveau pain aura un temps de préparation et de cuisson différent.

De plus, un test organoleptique objectif permettra de juger des qualités du pain obtenu. Par exemple, si la question est : « est-il possible de remplacer le pain classique par un autre ? », le test organoleptique proposera trois morceaux de pain, et le membre du jury devra déterminer celui qui est différent.

### 1.4.8 CRR Antsirabe

#### 1.4.8.1 Criblage de variétés de haricot (Bodovololona Rabary)

Il s'agit de cribler 200 variétés de haricot avec un dispositif expérimental constitué de 2 blocs aléatoires complets. Il faut relever que le nombre de répétitions est relativement faible et qu'ainsi la puissance de l'essai risque d'être faible, d'autant plus que le nombre de variétés est assez élevé.

Une variété témoin sera intercalée toutes les 6 parcelles. Une méthodologie de prise en compte correcte du témoin intercalé lors de l'analyse des résultats a été proposée.

#### 1.4.8.2 Développement d'un guide de décision pour la fertilisation organo-chimique de la culture de haricot (Bodovololona Rabary)

Il est prévu de comparer, en milieu paysan, 4 formules de fertilisation dans un dispositif expérimental en blocs dispersés. Deux facteurs de discrimination des paysans ont été identifiés : il s'agit du revenu qui conditionne l'achat d'intrants (3 niveaux) et de la zone agro-écologique (4 zones). Dans chaque zone agro-écologique, un bloc sera disposé chez un paysan de chacune des 3 classes définies par le niveau de revenu.

Ce dispositif présente un inconvénient, car il ne permet pas de procéder au test de l'absence d'interaction entre les traitements et les sites définis par la combinaison niveau de revenu et zone agro-écologique. Il convient ainsi de répéter l'essai sur chaque site.

#### 1.4.8.3 Contrôle des vers gris sur le haricot (Richard Randriamanantsoa)

L'objectif de l'expérimentation est de comparer différents modes de protection de la culture de haricot contre les vers gris. L'expérimentation sera disposée en blocs aléatoires complets chez 3 paysans. Le protocole expérimental ne soulève pas de problèmes particuliers. Il faudra juste, lors de

la mise en place de l'essai, s'assurer d'une disposition judicieuse des blocs pour contrôler l'hétérogénéité du milieu

#### 1.4.4 Essai de fongicide (Dodelys Andriantsimalona)

Trois traitements fongicides et un témoin seront comparés au niveau de deux sites infestés. La détermination du pourcentage de panicules infestées sera réalisée par prélèvement de 10 touffes sur une diagonale de chaque parcelle élémentaire. Il faut noter que cette méthode de prélèvement, bien que très utilisée en raison de sa simplicité, introduit un biais de sélection. Il serait mieux indiqué de procéder à un choix aléatoire des touffes à prélever. Une méthode simple consiste, par exemple, à lancer de manière aléatoire, autant de fois que nécessaire, un bâton dans la parcelle expérimentale et de prélever à chaque fois le plant le plus proche du point de chute du bâton.

#### 1.4.9 CRR Fianarantsoa

##### 1.4.9.1 Inventaire d'insectes nuisibles sur le haricot (Second Velombola)

Cinq localités sont choisies et, en leur sein, 3 paysans pour lesquels un champ sera choisi pour y dénombrer tous les insectes sur une superficie échantillon de 7,5 à 10 m<sup>2</sup>.

En fait d'abord, la méthode de comptage suppose que tous les insectes sont répartis uniformément dans le champ et qu'il suffit donc de les compter en un seul endroit pour avoir une estimation satisfaisante de la population du champ. Par contre, ils sont répartis très aléatoirement.

Cette hypothèse ne paraît pas très plausible ; il serait plus raisonnable de choisir au hasard dans la parcelle plusieurs placeaux plus petits.

Ensuite, les 5 localités doivent être choisies aléatoirement pour être représentatives de la zone d'étude. Dans chaque localité, le choix des paysans doit être fait aléatoirement à partir de la liste complète des paysans. L'idéal est de pondérer chaque paysan par la superficie qu'il cultive. Ainsi un paysan qui possède deux fois plus de terres qu'un autre a deux fois plus de chances d'être sélectionné dans l'échantillon. La répartition des insectes dépend en effet de la surface et non du nombre de paysans qui la cultivent.

##### 1.4.9.2 Effet de la rotation culturale sur le riz pluvial (Danièle Ramiamanana)

Les effets de quatre précédents culturaux (maïs, haricot, manioc, riz) sur quatre cultures, définissant ainsi 16 rotations, sont étudiés à deux niveaux de fertilisation (avec ou sans fumier).

En 1998-1999 quatre parcelles ont été cultivées pour former les quatre précédents culturaux. En 1999-2000, chacune de ces parcelles sera divisée en trois blocs. Chaque bloc accueillera les quatre cultures, et chaque parcelle sera divisée en deux sous parcelles, dont l'une recevra du fumier.

Dans ce dispositif apparaît une confusion d'effets. Les parcelles de précédents ne sont pas répétées, si bien qu'elles peuvent être confondues avec des effets blocs. Les précédents n'étant pas répétées, leur effet sera confondu avec d'éventuelles hétérogénéités du terrain.

Cette étude peut être considérée comme quatre essais. Il est alors possible de déterminer la meilleure culture à planter après un précédent donné, ainsi que de choisir s'il est préférable de fertiliser ou non. Mais, en aucun cas, la comparaison globale des performances agronomiques entre précédents ne pourra être menée. Par exemple, il est impossible à travers cet essai de savoir s'il vaut mieux cultiver du riz après du manioc ou après du haricot.

Il aurait été préférable de choisir 12 parcelles et d'affecter aléatoirement à ces parcelles les 4 précédents culturaux répétés 3 fois. L'année suivante, chaque parcelle serait alors été divisée en quatre parcelles secondaires, chacune recevant une des quatre cultures. Puis ces parcelles secondaires seraient divisées en deux pour recevoir ou non du fumier.

---

Mettre en place cet essai en milieu paysan demande d'implanter  $12 \times 4 \times 2 = 96$  parcelles. Il est évident que ce type d'essais doit être conduit en station expérimentale. Le milieu paysan permet de valider des résultats et de délimiter leurs conditions d'application, et non de les mettre au point.

L'objectif de cet essai doit être revu s'il doit être implanté à cet endroit, quitte à remettre à une autre expérimentation certains facteurs ou certains traitements, comme la fertilisation ou certaines rotations céréale/céréale que l'on sait d'emblée non viables à long terme.

#### 1.3.9.3 Criblage de variétés de café (Alfred Rabemiafara)

Seize variétés de café sont comparées dans un dispositif comprenant 3 blocs. Au sein de chaque bloc, chaque variété est répétée deux fois.

Ce dispositif est en blocs, dont chacun contient deux répliques. Le terrain doit présenter une grande hétérogénéité dans le sens perpendiculaire aux blocs et une grande homogénéité dans le sens opposé. Si ces hypothèses sont validées, alors le dispositif est approprié.

L'analyse des données issues d'un tel dispositif fera intervenir un logiciel du type SAS ou SYSTAT. STATITCF et MSTAT ne traitant pas de tels dispositifs où un bloc ne correspond pas à une répétition mais à deux.

#### 1.3.9.4 Tests de variétés améliorées de haricot (Zafimahery Rakotoarimanana)

Cet essai marque le début d'une activité de sélection d'une variété de haricot pour la zone de Fianarantsoa. Cinq variétés sont comparées à un témoin local. La zone présentant des variations en terme de climat et d'acidité des sols, ce premier essai tente de mettre en évidence la sensibilité des variétés à ces facteurs. Plusieurs sites d'expérimentation sont choisis aléatoirement dans la zone et, dans chaque site, deux essais en blocs à 4 répétitions sont installés.

L'analyse environnementale permettra de mettre en évidence ou non un effet site. Pour le caractériser, des variables environnementales (acidité des sols, caractéristiques du climat, ...) seront mesurées. Il faut veiller à ce que toutes les autres conditions culturales soient identiques afin de pouvoir identifier la cause d'un éventuel effet site.

#### 1.3.9.5 Test de vérification technologique du système de culture intensive du riz (Bruno Andrianaivo)

Deux facteurs sont étudiés dans un dispositif en split plot en milieu paysan. Le facteur principal est le précédent cultural (pomme de terre avec compost, ou jachère). Le facteur secondaire est la technique d'irrigation (en eau profonde ou en lame d'eau mince). Chaque site comporte deux répétitions. Ce dispositif est donc un split plot mais sans blocs car les parcelles sont dispersées. L'essai est installé chez deux paysans. La technique de semis du riz est celle proposée par le Système de Riziculture Intensive (SRI).

Ce dispositif ne peut être analysé par des logiciels du type de STATITCF ou MS FA I, ceux-ci ne traitant que des dispositifs split plot en blocs. L'analyse nécessitera un logiciel de statistiques avancé, comme SAS ou SYSTAT par exemple.

Le témoin dans cet essai est le riz cultivé sur jachère en eau profonde. Comme la technique de semis du riz est celle du SRI, les recommandations issues de cet essai ne concerneront que les paysans qui utilisent cette technique.

Le dispositif en split plot présente la particularité de faire perdre beaucoup de puissance sur l'analyse du facteur principal. C'est à dire que l'effet précédent cultural ne sera mis en évidence que s'il est très marqué, ce qui semble être le cas. Par contre, le facteur irrigation et l'interaction précédent\*irrigation bénéficieront d'une puissance de comparaison supérieure.

#### 1.4.10 CRR Tamatave

##### 1.4.10.1 Test de variétés de riz en milieu paysan (Lala Rakotoson)

L'objectif de cet essai, déjà mis en place, est d'évaluer le comportement de 6 variétés de riz en milieu paysan. Il faut souligner que le dispositif expérimental retenu n'est pas adéquat. En effet, les variétés sont réparties en 3 couples et chaque couple est testé chez 2 paysans. Ainsi, les variétés ne sont pas toutes évaluées dans les mêmes conditions environnementales et on ne pourra par conséquent pas procéder à un test global de l'effet variétal. L'expérimentation réellement mise en place consiste en effet à 3 tests variétaux.

##### 1.4.10.2 Test de paquets techniques mis au point sur le café (Onésiphore Rakotomalala)

Il est prévu d'étudier deux facteurs : variété et culture associée. Le protocole expérimental n'étant pas encore élaboré, les discussions ont essentiellement porté sur les modalités pratiques de choix du dispositif expérimental et des sites d'essais.

##### 1.4.10.3 Test de comportement de cultures fourragères (Félice Rasambomanana)

Il s'agit de comparer différents modes de production de cultures fourragères. Considérant les différentes contraintes liées à la disponibilité suffisante de semences et de superficie, il serait judicieux de se limiter dans une première étape à une multiplication de semences et à des prospections.

##### 1.4.10.4 Test de comportement des variétés de banane (Fleurion Nany)

Quatre variétés de banane seront testées sur 3 sites dans un dispositif en blocs aléatoires complets. Le protocole expérimental ne présente pas de problème majeur. Il faut seulement rappeler que la procédure de randomisation doit être réalisée indépendamment pour chacun des sites. Ainsi, lorsqu'on n'est pas bien fixé sur la direction éventuelle du gradient d'hétérogénéité, les blocs devraient avoir une forme en carré et être disposés sur le terrain de manière aussi compacte que possible.

#### 1.4.11 Protocoles non présentés soumis à examen

##### 1.4.11.1 Évaluation des facteurs affectant les performances de reproduction chez les vaches laitières des zones périurbaines d'Antananarivo et d'Antsirabe (Hanta Razafindralbe)

150 vaches en lactation sont suivies par dosage hormonal du lait. Trois types de fermes sont distingués : grandes, moyennes et petites. 50 vaches sont suivies dans deux sites et dans chaque type de ferme.

Le protocole expérimental propose d'effectuer un échantillonnage en strates dont la justification n'est pas présentée. L'individu sondé n'est pas précisé. Il semblerait que l'individu sondé soit la ferme. L'échantillonnage en strates est efficace s'il est mené selon une méthodologie précise. Il faut tout d'abord identifier les facteurs de stratification (ici la taille de la ferme et le lieu) et estimer ou dénombrer le nombre de fermes dans chaque strate définie par la combinaison lieu\*taille de la ferme. Enfin, un même taux d'échantillonnage doit être appliqué à chaque strate afin d'étudier un échantillon représentatif de la population de référence. Les individus sondés doivent être choisis au hasard dans chaque strate (voir § 13.2).

1.1.11.2 Identification d'un nouveau modèle de technique de production susceptible de mobiliser le réagencement économique et social de la diversité existant en matière de mise en valeur et conditions d'accès au marché (Zoé Eliane Ralison)

Le protocole d'échantillonnage est clair et semble approprié au travail d'enquête. Comme cette étude repose en partie sur des données déjà collectées, il faudra analyser le protocole d'enquête des données d'archives. Il faudra veiller à ce que la population de référence soit identique et que l'échantillonnage soit représentatif. Dans le cas contraire, la fiabilité et la limite des conclusions de ces études devra être évaluée.

1.1.11.3 Efficacité de L'Azadirachtine vis-à-vis de *Heliotis armigera* sur tomate et haricot vert (Second Velombola)

Si doses croissantes d'Azadirachtine sont appliquées à des parcelles cultivées de tomate ou de haricot vert. L'infestation est artificielle, ce qui garantit une homogénéité de ce point de vue.

Cet titre suggère que l'étude portera sur la tomate et le haricot vert, alors que le protocole n'indique pas la culture comme facteur et le plan de l'essai semble n'évoquer que le facteur dose.

Le protocole fait mention d'un dispositif en randomisation totale à **trois** répétitions dans le temps. La remarque principale pour cet essai est qu'il est impossible de faire 3 répétitions dans le temps. Les répétitions doivent impérativement être cultivées à la même date. La comparaison des traitements doit être faite « toutes autres conditions étant égales par ailleurs ». Or si les cultures sont conduites à des dates différentes, les conditions environnementales sont différentes.

1.1.11.4 Efficacité de L'Azadirachtine vis-à-vis de *Aphis* sp sur *Pack choi* et *Solanum nigrum* (Second Velombola)

Les remarques relatives à l'essai sur *Heliotis* s'appliquent aussi à cet essai.

1.1.11.5 Biologie de *Apoderus humeralis* (Second Velombola)

Des cigares sont récoltés dans des parcelles de haricot infestées pour étudier l'accouplement des adultes.

Ce protocole ne tient pas compte d'éventuelles influences du lieu de prélèvement des cigares. S'il est possible qu'un tel effet existe, alors le protocole d'échantillonnage devra en tenir compte par une stratification (voir § 1.3.2).

1.1.11.6 Finalisation des prospections entomologiques en riziculture irriguée (Niaka Rahalivavololona)

Afin d'établir le bilan phytosanitaire des principales zones rizicoles malgaches, des prélèvements de chaume seront effectués sur 30 parcelles réparties dans différentes localités. La procédure de sélection des localités ainsi que des parcelles de prélèvement par localités devraient être précisées. En effet, il faudra s'assurer de la représentativité de la situation phytosanitaire des parcelles sélectionnées. Aussi, il convient de préciser les critères de répartition du nombre de parcelles par localités.

1.1.11.7 Etude du comportement et du mode de gestion des plantes de couverture herbacées en association avec les cultures vivrières (Joseph Randrianampy)

Il s'agit de comparer différents modes de gestion des plantes de couverture en association avec les cultures vivrières dans un dispositif expérimental en blocs aléatoires complets. Il faudra s'assurer d'une disposition judicieuse des blocs sur le terrain (voir § 1.3.1).

Le protocole de prélèvement de sol ainsi que le plan de l'essai devraient être présentés sur le protocole expérimental.

#### 1.4.11.8 Collection des plants de couverture herbacée (Joseph Randrianampy)

Le dispositif expérimental prévu est en blocs dispersés. Il convient de préciser sur le protocole expérimental le nombre de répétitions ou blocs ainsi que la répartition des sites d'essais.

La liste des variables qui seront mesurées est indiquée mais il n'est pas fait mention des procédures de collecte des données. Il faut rappeler qu'il est nécessaire de définir, avant la réalisation de toute mesure ou observation par échantillonnage, un plan précis d'échantillonnage.

#### 1.4.11.9 Détermination au laboratoire et en serre des races physiologiques d'antracnose (Georges Rakotomalala)

Une expérimentation disposée en blocs complets sera menée afin de vérifier l'existence de races physiologiques d'antracnose. Il convient d'augmenter le nombre de répétitions. En effet le nombre de répétitions prévues (2 seulement) semble très faible.

D'une manière rigoureuse, le nombre de répétitions devrait être déterminé en fonction de l'objectif de recherche poursuivi, de la précision souhaitée des résultats et de la variabilité du matériel expérimental utilisé. Des résultats expérimentaux antérieurs peuvent nous permettre de déterminer cette variabilité.

#### 1.4.11.10 Test de différentes formules de fertilisation en riziculture de bonne maîtrise d'eau (Justin Ratsimandresy)

Il est indiqué sur le protocole que le dispositif expérimental est en « bloc simple sans répétition ». Lorsque le dispositif expérimental ne comprend pas de répétitions, il sera alors impossible de procéder à une exploitation statistique inférentielle des données qui seront recueillies. En effet, il est nécessaire d'avoir des répétitions pour estimer l'erreur expérimentale et procéder à des tests statistiques.

Si le dispositif est mis en place sur différents sites, il s'agirait alors, non pas d'un plan en bloc simple sans répétition, mais plutôt d'un plan en blocs aléatoires complets dispersés. Il faudrait, dans ce cas, s'assurer d'une répartition aléatoire des traitements sur les unités expérimentales du site d'essai. Aussi, cette répartition devrait être réalisée indépendamment d'un site à l'autre.

#### 1.4.11.11 Test comparatif SRI-SRA en riziculture à bonne maîtrise d'eau (Justin Ratsimandresy)

Le problème de terminologie est encore plus évident pour ce protocole. Le dispositif expérimental prévu est en réalité en blocs aléatoires complets dispersés.

La remarque faite précédemment relative à la randomisation reste valable pour cette activité. Il faut insister sur le fait qu'il ne faut surtout pas laisser la procédure de randomisation au soin du paysan. Elle doit être effectuée par le chercheur responsable de l'activité.

### 1.5 Synthèse de l'examen et de la révision des protocoles

Domaine ou CRR	Nom	Protocole présenté	Soumis à révision	Validé	Validé sous réserve de modifications	Non validé
Amélioration des plantes	Léa Randriambolanoro	Essai multilocal de trois variétés tolérantes aux sols acides des hautes terres	X	X		
	Jeanine Ravatomanga	Essai multilocal de tests de variétés de riz	X	X		
	Aimée Rabakoarihanta	Évaluation et multiplication d'une collection de 30 variétés de haricot		X		
	Zoeliarisoa Rakotovao	Test de descendance et de provenance de variétés sélectionnés de résineux			X	
	Zoeliarisoa Rakotovao	Multiplication et test en milieu réel de variétés d'anacardiens		X		
	Hery Rakotondraoelina	Évaluation de clones de <i>Pinus Patula</i>	X	X		
Entomologie et phytopathologie	Jocelyn Rajaonarison	Étude de la nuisibilité de <i>Tetranychus upticæ koch</i>	X		X	
	Albert Randrianasolo	Évaluation du matériel végétal pour la résistance aux maladies			X	
	Georges Rakotomalala	Évaluation régionale sur la résistance des variétés de haricot vis à vis de l'antracnose	X	X		
	Njaka Rahalivavololona	Évaluation du comportement des nouvelles variétés de riz irrigué vis-à-vis des insectes ravageurs	X			X
	Second Velomhola	Simulation de dégâts	X	X		
	Second Velombola	Dynamique des populations de <i>Apoderus humeralis</i>	X		X	
	Second Velombola	Inventaire de l'entomofaune du haricot	X	X		



Domaine ou CRR	Nom	1 protocole présenté	Soumis à révision	Validé	Validé sous réserve de modifications	Non validé
Agrotechnie	Justin Ratsimandresy	Test d'herbicides sur une culture de riz	X		X	
	Herimihamina Andriamazaoro	Multiplication de semences maraichères		X		
	Joseph Randrianampy	Test d'herbicides sur une culture de riz			X	
	Joseph Randrianampy	Réponse de 5 variétés vulgarisables à des doses croissantes d'hyper-barren	X	X		
	Raymond Rabeson	Interaction fumure organique et minérale pour une gestion durable des sols de rizière	X		X	
	Lala Razafinjara	Effet d'un apport fractionné d'engrais azoté sur le riz irrigué	X		X	
Élevage et pisciculture	Mariette Ralambomanana	Etude de formules de provende pour le nourrissage de poissons			X	
	Mariette Ralambomanana	Mise au point de techniques de production d'alevins			X	
	Julie Ravaomanana	Etude écopathologique des mammites et des maladies diarrhéiques dans les exploitations laitières	X		X	
	Modestine Raliniaina	Etude des impacts des tiques et des hémoparasites dans l'élevage	X		X	
	Ihon Rasambainarivo	Effets de la complémentation alimentaire sur la production laitière, l'état et les performances de reproduction	X		X	

Domaine ou CRR	Nom	Protocole présenté	Soumis à révision	Validé	Validé sous réserve de modifications	Pion validé
Forêt	Nicolas Andriamampianina	Fertilisation organique des zones de culture	X		X	
	Janitra Andriamampandry	Amélioration des jachères : choix d'espèces et de durées de jachères pour de meilleures performances agronomiques				X
	Christine Rakotonirina	Etude des cycles biogéochimiques des éléments minéraux sous taillis d'Eucalyptus	X		X	
	Norbert Razafindrianilana	Essai d'enrichissement de forêt naturelle dégradée par des espèces autochtones	X		X	
	Georges Rakotovoao	Diagnostic de l'évolution du sol dans une parcelle fertilisée de pins				X
Enquête	Roland Razafindraibe	Repérage des dynamiques foncières des exploitations agricoles liées à l'introduction de nouvelles technologies	X		X	
	Martin Fidèle Rakotondrasata	Attitude des paysans et des groupements de producteurs vis-à-vis du marché	X			X
Laboratoire	Lala Razafinjara	Procédure de contrôle qualité			X	
	Joahangy Rasoazanakolona	Recherches sur les qualités des grains de riz	X		X	
	Mlain Rasamindisa	Caractérisation des combustibles ligneux	X	X		
	Mlain Andrianai vo	Analyse du développement de souches de champignons sur différents substrats				X
	Johangisoa Rakotomalala	Développement de produits à base de manioc : incorporation de farine de manioc dans la farine de blé pour la fabrication du pain				X

Domaine ou CRR	Nom	Protocole présenté	Soumis à révision	Validé	Validé sous réserve de modifications	Non validé
CRR Antsirabe	Bodovololona Rabary	Triblage de variétés de haricot		X		
	Bodovololona Rabary	Développement d'un guide de décision pour la fertilisation organo-chimique de la culture de haricot			X	
	Richard Randriamanantsoa	Contrôle des vers gris sur le haricot		X		
	Dodelys Andriantsimalona	Essai de fongicide			X	
CRR Fianarantsoa	Second Velombola	Inventaire d'insectes nuisibles sur le haricot	X	X		
	Danièle Ramiamanana	Effet de la rotation culturale sur le riz pluvial				X
	Alfred Rabemifara	Triblage de variétés de café			X	
	Zafimahery Rakotoarimanana	Tests de variétés améliorées de haricot		X		
	Bruno Andrianaivo	Test de vérification technologique du système de culture intensive du riz			X	
CRR Tamatave	Lala Rakotoson	Test de variétés de riz en milieu paysan				X
	Onésiphore Rakotomalala	Test de paquets techniques mis au point sur le café			X	
	Félice Rasambomanana	Test de comportement de cultures fourragères				X
	Fleurion Nany	Test de comportement des variétés de bananes		X		

Nom	Protocole non présenté soumis à examen	Validé	Validé sous réserve de modifications	Non validé
Hanta Razafindraibe	Évaluation des facteurs affectant les performances de reproduction chez les vaches laitières des zones périurbaines d'Antananarivo et d'Antsirabe		X	
Zoé Eliane Ralison	Identification d'un nouveau modèle de technique de production susceptible de mobiliser le réagencement économique et social de la diversité existant en matière de mise en valeur et conditions d'accès au marché	X		
Second Velombola	Efficacité de l'Azadirachtine vis-à-vis de <i>Heliothis armigera</i> sur tomate et haricot vert			X
Second Velombola	Efficacité de l'Azadirachtine vis-à-vis de <i>Aphis sp</i> sur <i>Pack choi</i> et <i>Solanum nigrum</i>			X
Second Velombola	Biologie de <i>Apoderus humeralis</i>		X	
Naka Rahalivav ololona	Finalisation des prospections entomologiques en riziculture irriguée		X	
Joseph Randrianampy	Étude de comportement et de mode de gestion des plantes de couverture herbacées en association avec les cultures vivrières		X	
Joseph Randrianampy	Collection des plants de couverture herbacée		X	
Georges Rakotomalala	Détermination au laboratoire et en serre des races physiologiques d'antracnose		X	
Justin Ratsimandresy	Test de différentes formules de Fertilisation en riziculture de bonne maîtrise d'eau		X	
Justin Ratsimandresy	Test comparatif SRI-SRA en riziculture à bonne maîtrise d'eau		X	

## **2 Propositions**

La biométrie désigne l'ensemble des applications des méthodes mathématiques aux sciences biologiques et intervient aux différentes étapes de la recherche agricole :

- planification de la recherche ;
- mise en place et conduite de l'étude ;
- collecte des données ;
- gestion et analyse des données ;
- interprétation et présentation des résultats.

Elle contribue à l'amélioration de la qualité scientifique des études agricoles et garantit ainsi l'efficacité et la rentabilité de la recherche.

La présentation des protocoles de recherche ainsi que les échanges avec les chercheurs ont permis de relever un certain nombre d'insuffisances en biométrie. Il est alors judicieux d'entreprendre des actions efficaces afin d'améliorer les performances du FOFIFA en biométrie.

L'objectif des recommandations qui suivent est de palier à ces insuffisances en intégrant de manière efficace la biométrie aux activités de recherche menées par le FOFIFA

### **2.1 Intégrer la biométrie dans le processus de planification scientifique**

#### **2.1.1 Elaboration des protocoles de recherche**

La planification de la recherche occupe une place prépondérante dans le processus de recherche. En effet, une planification de qualité permet d'obtenir des résultats précis au moindre coût. Il est ainsi nécessaire, pour mieux utiliser les moyens limités de la recherche, d'accorder une attention particulière à la phase d'élaboration des protocoles de recherche. Une étroite collaboration entre le biométricien et le chercheur devrait être initiée dès cette étape et maintenue tout au long du processus de recherche.

Nous proposons que les protocoles d'expérience et d'enquête soient élaborés selon les canevas joints en annexe (annexes 4 et 5). Le Directeur Scientifique pourrait alors exiger la production, par les chercheurs, d'un protocole de recherche avant le démarrage de toute activité scientifique. Les protocoles ainsi proposés devraient être étudiés par l'unité de biométrie et les observations et suggestions formulées permettraient d'apporter les améliorations nécessaires.

#### **Présentation des protocoles de recherche**

Il est recommandé d'organiser, avant la conduite des programmes de recherche, une réunion de présentation des protocoles de recherche afin d'une part de s'assurer de la validité des protocoles de recherche proposés et d'autre part de favoriser l'échange et le partage d'informations entre chercheurs.

## **2.2 Renforcer les capacités en biométrie du Fofifa**

### **2.2.1 Consolidation de l'unité de biométrie**

L'unité de biométrie, informatique et internet du FOFIFA est actuellement composée de deux chercheurs uniquement dont un biométricien. Celui-ci est à l'origine un agronome qui a suivi des formations en biométrie. Il est évident qu'un seul biométricien, relativement à l'effectif du personnel de recherche et à l'enjeu de la biométrie, est insuffisant. Il est alors nécessaire de renforcer cette unité par le recrutement d'un autre biométricien, de profil complémentaire. Le niveau minimal requis serait celui d'un DEA en statistique appliquée aux sciences agronomiques. De plus, il serait opportun que le responsable de l'unité bénéficie d'une formation complémentaire en biométrie, par exemple d'un niveau DESS en mathématiques appliquées.

Ainsi l'équipe formée d'un agronome et d'un statisticien serait à même d'intervenir de façon complète et approfondie sur la plupart des thèmes et méthodologies abordés au FOFIFA.

Il serait intéressant de solliciter auprès de partenaires l'affectation d'un expert biométricien pour définir de façon précise les attributions de l'unité de biométrie, participer au recrutement et à la formation du nouvel élément de l'unité, et mettre en place des mécanismes qui assurent une utilisation optimale des moyens humains et matériels.

### **2.2.2 Identification d'un groupe de chercheurs-relais**

Un appui rapproché en biométrie à la recherche nécessite un effectif de biométriciens important, solution peu envisageable à l'heure actuelle. Créer un noyau dur de chercheurs sensibilisés à la biométrie est un bon moyen d'exploiter au mieux les compétences en place. Ce groupe recevrait une formation de base en biométrie et serait l'antenne de l'unité de biométrie dans les départements et centres de recherche. Chaque membre pourrait ainsi relever et centraliser les questions qui demandent l'avis de l'unité de biométrie afin de formuler une demande d'appui. Peu à peu, il pourra lui-même répondre à la plupart des questions de ses collègues et devenir une personne-ressource.

### **2.2.3 Formation globale du personnel scientifique**

A long terme, tous les chercheurs devront suivre une formation en biométrie orientée vers leur discipline ou vers les méthodes qu'ils exploitent le plus fréquemment. Cette formation, dispensée par l'unité de biométrie, s'appuiera sur le noyau dur de chercheurs.

### **Acquisition de documents de base en biométrie**

Le perfectionnement des chercheurs en biométrie exige qu'ils aient accès à une documentation en statistique et en biométrie. Il serait ainsi judicieux de mettre à la disposition des chercheurs un certain nombre d'ouvrages de base en biométrie. Ces ouvrages devraient plutôt traiter des aspects pratiques liés à la recherche agricole (planification des expériences et enquêtes, dispositifs expérimentaux, méthodes de sondage, analyse et interprétation des résultats, etc.).

Une liste d'ouvrages en biométrie est proposée en annexe 6.

### **Acquisition d'un logiciel d'analyse statistique**

Le parc de logiciels du FOFIFA est très disparate et souvent de qualité insuffisante pour répondre aux besoins des chercheurs.

Il est important d'adopter pour l'institut un même logiciel afin que les chercheurs puissent échanger leurs expériences et faciliter aux biométriciens leur formation ou l'approfondissement de certaines analyses.

Lors de la phase suivante du projet d'appui au FOFIFA, une proposition de logiciel sera faite, sur la base des besoins identifiés dans la présente mission.

## **Annexes**

Annexe 1 : Termes de référence de la mission.....	33
Annexe 2 : Déroulement de la mission.....	35
Annexe 3 : Liste des personnes rencontrées.....	37
Annexe 4 : Canevas de protocole expérimental.....	39
Annexe 5 : Canevas de protocole de sondage.....	41
Annexe 6 : Documentation de base en biométrie.....	43

# **Annexe 1 : Termes de référence de la mission**

## **PROJET D'APPUI EN BIOMETRIE AU FOFIFA**

### ***Cadre général du projet.***

Dans la plupart des organismes de recherches agricoles des pays d'Afrique subsaharienne et de l'Océan indien, il n'existe pas ou peu de compétences en biométrie et en statistique. Les conséquences de cette situation sur la valeur des expérimentations, la fiabilité des analyses et donc la qualité des résultats proposés pour le développement agricole sont ainsi très importantes. Pour la recherche elle-même, cette situation a non seulement un coût financier élevé mais surtout elle isole de la communauté scientifique internationale les équipes africaines qui, faute de résultats validés, ne peuvent publier dans les revues et journaux les plus diffusés.

Les organismes de recherche agricoles français, tel que le CIRAD, apportent depuis plusieurs années leur expertise à ces organismes, sous la forme d'intervention ciblée sur place, de formation des chercheurs à Montpellier et de participation à de formation diplômante. Mais la demande reste élevée, voire augmentée, car les meilleurs experts formés dans ce domaine rejoignent souvent d'autres secteurs privés dans lesquels ils sont particulièrement recherchés et mieux rétribués.

D'autres formes d'actions doivent donc être proposées pour répondre aux besoins de la recherche agricole de ces pays. Le sujet est débattu depuis longtemps et aujourd'hui chacun s'accorde sur la nécessité d'inscrire les réponses dans la construction d'un véritable partenariat institutionnel entre les équipes du Nord et du Sud, mais aussi au sein de réseaux d'échanges entre institutions du Sud elle-même. Le MAE en a déjà lancé une avec l'affectation au CERAAS d'un expert biométricien, David BOGGIO, assistant technique français. Le CERAAS, Centre d'excellence de la CORAF est ouvert à l'ensemble de la région et il donne directement accès à son expertise dans ce domaine à l'ensemble des équipes africaines.

### ***Un projet d'appui au FOFIFA.***

Le FOFIFA (Madagascar) fait partie des organismes de recherche agricole nécessitant un renforcement des compétences en biométrie/statistique. Ses objectifs ont été discutés avec le CIRAD et consistent à mener cette année une action d'urgence pour améliorer la qualité des expérimentations, l'analyse des résultats et leur restitution sous forme de publications scientifiques ou de vulgarisation.

Le FOFIFA, le CIRAD et le CERAAS proposent d'organiser dans le cadre de l'appui à la biométrie dans l'Océan Indien prévu sur Titre IV par le MAE, l'intervention directe de l'équipe de biométriciens du CERAAS placée sous la responsabilité de David BOGGIO auprès du FOFIFA. Le CIRAD apportera depuis Montpellier son expertise technique pour appuyer durant cette intervention l'équipe pilotée par David BOGGIO.

### ***Le contenu de l'intervention.***

L'appui va porter sur une action concrète, une intervention directe auprès des chercheurs pendant la campagne agricole 1999 - 2000.

1. Une première analyse des protocoles du FOFIFA pour l'année 1999, à partir de laquelle des informations plus détaillées seront obtenues pour concentrer l'intervention de l'équipe de biométriciens sur les points les plus importants à améliorer.

Une mission de l'équipe de biométriciens au FOFIFA pour apporter directement aux chercheurs les bases, les outils et les méthodes nécessaires au bon choix de leurs dispositifs expérimentaux et pour corriger avec eux ceux proposés pour la campagne 1999. Une cinquantaine de chercheurs seront concernés par cet appui et intervenant dans les disciplines de :

- la génétique
- l'agronomie
- la défense des cultures : entomologie et phytopathologie
- la santé animale
- la foresterie.

3. Une mission de David BOGGIO en cours de campagne pour vérifier la cohérence entre les dispositifs initialement prévus et ceux mis en place. Durant cette mission, les corrections à apporter à ces dispositifs en fonction des effets du milieu autres que ceux à analyser seront aussi discutées. Sur terrain, les activités objets des protocoles revues seront suivies dans trois centres régionaux de recherche.

4. Une mission de l'équipe de biométriciens «après la campagne» pour participer à l'analyse des données et à la leur mise en forme pour la préparation de communications.

Une équipe pluridisciplinaire de 8 chercheurs sera le noyau interlocuteur des missionnaires dans leurs déplacements.

Date de démarrage de la campagne : deuxième quinzaine du mois de Novembre 1999.

Date de démarrage de l'intervention des experts : Fin Octobre 1999.

## Annexe 2 : Déroulement de la mission

Date	Heure	Personnes rencontrées	Lieu	Activité / sujet de l'entretien
01-oct	07h	---	Antananarivo	Arrivée
	10h	Jean-Louis Messenger, Michel Partiot	Délégation Cirad	Visite
	14h	Yvonne Rabenantoandro, Célestin Randriamanarivonizandriny, Michel Partiot	Direction scientifique	Planification de la mission
	15h	Tous les chercheurs	Direction générale	Présentation de la mission
22-oct	8h30	Chercheurs génétique	Direction générale	Examen des protocoles expérimentaux
	14h	Chercheurs entomologie et phytopathologie	Tsimbazaza	Examen des protocoles expérimentaux
25-oct	8h30	Chercheurs agrotechnie	Direction générale	Examen des protocoles expérimentaux
	14h	Chercheurs élevage et pisciculture	DRZV	Examen des protocoles expérimentaux
26-oct	8h30	Chercheurs foresterie	DRFP	Examen des protocoles expérimentaux
	14h	Chercheurs socio- économie	Direction générale	Examen des protocoles expérimentaux
27-oct	8h30	Chercheurs laboratoire	Direction générale	Examen des protocoles expérimentaux
	14h	Zoeliarisoa Rakotovao, Hery Rakotondraoelina	Direction générale	Appui en analyse des données
28-oct	06h		Antananarivo	Départ vers Antsirabe
	07h	~Chercheurs CRR Antsirabe	Antsirabe	Examen des protocoles expérimentaux
	15h 22h		Antsirabe Fianarantsoa	Départ vers Fianarantsoa Arrivée
29-oct	09h	Chercheurs CRR Fianarantsoa	Fianarantsoa	Présentation des protocoles expérimentaux
	11h	Chercheurs CRR Fianarantsoa	Fianarantsoa	Visite de sites expérimentaux
	15h	~Chercheurs CRR Fianarantsoa	Fianarantsoa	Visite de sites expérimentaux
30-oct	08h		Fianarantsoa	Départ vers Antsirabe
31-oct	08h		Antsirabe	Départ vers Antananarivo
01-nov			Antananarivo	
02-nov	08h30		Direction générale	Revue protocoles expérimentaux
	06h	Yvonne Rabenantoandro, Célestin Randrianarivonizandriny	Direction scientifique	Bilan provisoire de la mission

<b>Date</b>	<b>Heure</b>	<b>Personnes rencontrées</b>	<b>Lieu</b>	<b>Activité / sujet de l'entretien</b>
<b>3-nov</b>	8h30		Direction générale	Revue protocoles expérimentaux
	11h	Chercheurs CRR Tamatave	Direction générale	Examen des protocoles expérimentaux
	14h	Tous les chercheurs	Direction générale	Réunion de synthèse : conclusions de la mission, principales recommandations, discussions
	16h	François Rasolo, Yvonne Rabenantoandro, Michel Partiot	Direction générale	Présentation des conclusions de la mission
	18h	Yvonne Rabenantoandro, Michel Partiot, M. Ronnot	Ambassade de France	Présentation des conclusions de la mission
	20h	Michel Partiot, M. et Mme Jean-Louis Messenger	Antananarivo	Cocktail de départ
<b>4-nov</b>	0h		Antananarivo	Départ vers Dakar

## **Annexe 3 : Liste des personnes rencontrées**

### **Direction du FOFIFA**

François Rasolo, Directeur Général

Yvonnie Rabenantoandro, Directeur Scientifique

Michel Partiot, ATD CIRAD (suivi-évaluation de la recherche)

Célestin Randrianarivonizandriny, responsable de l'unité de biométrie, informatique et internet

Holy Ratompoalimanana, informaticiens à l'unité de biométrie, informatique et internet

### **Partenaires du FOFIFA**

Jean-Louis Messenger, Délégué CIRAD à Madagascar

Laurent Bonnot, Responsable Développement Rural, Service de Coopération et d'Action Culturelle, Ambassade de France

### **chercheurs du FOFIFA :**

HanitraAndriamampandry	Zafimahery Rakotoarimanana
Nicolas Andriamampianina	Charles Rakotoarinivo
Herimihamina Andriamazaoro	Charles Rakotoarinivo
Alain Andrianaivo	Georges Rakotomalala
Bruno Andrianaivo	Onésiphore Rakotomalala
HanitraAndrianoelisoa	Vohangisoa Rakotomalala
Dodelys Andriantsimialona	Hery Rakotorrdraoelina
Kalo Judor	Martin Fidèle Rakotondrasata
Fleuren Nany	Christine Rakotonirina
Jhonson Narivony	Lala Rakotoson
Aimée Rabakoarihanta	Georges Rakotovao
Bodov ololona Rabary	Zoeliarisoa Rakotovao
Mamy Rabehanitriniony	David Rakotovoalavo
Alfred Rabemiafara	Mariette Ralambomanana
Raymond Rabeson	Norbertin Ralambomanana
Raymond Rabevohitra	Modestine Raliniaina
Njaka Rahalivavololona	Eliane Zoé Ralison
Minasoa Raharimanana	Danièle Ramiaramanana
Jocely n Rajaonarison	Richard Randriamanantsoa

Léa Randriambolanoro  
Romule Randrianaivo  
Joseph Randrianampy  
Albert Kandrianasolo  
Honoré Randrianjafy  
Jemisa Rarojoson  
Jhon Rasambainarivo  
Félice Rasambomanana  
Alain Rasamindisa  
Voahangy Rasoazanak olona  
Justin Ratsimandresy  
Julie Ravaomanana  
Jeanine Ravatomanga  
fianta Razafindraibe  
Rolland Razafindraibe  
Norbert Razafindrianilana  
fala Razafinjara  
Hortense Razanajatovo  
Second Velombola

## Annexe 4 : Canevas de protocole expérimental

Centre de Recherche

Date de rédaction

Domaine de recherche

Chercheur responsable

Titre de l'expérience

1. Justificatifs de l'expérience
  - cadre général de l'étude
  - état des connaissances actuelles sur le sujet
2. Objectifs expérimentaux
  - définition précise du but de l'expérience
  - formulation précise des questions posées
  - détermination de l'ordre de priorité des objectifs
3. Facteurs étudiés
  - définition des facteurs à étudier
  - définition des niveaux ou modalités de ces facteurs
4. Conditions expérimentales
  - site expérimental
  - précédent culturel
  - source éventuelle d'hétérogénéité.
5. Unités expérimentales
  - définition précise de l'unité expérimentale
  - détermination du nombre d'unités expérimentales
6. Mesures et observations
  - définition précise des mesures et observations à réaliser
7. Dispositif expérimental
  - choix du dispositif expérimental adéquat

8. Nombre de répétitions
  - indication de la précision souhaitée des résultats
  - détermination du nombre de répétitions en fonction de la précision souhaitée des résultats et de la variabilité du matériel expérimental à utiliser
9. Plan d'échantilonnage
  - détermination précise du plan d'échantillonnage lorsque, éventuellement, des mesures ou observations seront réalisées par échantillonnage
10. Méthode d'analyse statistique
  - définition de la ou des méthodes d'analyse statistique des données qui seront collectées
  - esquisse des tableaux de résultats attendus
11. Plan de l'essai
  - présentation du plan de l'essai tel qu'il sera mis en place
12. Planning de réalisation de l'expérience
  - calendrier de déroulement de l'expérience

## Annexe 5 : Canevas de protocole de sondage

Centre de Recherche

Date de rédaction

Domaine de recherche

Chercheur responsable

Titre de l'enquête

1. Justificatifs de l'enquête
  - cadre général de l'étude
  - état des connaissances actuelles sur le sujet
2. Objectifs de l'enquête
  - définition précise du but de l'enquête
  - formulation précise des questions posées
  - détermination de l'ordre de priorité des objectifs
3. Population étudiée
  - définition précise de la population à étudier, du domaine de l'enquête
4. Unité de sondage et unité d'observation
  - définition précise de l'unité de sondage
  - éventuellement, définition précise de l'unité d'observation
5. Mesures et observations
  - définition précise des variables à mesurer
6. Méthode de sondage
  - choix adéquat de la méthode de sondage
7. Taille de l'échantillon
  - indication de la précision souhaitée des résultats
  - détermination de la taille de l'échantillon en fonction de la précision souhaitée des résultats et de la distribution de la variable à étudier

## **Annexe 6 : Documentation de base en biométrie**

Bureau d'études statistiques de l'ITCF, L'élaboration d'un protocole d'enquête : Proposition d'un plan type détaillé et quelques commentaires.

Bureau d'études statistiques de l'ITCF. L'élaboration d'un protocole d'essai : Proposition d'un plan type et quelques commentaires, 1975.

Philippeau G., Théorie des plans d'expérience : Application à l'agronomie, Service des études statistiques de l'ITCF, 1989.

Gouet J.P., Les comparaisons de moyennes et de variances : Application à l'agronomie, Bureau d'études statistiques de l'ITCF, 1974.

Philippeau G., Puissance d'une expérience : Nombre de répétitions nécessaire pour comparer deux ou plusieurs traitements. Polycopié ITCF, 1979.

Gouet J.P., Philippeau G., Comment interpréter les résultats d'une analyse de variance, Service des études statistiques de l'ITCF, 1986.

Tomassone R., Dervin C., Comment interpréter les résultats d'une régression linéaire, Service des études statistiques de l'ITCF, 1987.

Tomassone R., Dervin C., Comment interpréter les résultats d'une régression non linéaire, Service des études statistiques de l'ITCF, 1987.

Philippeau G., Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales, Service des études statistiques de l'ITCF, 1986.

Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances, Service des études statistiques de l'ITCF.

Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle discriminante, Service des études statistiques de l'ITCF.

Tomassone R., Dervin C., Masson, J.P., Biométrie : Modélisation de phénomènes biologiques, Masson, 1993.

Bergonzini J.C., Duby C., Analyse et planification des expériences : Les dispositifs en blocs, Masson, 1995.

- Ardilly P., Les techniques de sondage, Editions Tehnip, 1994

Cochran W., Cox G., Experimental Designs, Wiley, 1957.

8 Méthode d'analyse statistique

- définition de la ou des méthodes d'analyse statistique des données qui seront collectées
- esquisse des tableaux de résultats attendus

9. Questionnaire

- formulation précise des questions
- présentation du questionnaire rédigé
- précision sur l'éventualité d'un test du questionnaire avant la réalisation effective de l'enquête

10. Planning de réalisation de l'enquête

- détermination du calendrier de déroulement de l'enquête