

CIRAD-CA
Programme APAFP

N° 39



**Situation actuelle de la culture du manioc
dans le Sud-Ouest malgache
perspectives d'amélioration**

Jacques ARRIVETS

Mai 1996

CIRAD-CA

Programme APAFP

N° 39

**Situation actuelle de la culture du manioc
dans le Sud-Ouest malgache
perspectives d'amélioration**

Jacques ARRIVETS

Mal 1996

Projet Sud Ouest

32.000 km²

320.000 hbts

8.800 km²

36.000 hbts

4 hbts/km²

7.100 km²

90.400 hbts

12.7 hbts/km²

Morombe 1

Morombe 2

Ankazoabo

Sakaraha

Tuléar

7.300 km²

142.000 hbts

19.4 hbts/km²

8.100 km²

53.700 hbts

6.6 hbts/km²

Chapitre I

Présentation : objet et limites de l'étude

1.1. Objectifs de l'étude

En raison de l'importance de la culture du manioc dans l'aire du projet, le PSO a demandé au CIRAD d'envoyer un chercheur spécialisé pour faire le point sur la situation de la recherche/manioc et ses possibilités d'aider le développement de la culture (voir les TR en annexe 1).

Le présent document peut être considéré comme le compte rendu de la mission correspondante effective fin 1995 (7 au 14.12.1995). C'est un "rapport d'étape" il sera revu et complété après une seconde mission, initialement prévue en mars, qui aura lieu fin juin 1996⁽¹⁾.

Il n'a guère été possible lors de la première mission de faire assez de tournées sur le terrain (2 jours au total). Le travail a donc été essentiellement bibliographique :

- étude de la documentation disponible au siège du projet à Tulôar : documents préparatoires du PSO, études régionales diverses, publications de la recherche (IRAM, puis FOFIFA...),
- examen des résultats de l'étude sur les itinéraires techniques (ITK) de la culture du manioc réalisée par Daniel Andriampanana appuyé par D. Rollin. Les données de cette étude n'étaient à l'époque que très incomplètement traitées et/ou interprétées. La tâche immédiatement la plus utile de la mission fut d'orienter le responsable de l'étude ITK pour une meilleure exploitation de ces résultats.

Le travail bibliographique a été complété à Montpellier par une revue exhaustive des publications récentes sur la culture du manioc en zones sèches, et les résultats obtenus par la recherche dans ce milieu.

La prochaine mission sera d'abord consacrée à des tournées dans les zones de production pour vérifier les idées que l'on a pu se faire d'après la documentation et le vérifier (couloir d'Antseva et région d'Ankazoabo non visitées en décembre 1995).

1.2. Cadre

Le PSO, d'une durée de trois ans, a commencé en 1994, il est opérationnel depuis fin 1994.

Il couvre quatre sous-préfectures (Fivondronana) de la province (Faritana) de Tulôar (voir carte 1).

1. Sur financement CIRAD, pour l'essentiel.

Les principales cultures vivrières pluviales y sont, outre le manioc, le maïs et l'arachide (souvent associées, pour le maïs surtout avec le manioc) et le pois du Cap. La riziculture, en bas-fond ou en périmètres aménagés, y est très développée dans certaines zones.

La principale culture de rente est encore le coton, mais elle est en régression, sujette à divers problèmes, depuis quelques années, pour être parfois remplacée, comme source de revenu monétaire, par le manioc justement.

Enfin, l'élevage y est une vieille tradition qui garde une très grande importance.

La culture du manioc est déjà ancienne dans le Sud malgache, avec un rôle crucial pour la sécurité alimentaire des populations, ainsi qu'une tradition d'exportation de cossettes vers l'Europe, via le port de Tuléar ; la durée de la saison sèche est un facteur très favorable au séchage à moindre coût.

La détérioration de la pluviosité (assèchement du climat ? Plus grande irrégularité ?) et de la fertilité (raccourcissement ou même disparition des jachères, érosion hydrique grave) augmentent les avantages comparatifs du manioc, plante rustique s'accommodant moins mal que les autres cultures des conditions difficiles, et son intérêt antirisques pour les exploitations.

Par ailleurs le développement de nouvelles opportunités sur le marché européen (de cossettes) s'est traduit par l'installation à Tuléar de deux opérateurs : Gamma Cassava et SOPAGRI dont les achats ont fait monter les prix à la production.

La convergence de ces facteurs favorables aurait entraîné d'après certains observateurs, une augmentation des surfaces qui n'apparaît pas clairement sur les statistiques de l'administration (voir annexe 2) statistiques qui semblent d'ailleurs parfois contradictoires (CIRPA/Ministère). De l'avis général, l'extension, supposée, des surfaces ne s'est pas accompagnée d'une intensification de la culture, donc d'une augmentation des rendements ; ceux-ci, oscillant en moyenne entre 4 et 6 t/ha selon les statistiques (annexe 2), seraient même en baisse à cause :

- d'une recrudescence de la mosaïque, omniprésente dans la région, et à laquelle les variétés locales seraient sensibles ;
- la dégradation de l'environnement (pluviosité et fertilité des sols).

Le PSO a décidé de suivre une double démarche (RANDRIAMANPITRA et ROLLIN, 1995) :

- par systèmes de culture/systèmes de production, considérant les exploitations dans leur ensemble, et non chaque culture isolément ;
- par filières, examinant pour chaque produit toute la chaîne des opérations : depuis l'approvisionnement en intrants des producteurs jusqu'à la demande des consommateurs... sur les principales cultures dont le maïs... et le manioc.

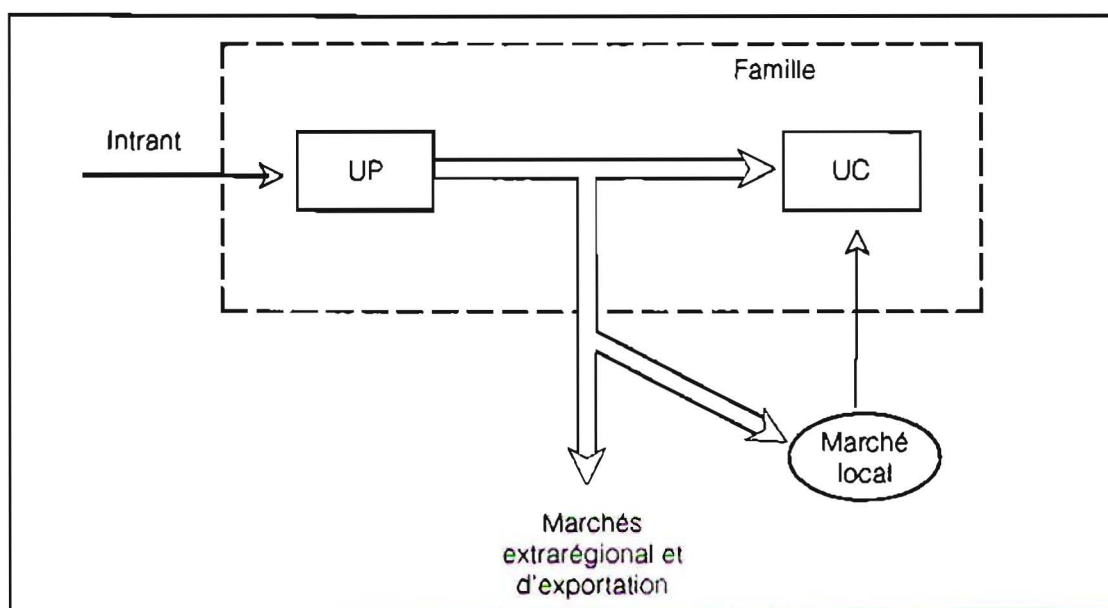
Ces deux approches se recoupent au niveau du "segment production" de la filière, c'est-à-dire à celui des enquêtes sur les exploitations, de l'analyse des contraintes imposées par le système d'exploitation sur le système de culture du manioc, et des études et/ou expérimentation sur les possibilités d'améliorer cette production.

1.3. Limites

Cette partie commune aux deux approches correspond justement au sujet qui doit être traité ici ; les limites n'en sont d'ailleurs pas très précises car s'il serait vain d'étudier le système de culture du manioc isolément du système de production qui l'inclue, il paraît

aussi difficile, étant donnée la très grande importance de l'autoconsommation du manioc dans la majorité des exploitations, de dissocier dans la famille paysanne les activités de l'unité de production (UP manioc) de l'unité de consommation (UC manioc) comme il est recommandé dans le cas des cultures vivrières (P. Fabre, 1994) ; il semble logique de prendre comme "segment" d'étude l'ensemble de la sous-filière production-autoconsommation qui peut s'identifier à la première des trois sous-filières distinguées par le PSO : marché local, marché extrarégional, marché d'exportation.

La figure 1, ci-dessous, illustre la situation.



Dans le domaine de la recherche/manioc le PSO collabore avec :

- le SPPV (Service Provincial de la Protection des Végétaux) pour les enquêtes et diagnostics sur l'importance des maladies et parasites de la culture ;
- la délégation régionale du FOFIFA, récemment créée à Tuléar, et plus particulièrement Madame M. RANDRIANARISOA, phytopathologiste responsable régionale des recherches sur le manioc (en priorité la sélection variétale).

Le PSO a entrepris (ou projeté) en 1995 :

- une enquête sur les problèmes phytosanitaires sous-traités au SPPV ;
- la multiplication rapide des trois variétés résistantes à la Mosaïque, recommandées par le FOFIFA sur la base des essais conduits jadis dans la région ;
- un suivi de l'évolution des prix et des exportations ;
- l'enquête régionale sur la variabilité des itinéraires techniques (ITK) dont il a déjà été question plus haut.

Encadré 1 Cosca : COLlaborative Study of Cassava in Africa (d'après NWEKE, 1996 a)

L'absence d'informations indiscutables et précises sur la culture du manioc, trop longtemps négligée - sinon méprisées, est assez générale. Elles sont pourtant nécessaires pour orienter les recherches et permettre au potentiel de cette culture de vraiment s'exprimer ; c'est pourquoi une ambitieuse étude a été lancée en Afrique en 1988 : COSCA.

Les enquêtes sont déjà terminées sur six pays⁽¹⁾, les résultats, bien qu'encore partiellement exploités, fournissent des informations précises et intéressantes. La méthodologie suivie (NWEKE, 1988, 1994 a et b, 1995 ; CARTER et JONES, 1989 ; NWEKE, LYNAM et PRUDENCIO, 1989, voir bibliographie spécifique) est un exemple utile pour le PSO.

L'échantillonnage, étape essentielle d'une enquête, basé sur trois facteurs jugés comme les plus déterminants : le climat, la densité de population et les accès au marché (état des routes, acheteurs...).

Pour le climat, l'ensemble de l'aire PSO entre dans la même catégorie non humide des quatre qu'a retenue COSCA.

Zone climatique	Température °C		Nombre de mois sec
	Moyenne journalière	Variations	
Humide de plaine	22	10	< 4
Humide d'altitude	< 22	< 10	< 4
Subhumide	> 22	> 10	4-6
Non humide	> 22	> 10	4-9

L'enquête comprend trois phases :

- une phase initiale visant à obtenir une première caractérisation de l'environnement (physique et socio-économique), de la production, la transformation, la commercialisation et la consommation. A ce stade une technique d'enquête rapide a été utilisée pour rassembler l'information au niveau des villages (Interview de groupes avec des questionnaires qualitatifs) ;
- la suivante est destinée à préciser les conditions et techniques de production, telle que : rendements, surfaces plantées, utilisation (autoconsommation, transformation des racines fraîches), intrants et produits, itinéraires techniques ; l'enquête à ce stade est conduite au niveau du champ, avec mesure des surfaces, estimations des rendements sur des placeaux de 40 m² récoltés à 9 mois ;
- la troisième phase consiste en l'étude détaillée de la partie post-récolte de la filière :
 - transformation (caractérisation des techniques, évaluation de la qualité : nutrition, toxicité, qualité organoleptique).
 - commercialisation,
 - consommation/demande.

Cette dernière phase est réalisée par enquête au niveau des ménages avec des questionnaires structurés faisant la part des hommes et des femmes dans les différentes opérations.

1. Côte-d'Ivoire, Ghana, Nigeria, Tanzanie, Ouganda et Zaïre ; elle est en cours pour quatre autres : Burundi, Kenya, Malawi et Zambie.

1.4. Plan du rapport

On traitera successivement dans les chapitres suivants :

- dans le deuxième chapitre de la culture du manioc dans le Sud-Ouest malgache en s'inspirant de la démarche adoptée par COSCA (voir encadré ci-contre) :
 - les contraintes physiques (climat et sol), "pestes" (maladies et parasites), systèmes de production,
- dans le troisième chapitre des acquis de la recherche sur manioc tant à Madagascar qu'à l'extérieur (IITA et CIAT principalement) en s'attachant plus particulièrement aux questions explicitement mentionnées dans les termes de référence de la mission de décembre 1995 .
 - maladies et parasites, variétés, multiplication rapide, fertilisation, autres techniques culturales,
- dans le quatrième chapitre des conclusions et recommandations qui peuvent en être tirées pour le développement de la culture du manioc dans le cadre du PSO.

Au préalable un dernier paragraphe de ce premier chapitre, on donnera quelques chiffres situant l'importance plutôt moyenne relative de la production et des exportations de manioc dans le Sud-Ouest malgache.

1.5. Statistiques sur la culture du manioc dans la zone PSO d'importance relative

Le tableau 1 donne une idée, bien que les statistiques soient un peu anciennes, de l'importance de Madagascar dans la production mondiale (SARMA et KUNCHAI, 1991).

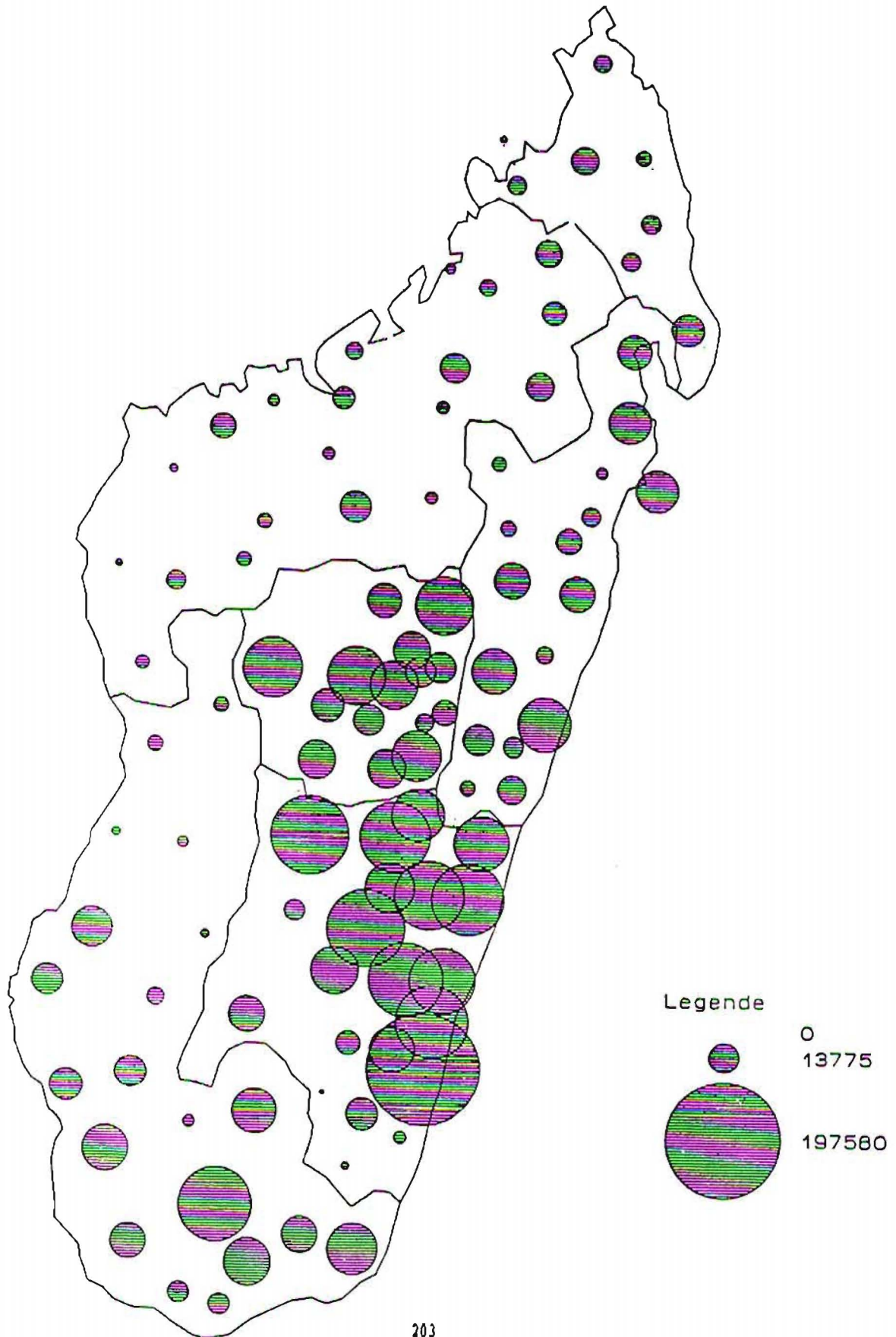
Tableau 1 : PAYS dont la PRODUCTION MOYENNE de MANIOC est de 500 000 TONNES de RACINES FRAICHES, 1983-1985

Country	Average Production (million metric tons)	Country	Average Production (million metric tons)
Angola	1.95	Madagascar	2.00
Brazil	22.14	Mozambique	3.18
Benin	0.66	Nigeria	11.75
Cameroon	0.64	Paraguay	2.64
Central African Republic	0.90	Philippines	1.35
China	3.80	Sri Lanka	0.60
Colombia	1.44	Tanzania	5.50
Congo	0.60	Thailand	19.41
Côte d'Ivoire	1.31	Uganda	3.30
India	5.60	Vietnam	2.87
Indonesia	13.44	Zaire	15.05
Kenya	0.51	Total*	130.27

Source: Food and Agriculture Organization of the United Nations. "Production Yearbook Tape, 1986," FAO, Rome, 1988.

*Total includes other developing countries.

Carte 2. Production de manioc (tonnes), 1989.



On y voit que Madagascar ne fait pas partie du groupe des six très gros producteurs (plus de 10 millions de tonnes de racines fraîches), mais du peloton d'une dizaine de pays avec une production comprise entre 2 et 5 millions de tonnes. Les projections pour l'an 2000 calculées par l'IFPRI, bien que prévoyant un taux d'augmentation annuel de 3,35 % par an, n'en feront toujours qu'un producteur moyen (Sarma et Kunchai, 1991) - voir annexe 3.

Comme le montre la carte 2, ci-contre, la région de Tuléar n'est, elle-même, pas une des grandes productrices de manioc de Madagascar, mais comme c'est la seule région à exporter encore du manioc, sous forme de cossettes, on lui octroie une place particulière.

Finalement, la production des quatre Fivondronana du PSO, voir annexe 2 ne concerne que moins de 1/5 des surfaces cultivées en manioc dans la province.

Le tableau 2 rassemble les principales caractéristiques des mêmes Fivondronana en prenant pour le manioc la moyenne des statistiques de 3 ans : 1990, 1991 et 1992⁽¹⁾.

Tableau 2. Principales caractéristiques des Fivondronana/manioc.

Total PSO	Fivondronana	Tuléar	Ankazoabo	Morombé	Sakaraba
32 000	Surface totale (km ²)	7 300	8 800	7 100	8 100
320 000	Population	142 000	36 000	90 400	53 700
10,0	Densité	19,4*	4,0	12,7	6,6
10 320	Surface manioc (ha)	4 170	840	2 620	2 690
58 800	Production manioc (t)	16 600	4 900	15 800	15 500
5,1	Rendement	4,0	5,1	6,1	5,8
165	kg manioc vert/hab.	117	135	175	287

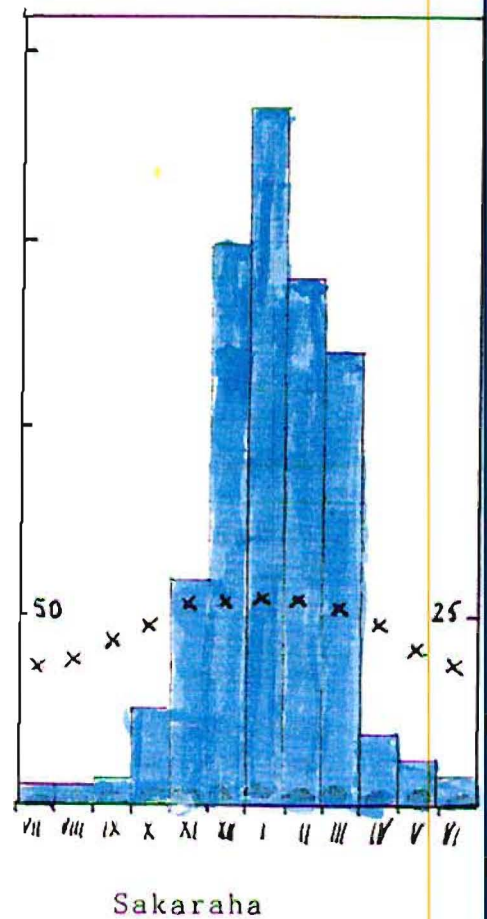
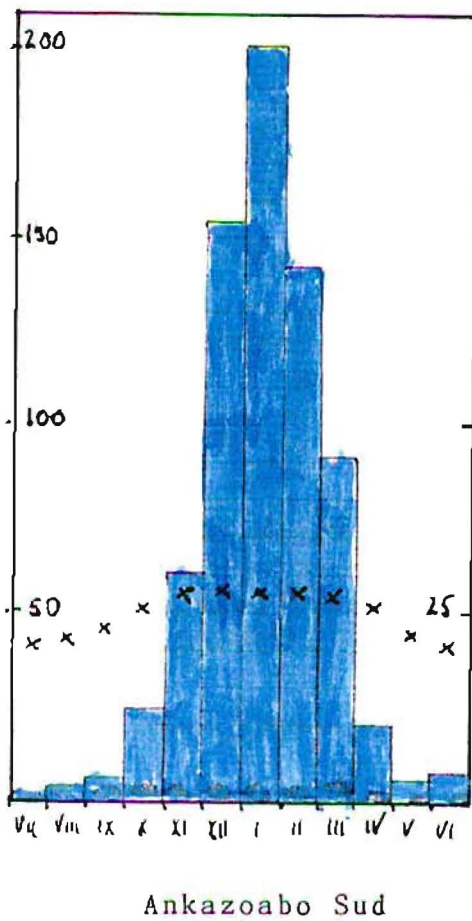
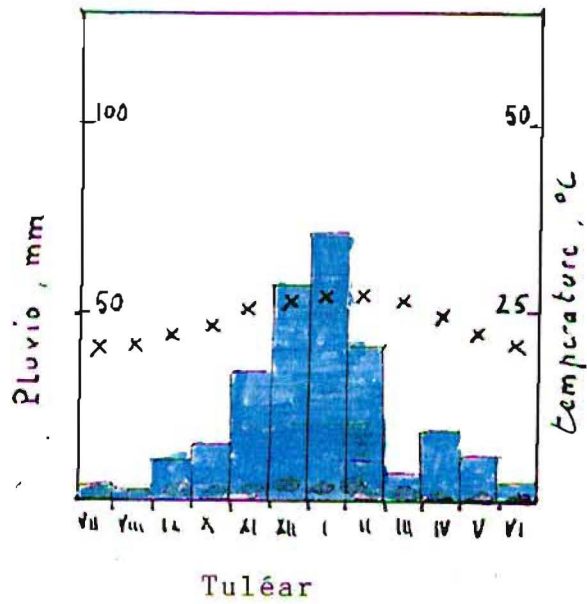
* Avec ville de Tuléar.

Les données relatives au Fivondronana de Tuléar incluent la population, non agricole, de la ville, ce qui fait très fortement baisser les moyennes de manioc disponible par habitant ; comme ce Fivondronana approvisionne en fait la ville en manioc vert, le chiffre moyen de 117 kg de manioc vert par habitant correspond dans une certaine mesure à une réalité.

Si ces chiffres représentent bien la situation réelle, la marge en manioc disponible pour l'exportation en cossettes paraît assez faible.

1. D'autres sources (CIRPA) donnent leurs statistiques de façon plus pertinente pour les années agricoles 1990-91 et non calendaires.

Figure 2 : Diagrammes ombrothermiques
des principales stations situées
dans l'aire du P.S.O.



Chapitre II

Culture du manioc

dans le Sud-Ouest malgache

2.1. Environnement physique et systèmes de production

2.1.1. Climat

Les quatre tableaux de l'annexe 4 extraits de la banque de donnée agroclimatique de Madagascar (OLDEMAN, 1990) rassemblent les principales informations disponibles sur le climat de la zone PSO. Elles ne sont complètes que sur les deux villes munies d'un aéroport d'une certaine importance Tuléar et Morombé. Ce sont les seules où l'on dispose d'une estimation de l'ETP (par la formule de Penman) et où l'on puisse faire des calculs de bilan hydrique dans les règles. A défaut d'ETP on peut se rabattre sur les températures et utiliser la formule empirique de De MARTONNE (1926) selon laquelle une période est sèche quand la pluviométrie exprimée en millimètre est inférieure à deux fois la température moyenne exprimée en degré Celsius. Il a été montré que cette valeur empirique correspond plutôt bien à celle de l'évaporation d'un sol nu et à 0,35 ETP Penman ; ces deux dernières valeurs se sont révélées empiriquement équivalentes dans une très large gamme de sols et de climats (HOUEROU *et al.*, 1993). En bref, on considère que l'eau absorbée par le sol en excédent de l'évaporation à sa surface ($\neq 0,35$ PET) est disponible pour les plantes et que ce seuil correspond donc à la limite entre période sèche et humide (HOUEROU et POPOV, 1981).

On admettra ici que :

$$2 t \text{ (en degré Celsius)} \neq 0,35 \text{ ETP (mm)}$$

pour estimer l'ETP dans les stations intérieures où l'agriculture pluviale est de règle.

Les diagrammes ombrothermiques correspondant à Tuléar, Ankazoho et Sakaraha sont reportés dans la figure 2.

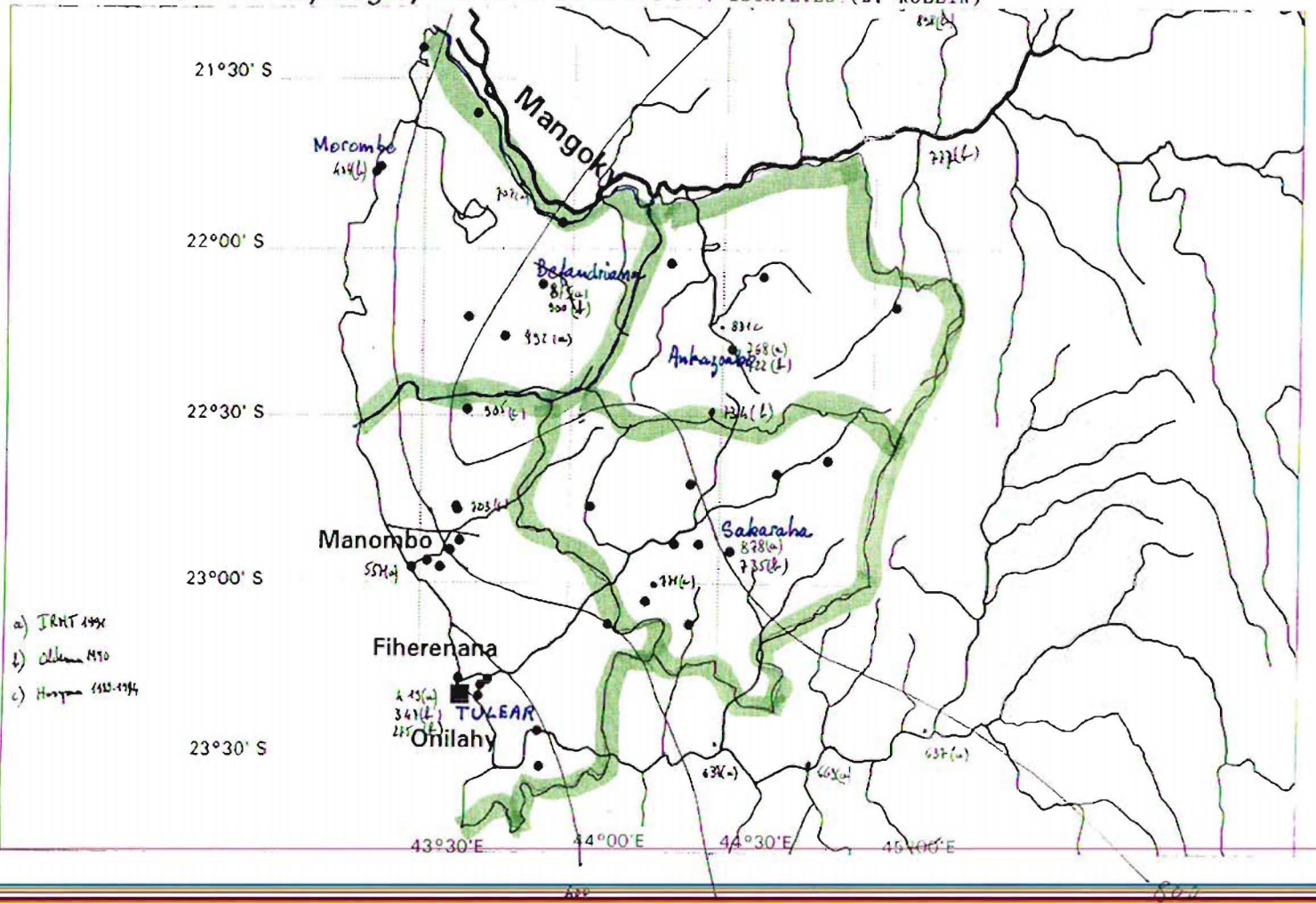
A Tuléar il n'y a en moyenne que deux mois calendaires humides⁽¹⁾, à Sakaraha et Ankazoho, dont les diagrammes ombrothermiques son extrêmement semblables, on a 4 à 5 mois humides.

Bien que l'on observe quelques variations entre sites quant au régime des températures, les différences sont négligeables par rapport à celle de la pluviosité. C'est le régime des pluies seul qui en pratique différencie les climats de la région. Les cartes d'isohyètes dessinées à partir des (nombreux) postes pluviométriques existants un gradient de pluviosité de la côte (sèche) vers l'intérieur (plus humide) dans un axe sud-ouest-nord-est. La carte 3 au verso, établie par D. ROLLIN est la plus récente disponible. La pluviosité est le principal facteur du zonage de cette région.

Les moyennes de pluviométrie calculées sur 30 ans masquent une très grande variabilité de la pluviosité d'une année à l'autre tant de la hauteur totale dans l'année

1. Ce genre de bilan doit se faire sur des décades.

Carte 5: Hydrographie de la zone PSU + ISOHYETES (D. ROLLIN)



- a) IRNT 1994
- b) Ollivier 1970
- c) Heryny 1912-1914

(agricole) que de la répartition. La répartition des pluies à moins d'importance pour le manioc que pour les autres cultures. Il serait intéressant de faire une étude chronologique de la pluviométrie, de la production de l'année et des surfaces plantées l'année suivante. Une année extrêmement sèche peut avoir des conséquences catastrophiques si elle entraîne la mort des plants donc la disparition du matériel de plantation pour l'année suivante. La succession de quelques années très sèches dans la dernière décennie est la cause la plus probable du manque de "bois de boutures" dont se plaignent actuellement les paysans de la région.

Dans un climat sec les eaux de surface (cours d'eau) et les eaux souterraines accessibles (nappes phréatiques à faible profondeur) ont une importance capitale. La carte de densité de peuplement coïncide remarquablement avec celle des eaux de surfaces et souterraines (D. ROLLIN).

2.1.2. Sols

Une présentation pertinente de la question : géologie, géomorphologie, pédologie... qui puisse dépasser le niveau des généralités, mais pourrait être utile à la compréhension du sujet (le manioc dans le sud-ouest), sort du cadre de cette étude.

Ce n'est pas un facteur qui paraisse pouvoir affiner sensiblement le zonage agricole de la région. L'ensemble de la région est couvert de sols sableux, dont les fameux "sable roux" dans les zones où les cultures pluviales sont à leur place ; la présence d'autres types de sols : alluvions, vertisols... correspond en général à des conditions hydromorphiques : par la topographie et la présence plus ou moins durable d'eau (à l'heure actuelle où quand ces sols se sont formés), donc a la même géographie que celle des cours d'eau et nappes souterraines

Les sables roux ont peu de réserves en matière organique et en éléments minéraux, surtout en phosphore. Ils s'épuisent inéluctablement assez vite quand ils sont cultivés de façon continue comme cela tend à être le cas avec l'augmentation de la pression démographique dans les zones favorables (eau accessible toute l'année). La pression sur la terre résultant de l'augmentation de la population fait raccourcir les temps de jachère, s'il ne la supprime pas. Or c'est le seul moyen traditionnel d'entretien (régénération de la fertilité).

Les sables roux sont fragiles vis-à-vis de l'érosion, et d'autant plus qu'ils ont moins de matière organique suite aux cultures. La gravité de l'érosion, dont ils sont l'objet, se traduit par la charge des cours d'eau en éléments fins et leur dépôt dans les lagunes (dont l'équilibre est menacé).

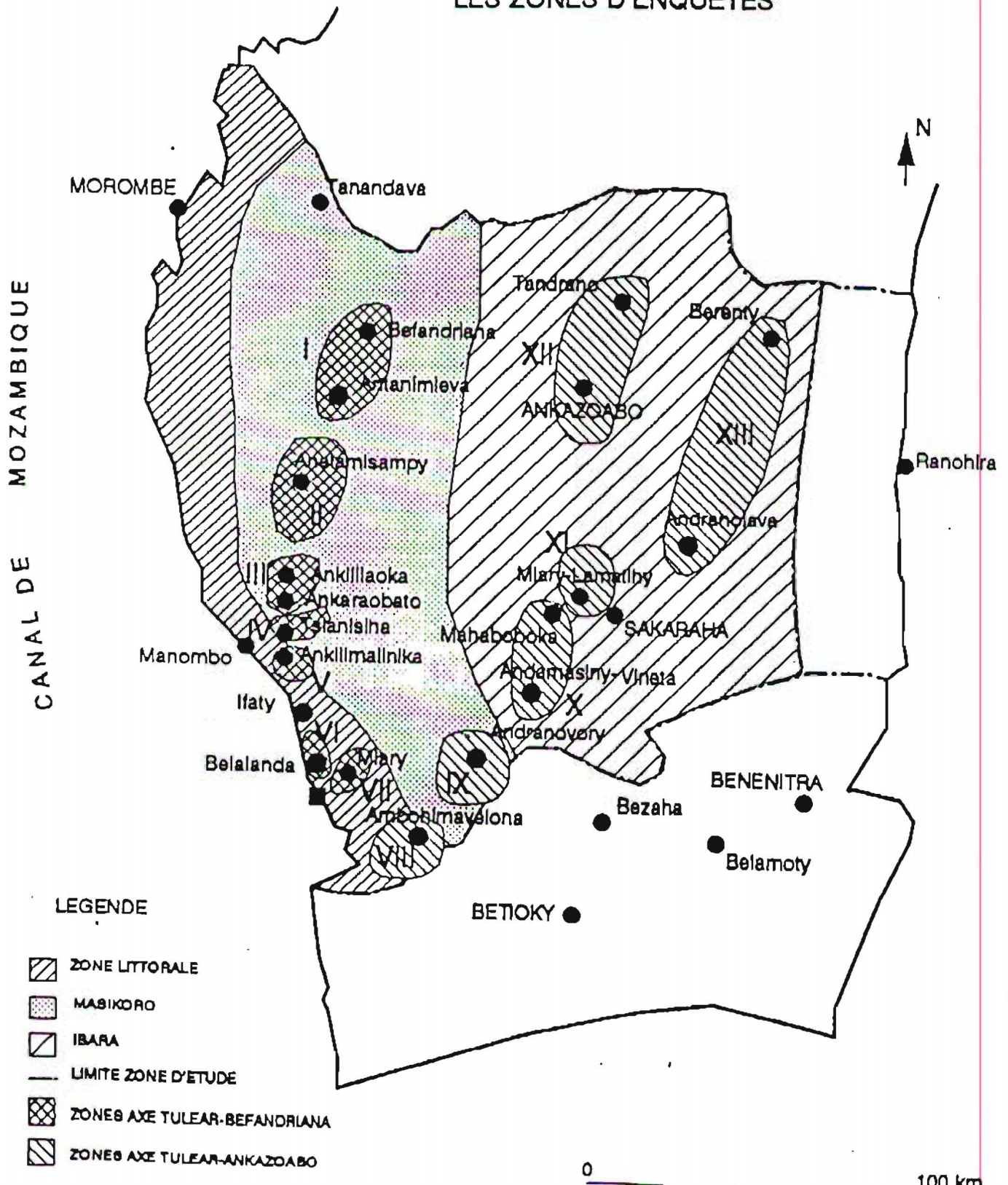
Les essais de fertilisation sur les cultures vivrières, arachide et le maïs (plante qui est un remarquable indicateur de fertilité et des déficiences d'un sol), ont montré que les sables roux répondaient d'abord au phosphore, à des doses d'ailleurs modérées (20 à 40 kg P_2O_5 /ha/an) et bien entendu à l'azote quand il ne s'agissait pas d'une culture de légumineuse (JENNY, 1975 ; GUI, 1978).

Anticipant sur la suite, on peut déjà dire que le zonage agricole du PSO, plus opérationnel qu'académique, n'est pas directement basé sur l'environnement physique (climat et sols) mais sur l'existence de poches de populations (liées à la présence de nappes phréatiques) : comme des oasis dans un désert, voir carte 4.

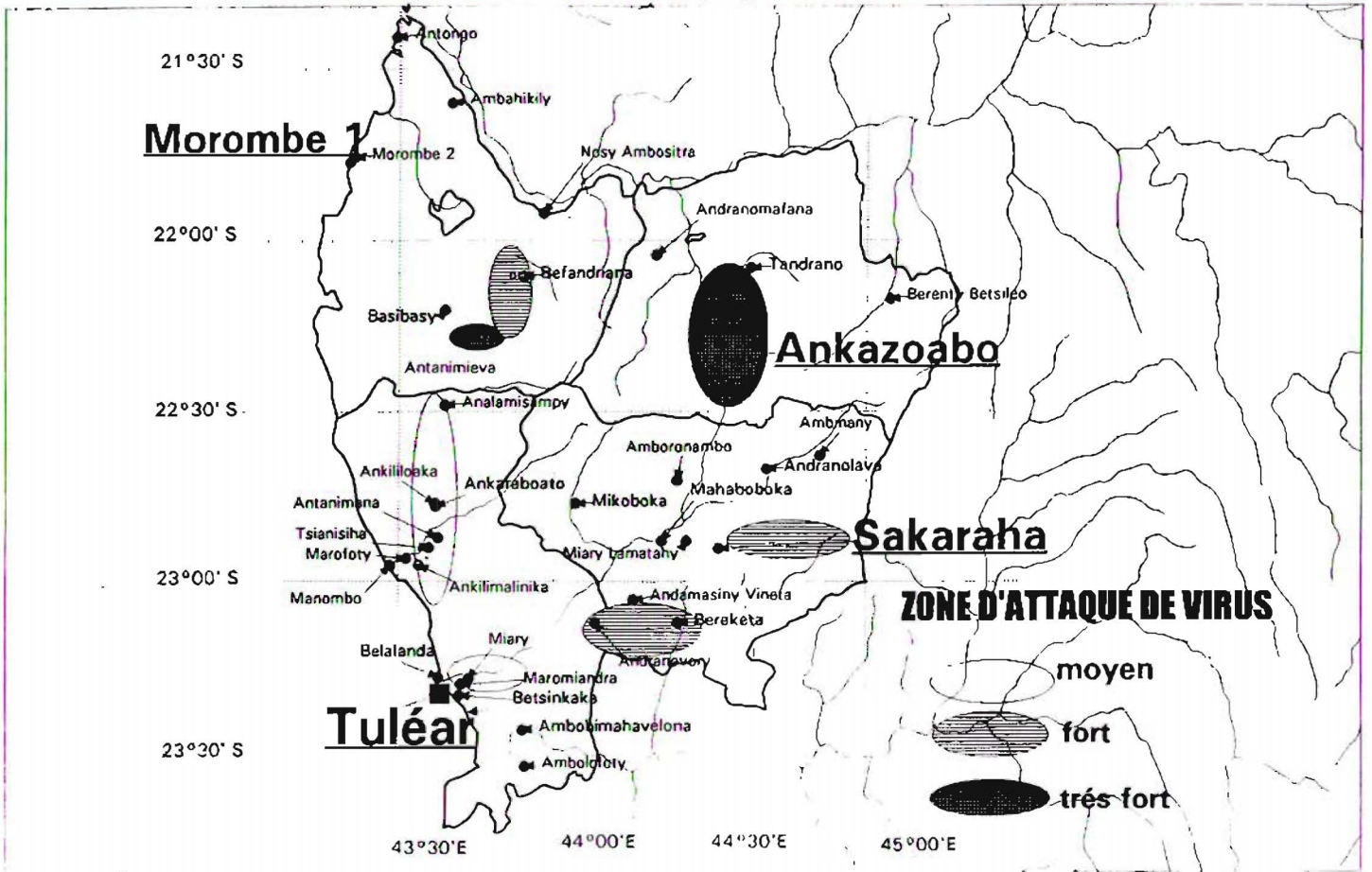
Carte 4.

1er zonage de l'aire PSO Etude FOFIFA 1990-91

LES ZONES D'ENQUETES



Carte 5. Gravité du problème de la mosaïque (enquête ITK)



Zone	Ethnies ⁽¹⁾		Taille ménage	Surfaces totales (ares)				Surfaces cultivées (ares)					Boeuf de trait	Recette (10 ³ FMG)		
	1	2		Tanety	BF	Baiboho	Total	Total	Riz	Maïs	Manioc	Coton		Agriculture	Elevage	Totale
1. Befandriana	83 M	-	5,3	361	15	121	497	343	12	134	139	58	1,3	931	117	1 389
2. Analanisampy	70 M	15 B	5,9	93	68	109	269	246	59	76	99	34	1,73	707	73	1 100
3. Ankililoaka	79 M	-	6,5	82	85	285	451	255	0	136	119	29	1,4	291	213	1 034
4. Tsianisiha	96 A	-	6,3	41	8	189	167	134	0	57	32	7	1,29	124	271	877
5. Ankilimalinika	80 M	-	8,7	0	18	178	196	239	0	51	41	174	1,77	705	96	1 528
6-7																
8. Amkolotlo	37 M	30M'	7,5	14	67	62	143	160	77	18	18	0	1,23	390	52	796
9. Andranovory	38 M'	34 M	5,6	516	0	240	756	687	3	476	196	43	0,97	398	101	1 050
10. Mahaboboka	35 B	24 T ⁽²⁾	5,6	168	44	169	381	341	31	45	49	185	0,71	1 634	126	1 880
11. Miavy Lamathy	62 B	31B'	4,1	36	36	76	148	204	86	47	73	0	1,25	338	178	571
12. Ankazoabo	57 B	16 M ⁽³⁾	5,6	49	127	139	315	248	75	32	65	46	1,63	728	215	1 073
13. Berenty Betsiko	40 B	33 B'	6,2	37	89	88	215	195	93	16	60	0	1,16	359	49	735

1. Principales ethnies voir tableau..... en pourcentage du total quand plus de 10 %. 2. Et 18 M'. 3. Et 14 T. *M : Masikoro ; M' : Mahafahy ; B : Bara ; *B' Betsiko

Tableau 3. Caractéristique moyenne des systèmes d'exploitations ; extrait de.....

2.1.3. Maladies et parasites du manioc

Les "pestes" dont souffrent les cultures peuvent être considérées comme un facteur inhérent au milieu, tant leur nature et leur virulence sont pour beaucoup d'entre elles liées au climat. Une très longue saison sèche, et une humidité de l'air faible tout au long de l'année sont en général défavorables aux maladies. Le PSO dispose sur place de spécialistes compétents au FOFIFA et au Service Provincial de la Protection des Végétaux (SPPV) pour l'éclairer sur la question. L'étude systématique des problèmes phytosanitaires du manioc a d'ailleurs été confiée au SPPV⁽¹⁾.

On considère que le principal problème du manioc dans le sud-ouest est encore et toujours la mosaïque. Une première approche de la gravité de la maladie a été faite d'après les impressions visuelles, en utilisant l'échelle de Cours, par Daniel ANDRIAMIPANANA lors de son enquête ITK, voir carte 5 page précédente.

2.1.4. Systèmes agraires et systèmes de production

Les enquêtes agro-socio-économiques conduites par le FOFIFA (RANDRIANAÏRO Désiré *et al.*, 1993, a et b)⁽²⁾ fournissent l'information de base (situation au départ) pour l'étude de faisabilité du projet (DAGNON et BEAUVAL, 1993).

On se reportera à ces deux documents pour tout ce qui concerne les populations, ethnies, systèmes agraires, systèmes de production... on en retient ici comme cadre le zonage retenu (carte 4). On y distingue trois "grandes zones" que l'on peut qualifier de géographico-ethniques, en bandes parallèles à la côte donc qui se superpose, très grossièrement au zonage pluviométrique .

- la bande côtière, à climat très sec, pratiquement impropre à l'agriculture pluviale ; la production agricole se concentre aux embouchures des cours d'eau, surtout le Fiherenana près d'Onilaby et (le Manombo) ;
- une bande moyenne, qui inclue tout le couloir d'Antseva, peuplée principalement de Masikoro ;
- une bande intérieure correspondant plus ou moins aux fivondronana de Sakaraha et d'Ankazoabo, beaucoup moins peuplée, avec une forte proportion d'éleveurs Bara.

A l'intérieur de ces trois bandes les poches de population agricole ou "petites zones" au nombre de 13 s'échelonnent le long de deux axes aboutissant à Tuléar :

- l'axe couloir d'Antseva et son chapelet de lacs ;
- l'axe RN9 suivant d'abord la RN9 plus ou moins parallèle à la vallée du Fiherenana, puis s'infléchissant, avec des routes beaucoup plus difficiles vers Ankazoabo.

On a repris ici les données de la première étude (récupérées par D. ROLLIN sur disquette) du seul point de vue de la culture du manioc. Les données pertinentes à cet égard sont rassemblées dans les deux tableaux 3 et 4.

1. Pour l'axe de l R9.

2. Voir en annexe 5 les quatre tableaux synthétisant l'information contenue dans ces documents, qui paraît la plus utile pour la question manioc.

Zone	Surface (ares)	Frais de culture (FMG)				Taille échan- tillon	Production		Vente			Achats		
		Intrants	Salaire	Location matériel	Autres		QR	OAC	Quantité (kg)	Prix	Recette	Quantité (kg)	Prix	Coût
1. Befandriana	139	2 538	9 272	21 650	3 389	69	2 076	816	1 147	122	245	160	154	44
2. Analamisampy	99	4 397	9 463	6 798	0	49	3 080	2 047	926	152	173	123	220	51
3. Ankililoaka	119	1 459	11 964	1 764	0	61	556	317	220	77	60	1 502	301	110
4. Tsianisifa	32	0	428	0	0	27	36	15	21	13	4	439	337	148
5. Ankilimalinika	41	1 768	3 048	426	683	42	223	126	88	35	17	402	437	191
6-7 Belalanda						28 + 41								
Miary														
8. Ambolatolo Ambohimahaivalona	18	833	833	167	0	30	162	90	623521314	343		139		
9. Andranovy	196	1 517	24 068	1 465	0	29	1 012	502	477	138	118	150	133	58
10. Mahabahoka Vineta	49	882	20 882	6 470	0	17	580	221	352	56	63	387	280	109
11. Miary Lamet	73	0	15 000	2 812	0	16	1 309	563	250	100	79	168	272	58
12. Ankazoabo	65	514	18 966	4 673	280	107	1 387	752	565	138	132	199	191	62
13. Berenty Betsileo	60	0	10 110	5 164	110	91	954	611	377	128	108	69	147	24

Tableau 4. Enquête FOFIFA 1991-92 données moyennes par zones relatives à la culture du manioc. Extrait de.....

Le premier fournit les caractéristiques générales des systèmes d'exploitation permettant d'y estimer la place relative du manioc.

Le second donne des précisions sur la culture du manioc elle-même.

Les chiffres rapportés ne sont que des moyennes⁽¹⁾ calculées sur un nombre d'exploitations variables sur chacune des 13 zones (allant de 16 pour la zone XI, à 10,7 pour la zone XII)

Ces moyennes peuvent masquer de très grandes variations. Mais ne connaissant pas le processus d'échantillonnage employé, ne méconnaissent pas les difficultés qu'ont rencontrées les enquêteurs (dans une période politiquement agitée), il n'est probablement pas utile de vouloir tirer⁽²⁾ beaucoup plus de l'étude FOFIFA que ce qui a été publié.

Il apparaît que les 13 unités sont bien différentes les unes des autres et qu'on ne voit sur quel critère on peut les regrouper si ce n'est celui des ethnies. On distingue alors :

- l'aire des Masikoro (à 80 % en moyenne) rassemble les cinq zones (1 à 5) du couloir d'Antseva, différant entre elles pour tous les autres critères y compris ceux concernant le manioc et sa place relative dans l'ensemble de l'exploitation ;
- l'aire du bas Fiherenana (zones 6 et 7), dont les données n'ont semble-t-il pas été récupérées sur disquette par le PSO ;
- l'aire où Masikoro et Mahafaly sont à peu près à égalité, zones 8 et 9 dans la partie sud du PSO, très différentes entre elles quant aux autres facteurs ;
- l'aire des Bara majoritaires mais avec d'autres ethnies fortement représentées, Betsileo surtout ; des 4 zones concernées (10 à 13) seules deux présentent des similitudes (numéro 11 : Miary Lamathy et numéro 13 : Berenty-Betsileo, les deux ayant une forte colonie Betsileo).

On note que dans toutes les zones les surfaces cultivées en manioc sont comparables à celles cultivées en maïs ; cela vient probablement qu'elles sont occupées par l'association maïs-manioc et sont comptabilisées deux fois – ce qui expliquerait que le total des surfaces données pour cultivées soit parfois supérieur aux surfaces disponibles⁽³⁾ et jamais très inférieures comme s'il n'y avait pratiquement plus de jachères.

Le tableau 5 montre également qu'il y a de très grandes disparités entre zones adjacentes ou voisines en ce qui concerne la culture de manioc, aussi bien pour l'importance des surfaces plantées que pour la production, les rendements rapportés étant extrêmement variables (avec parfois des chiffres surprenants). S'il existe quelques traits communs, ils le sont à toutes les zones (voir tableau 4) :

- faiblesse des dépenses pour les cultures en général et de l'emploi d'intrants en particulier :
 - la location de matériel est assez générale (sauf à Befandriana),
 - les dépenses les plus régulières concernent la main-d'œuvre,
- les rendements, paraissant extrêmement faibles⁽⁴⁾ :

1. Six cent dix-sept exploitations enquêtées au total sur les treize zones.

2. En remontant aux données de bases par exemple et les traitants en ACP.3. On peut faire la même remarque pour la culture du riz (avec possibilité de deux récoltes par an) et les surfaces disponibles en bas-fond.

4. Sous quelle forme sont données les productions : en vert ? En sec ?

Zone	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	13
Surface (ha)	1,40	1,0	1,2	0,3	0,4	0,2	2,0	0,5	0,75	0,65	0,6
Production (t)	2,08	3,8	0,6	0,04	0,2	0,16	1,0	0,6	1,3	1,4	0,9
Rendement (t/ha)	1,5	3,0	0,5	!	0,5	1,0	0,5	1,0	1,4	1,6	1,5

Tableau 5. Surfaces et productions de manioc par exploitation moyenne dans les différentes zones.

- la proportion de manioc vendue est presque toujours considérable 1/3 à 1/2, alors que très souvent on semble devoir en acheter des quantités importantes à un prix beaucoup plus élevé (différence peu ordinaire).

L'étude de cette question de la variabilité des prix entre zones et périodes de l'année semble une priorité.

2.2. Systèmes de culture du manioc dans le sud-ouest

2.2.1. Bibliographie

La plus ancienne référence consultée (POISSON, 1921) est peu explicite :

- deux variétés sont signalées Madarasy et Magaroa ; les racines sont récoltées entre 8 et 12 mois, les rendements sont apparemment extrêmement bas car les statistiques (bulletin économique de Madagascar) donne pour la province de Tuléar en 1920 une production de :
 - "1 227 tonnes sur 234 ha en culture européenne !
 - 19 330 tonnes sur 18 230 ha en culture indigène !
 (On ne précise pas s'il s'agit de racines fraîches, ou cossettes...).
- ... Les feuilles sont également consommées comme brèdes ; elles sont sujettes à une maladie qui les déforme, analogue à la cloque du pêcher⁽¹⁾."

TOURNEUR en 1949 souligne l'intérêt de la culture dans l'extrême Sud : *"lorsque les précipitations annuelles sont inférieures à 500 mm... le manioc reste la plante alimentaire la plus résistante à la sécheresse et permet de constituer de véritables greniers de réserve contre les disettes périodiques... (alors que toutes les réserves de vivres (maïs, sorgho, manioc sec) faites dans des greniers étaient dévorées en quelques mois par les charançons). Le manioc en terre se conserve parfaitement, car il continue sa végétation et comme il est aussi consommable après 2 ans qu'après une année de culture, il suffit d'avoir toujours en terre une récolte d'avance de manioc pour parer aux disettes⁽²⁾".* Un peu plus loin dans le même article, il est dit que l'époque la plus favorable du bouturage ne correspondant pas toujours avec la période de récolte, on est souvent obligé de conserver les boutures en confectionnant des fagots de tiges entières dont la base est enterrée dans un sol bien sec en plein air.

1. Cela ressemble bien à la mosaïque.

2. L'administration régionale faisait d'ailleurs systématiquement constituer (avant les lois sur le travail de 1946) des cultures collectives selon ce principe.

Encadré 2. Prix de revient d'un hectare de manioc en culture traditionnelle (FMG)

Labour aux bœufs	1 charrue 3 paires de bœufs/4 jours	2 000
Hersage billonnage		2 000
Plantation	Achat de boutures, transport, main-d'œuvre	5 000
Deux nettoyages		2 600
Arrachage manuel		4 000
Grattage		13 000
Mise en sacs		500
Coût		29 100
Production	8 tonnes manioc sec à 5 francs	40 000
Gain		11 000

Pour arriver à un gain de 11 000 francs, nous avons estimé une récolte de 20 tonnes en vert. Tonnage que très peu de paysans réalisent (le double de ce qui est dit dans le texte). Tiré de DULONG (1969) il suppose que le paysan laboure, herse et billonne, en désaccord avec ce qu'il dit dans le texte (quelques buttes à l'angady).

Encadré 3. Prix de revient d'un hectare de manioc en culture familiale

La récolte est destinée à la préparation de "cossettes" pour l'exportation vers la France, la Réunion, les Pays Bas.

Nous avons choisi le sud de l'île pour établir ce prix de revient parce que nous avons une assez bonne connaissance de cette région qui fournit, à elle seule, 80 % des exportations de cossettes de Madagascar.

- Labour aux bœufs : 1 charrue, 3 paires de bœufs/4 jours	(FMG)	2 000
• Hersage, billonnage		2 000
• Plantation : achat de boutures, transport, main-d'œuvre		5 000
• Deux nettoyages : 20 journées à 147 F		2 940
• Arrachage manuel : 16 journées à 147 F		1 764
• Grattage : 8 t de manioc à 250 kg par tâche		4 904
• Mise en sac		500
		<u>19 108</u>

Production : 3,2 t de manioc sec à 5 F = 16 000 FMG

Il est évident que ces chiffres, avec une main-d'œuvre salariée, ne sont qu'une approche, sauf pour les temps de travaux. La culture du type familial occasionne un abaissement des postes plantation, nettoyage, arrachage, grattage. Cela permet aux agriculteurs de travailler à meilleur compte en n'employant pas de main-d'œuvre salariée, qui leur ferait perdre, s'il existe, le léger bénéfice de la culture. Les Pakistanais, qui s'occupent de toute la commercialisation du manioc dans le Sud, assurent le transport, la coupe du manioc en cossettes et l'ensachage.

- Prix d'achat au producteur : 3 à 6 FMG.

- Prix FOB 1966 : 14,7 FMG.

En conclusion de ce chapitre, il est bon de signaler que les cossettes produites à Madagascar proviennent presque exclusivement de cultures familiales, les cultures industrielles étant réservées à la fabrication de la féculé et du tapioca.

"Le rendement varie beaucoup de 3 à 5 t/ha en culture indigène, il s'élève à 10-12 tonnes. En culture européenne et certains colons obtiennent régulièrement 40 tonnes à l'hectare..."

... Vers 1936, la mosaïque du manioc prit une recrudescence insoupçonnée... fit pratiquement disparaître la variété "Malgache" ⁽¹⁾, l'étude de cette maladie fut menée activement, en particulier par MM. BOURIQUET & FRAPPA et les remarquables hybridations de M. COURS permirent de créer des variétés résistantes à la mosaïque et beaucoup plus productifs que les anciennes variétés...

La mosaïque est une maladie dont on ignore encore ⁽²⁾ la cause, elle se transmet par l'emploi de boutures contaminées, il semble également que le principal agent vecteur soit un Alensode décrit par M. FRAPPA sous le nom de *Bemisia manihotis*...

... Dans le Sud de l'île, les termites s'attaquent aux boutures..."

Selon DUFURNET (1962), la production dans la province, au début des années 60, avait été de l'ordre de 145 000 tonnes de racines fraîches pour 35 000 ha environ soit un rendement de 4 t/ha⁽³⁾; les principales variétés locales étant Sarigasy, Mavomomaka, Kelimanampana, Sarikinana (ou Kinomena) et Andriambolamena dont les descriptions sommaires sont reportées en annexe 6; les techniques culturales ne sont pas spécifiées dans cet article.

DULONG (1969) dans sa synthèse "Le manioc dans la province de Tuléar" est plus explicite; il donne en plus d'une synthèse des résultats d'expérimentation variétale ⁽⁴⁾ par zones de la province, une brève description des techniques culturales traditionnelles: "Le manioc dans la province de Tuléar est la principale culture vivrière de soudure. Il est pour les populations et le bétail l'aliment d'appoint qui leur permet de se soustraire à d'éventuelles disettes.

Dans tout le Sud le manioc est cultivé de façon identique. C'est une des plantes que l'on trouve assez souvent en culture non associée. Ceci tient essentiellement à la pérennité et au port dressé ou étalé des clones locaux.

- les aires de culture sont rarement labourées (sauf dans l'Androy). Le paysan se contente de faire à l'angady des buttes à l'emplacement des boutures;
- la plantation s'effectue d'octobre à janvier. Les compacités sont dans l'ensemble assez bonnes: 10 000 pieds/ha, sauf sur le plateau d'Ankazoabo Sud et la vallée du Fiherenana, où elles sont de 4 000 à 6 000 pieds/ha.

Le manioc est une culture typiquement vivrière, aussi tous les travaux requis par les cultures spéculatives (arachide, coton) passent avant.

Les rendements moyens en cultures traditionnelles varient de 3 à 10 t/ha en vert..."; enfin, il donne une estimation du prix de revient d'un hectare de manioc en culture traditionnelle avec une production supposée de 8 tonnes de manioc sec – voir encadré 2 ci-contre. Dans une publication plus tardive (DULONG, 1971) il donne des chiffres un peu différents et plus précis – voir encadré 3.

1. Dans la grande zone de production: Alaotra et Mangoro; Quid du Sud?

2. A l'époque; voir dans chapitre 3 ce qu'il en est maintenant.

3. Le bulletin de Madagascar de juin 1962 estimant la production de la province à 25 000 tonnes de manioc sec et 110 000 tonnes la consommation de tubercules frais (DULONG, 1969). DULONG en déduisait, avec pour hypothèse un rendement moyen de 7 t/ha en vert, qu'une surface de 24 000 ha était annuellement plantée en manioc.

4. Les témoins locaux étant Sarigasy, Tsipala, Kelimananana, Kelimena.

Les 13 zones 1991-92	Les 5 zones ⁽¹⁾ 1995	Villages 1995	Nombre d'exploitation (M + A + T) ⁽²⁾ et systèmes	
1. Befandriana	Antanimieva	Sihanaka	5 SP1	(2 + 2 + 1)
		Mangotroka	8 SP1	(2 + 5 + 1)
		Analelelo	5 SP1	(3 + 2 + 0)
2. Analamisampy		Ampsikibo	5 SP1	(1 + 4 + 0)
3. Ankililoaka	Ankililoaka	Ankililoaka	4 IR/SP1	(3 + 1 + 0)
4. Tsianisiha		Tsianisiha	7 IR	(3 + 4 + 0)
5. Ankilimalinika		Ankilimalinika	5 IR	(1 + 4 + 0)
(6. Belalanda)	Bas Fiherena	Antaikoha	1 IR	(1 + 0 + 0)
7. Miary		Miary	5 IR	(3 + 2 + 0)
(8. Ambohimahavolona)		Belamboka	4 IR	(2 + 1 + 1)
9. Andranovory		andranovory	5 SP2	(3 + 1 + 1)
10. Vineta		Ambararato	5 SP2	(1 + 3 + 1)
11. Sakataha	Sakaraha	Sakaraha	5 SP1	(1 + 4 + 0)
12. Ankazoabo	Ankazoabo	Fotivolo	5 SP1	(1 + 3 + 1)
(13. Bernety Bets)		Ankilimasy	5 SP1	(5 + 0 + 0)
		Tandrano	5 SP1	(4 + 1 + 0)

1. Les cinq zones d'intervention du projet dans chacune desquelles trois villages ont été sélectionnés pour faire l'enquête 1995 sur le manioc (quatre villages dans la zone d'Antkilihaba).

2. Dans chacun des villages nombre d'exploitations enquêtées (5 en principe réparties selon les trois catégories - manuelle : M, attelée : A, motorisée : T) et type de système correspondant :

SP1 système pluvial à une saison des pluies ;

SP2 système pluvial à deux saisons de pluie ;

IR système irrigué.

3. La répartition des systèmes dans le village d'Ankiliboka n'est pas claire à vérifier.

Tableau 6. Correspondances entre l'enquête 1991-92 et l'enquête 1995 avec inventaires des exploitations.

Comme principal problème phytosanitaire il signale la mosaïque notant *“la grande variabilité dans la sensibilité (des variétés) et qu'un clone résistant dans un milieu peut s'avérer sensible dans un autre”*. D'autre part pour une même région, un clone peut s'avérer sensible après plusieurs années de résistance, par apparition probable d'une nouvelle souche virale (?)

Plus récemment RANDRIANARISOA *et al.* (1995) rapportent une production de 71 500 tonnes pour une superficie de 16 090 ha (rendement 4,4 t/ha) qui témoignent de la stagnation des rendements : ils en attribuent *“la principale cause à l'utilisation continue pendant des décennies, de matériel végétal contaminé par divers parasites. Parmi les pathogènes, le virus de la mosaïque est déterminé comme le principal responsable des attaques au champ”*.

“La culture du manioc se heurte à un problème crucial : la disponibilité en matériel végétal sain pour les plantations, l'abandon de la culture des clones améliorés”.

Ils fournissent parallèlement quelques précisions intéressantes sur les modes de culture dans la région (annexe 7).

2.2.2. Enquête sur les itinéraires techniques (ITK)

Pour compléter les informations fournies par l'enquête FOFIFA 1991-92, générale, des enquêtes spécifiques sur les principales cultures ont été lancées en 1994-95. L'enquête sur le manioc, dirigée par Daniel ANDRIAMIPANANA, appuyé par D. ROLLIN, n'était pas entièrement dépouillée en décembre 1995, le rapport final était en cours de rédaction.

L'enquête couvrait les cinq zones prioritaires identifiées pour le PSO⁽¹⁾, dans chacune desquelles trois villages (quatre dans un cas) ont été retenus, tous correspondent à un Firaisan-pokontana différent. Dans chaque village, les autorités locales ont elles-mêmes choisi cinq exploitations en général (plus ou moins) de façon que soient représentées à peu près proportionnellement, à leur importance dans le village, les trois catégories d'exploitation possibles :

- exploitation en culture manuelle avec moins de 2 ha cultivés ;
- exploitation en culture attelée avec 2 à 5 ha cultivés ;
- exploitation en culture motorisée avec plus de 5 ha.

Au total 79 exploitations ont été retenues, voir tableau 6, dans chacune desquelles l'enquête portait sur une parcelle bien définie, avec deux passages (le premier pour interroger le paysan sur les techniques culturales, le second pour faire une estimation du rendement).

Systèmes de culture

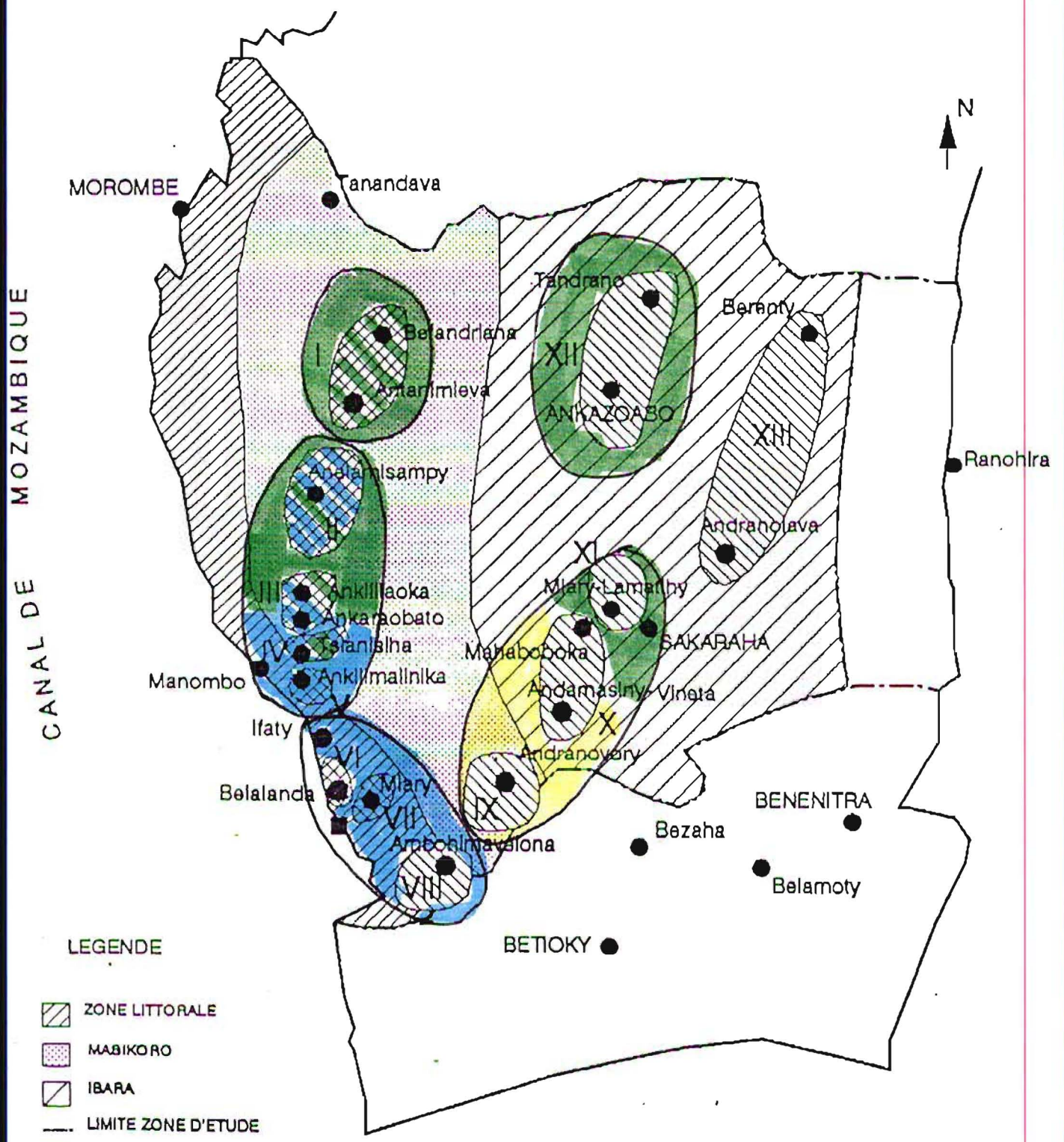
Un premier examen des résultats permet d'identifier trois principaux facteurs de différenciation des systèmes :

- l'irrigation (2 variantes : avec ou sans) ;

1. DAGNON et BEAUVAL.

Carte 6. Systèmes de Cultures selon les zones

- S.P.1.
- I.R.
- S.P.2.



LEGENDE

- ZONE LITTORALE
- MASIKORO
- IBARA
- LIMITE ZONE D'ETUDE
- ZONES AXE TULEAR-BEFANDRIANA
- ZONES AXE TULEAR-ANKAZOABO

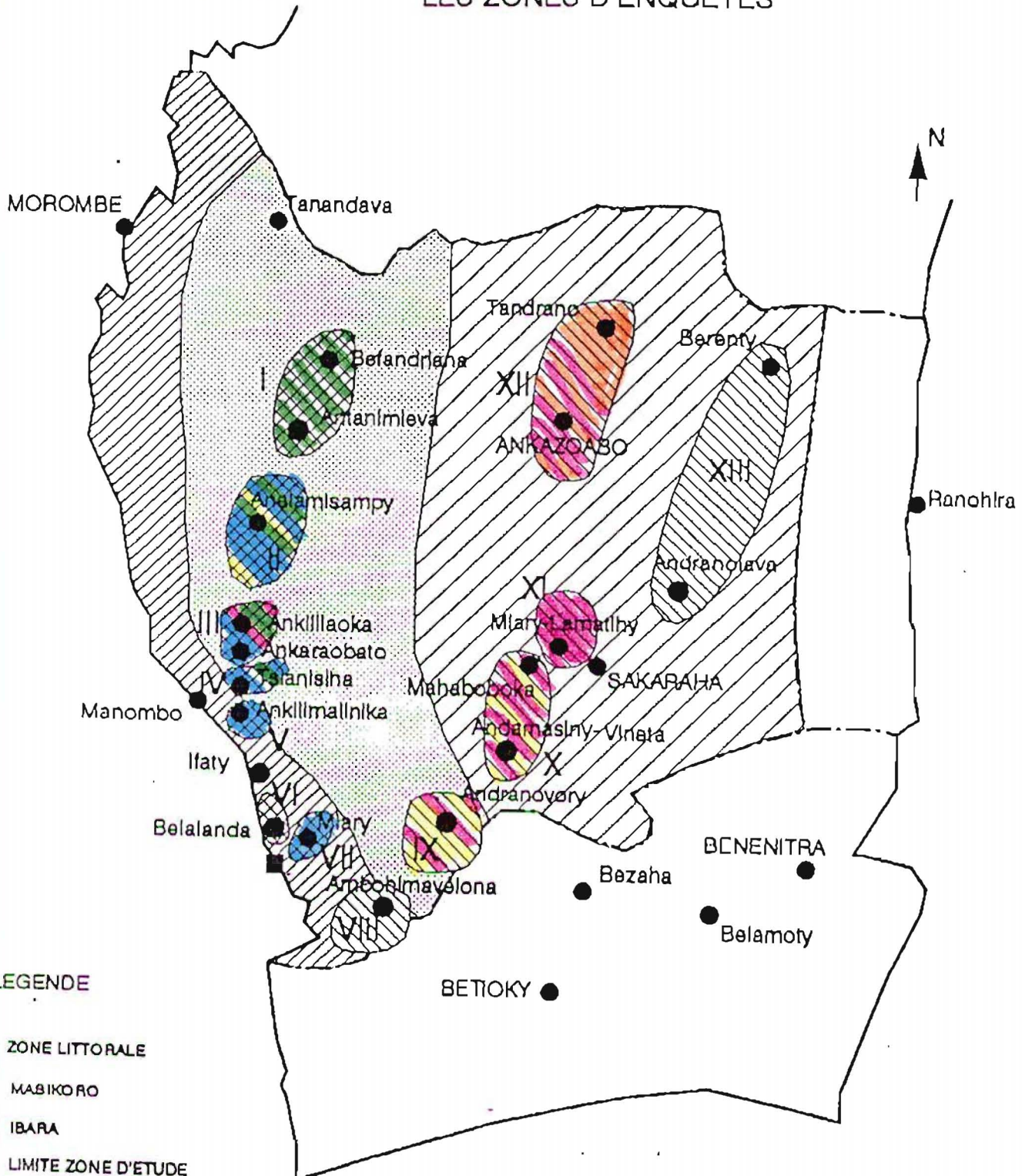
0 100 km

Carte 7. Variétés selon les zones

- Tsitakabo
- Sarigasy
- Mangomoka
- Menahelika
- Kelimanamp

LES ZONES D'ENQUETES

CANAL DE MOZAMBIQUE

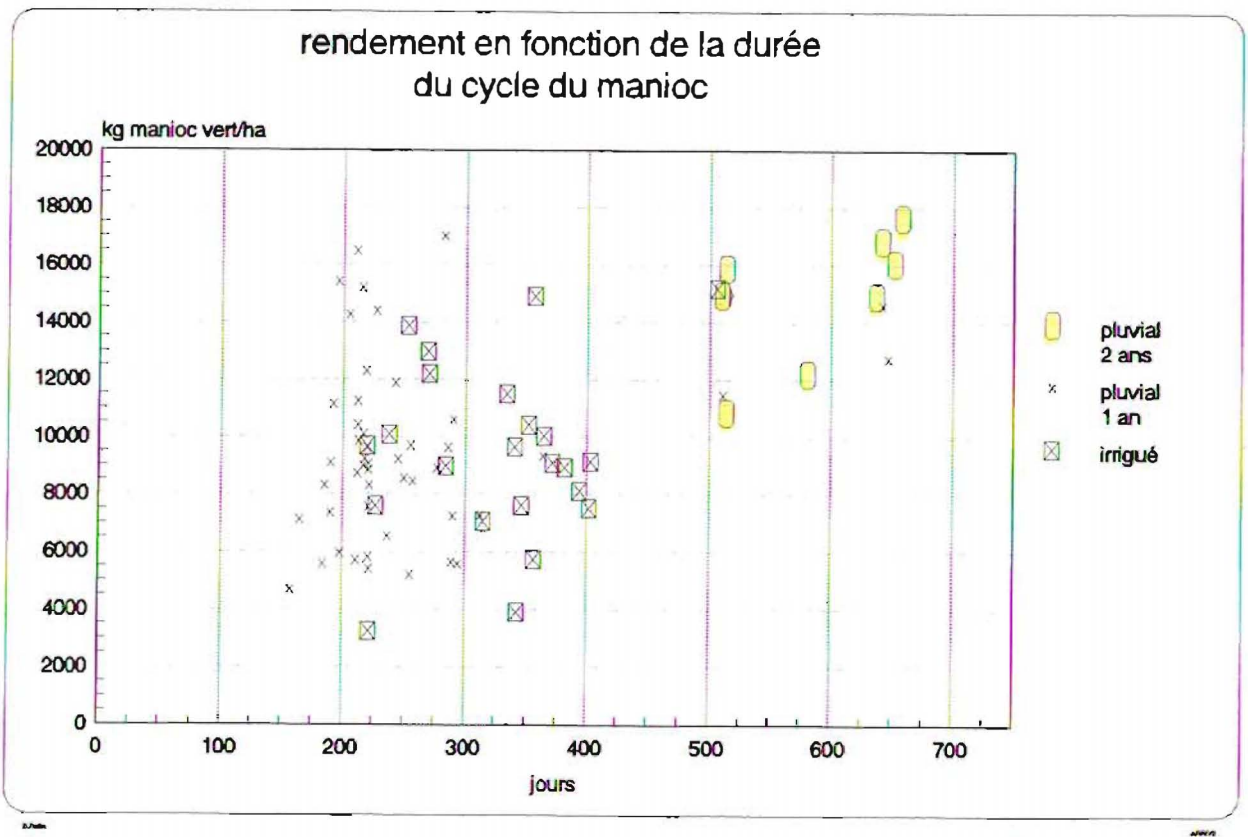


LEGENDE

- ZONE LITTORALE
- MASIKORO
- IBARA
- LIMITE ZONE D'ETUDE
- ZONES AXE TULEAR-BEFANDRIANA
- ZONES AXE TULEAR-ANKAZOABO

0 100 km

Figure 3 - Rendement en fonction du Système de culture



- le mode de travail du sol (les trois variantes, déjà vues : manuel, traction animale, ou motorisée) ;
- la "taille" ou non du manioc au cours de son cycle.

En y regardant de plus près on s'aperçoit qu'il n'y a "taille" du manioc que si le cycle de la culture est de deux ans, les plants sont alors recépés ("taille") en début de deuxième année. Il paraît alors logique de regrouper les systèmes de culture en trois groupes écophysiologiques (cf. figure 3) :

- irrigué (IR) que l'on ne trouve que dans deux des cinq grandes zones : celle d'Ankililoaka partiellement, celle du bas Fiherenana en totalité. Il s'agit des alluvions ou baiboho dans la région côtière trop aride pour que la culture pluviale aie de l'intérêt ;
- culture sèche à une saison des pluies (SP1), pratiquement partout ailleurs sauf à Andranovory et Vineta ; la pluviosité y est suffisante pour que la production à 8-10 mois soit acceptable ;
- culture sèche à deux saisons des pluies, avec recépage des tiges au début de la deuxième saison des pluies dans les parages Andranovory-Vineta à la limite de la région trop sèche à l'ouest où la culture pluviale du manioc n'est pas viable et de la région (relativement) arrosée à l'ouest. Il faut ici deux saisons des pluies comme sur les Hautes Terres pour avoir une production convenable.

Ces trois groupes peuvent être ensuite subdivisés selon le mode de travail du sol. L'échantillon du groupe irrigué ne comprend qu'une exploitation en culture mécanisée - cette catégorie est certainement très rare ; les parcelles sont petites sur ces terres d'alluvion très recherchées.

Le tableau 7 ci-dessous résume la composition de l'échantillon selon les deux critères : écophysiologique et mode de travail du sol (équivalent en principe à la taille de l'exploitation).

Grandes zones PSO	N observation	Système écophysiologique			Travail du sol		
		IR	SP1	SP2	M	A	T
Antanimieva	18	0	18	0	7	9	2
Ankililoaka ⁽¹⁾	21	14	7	0	8	13	0
Bas Fiherenana	10	10	0	0	6	3	1
Sakaraha	15	0	5	10	5	8	2 ⁽²⁾
Ankazoabo	15	0	15	0	10	4	1
Total régional	79	24	45	10	36	37	6

1. Les quatre exploitations d'Anhililoaka ont été à priori réparties moitié en SP1 moitié en IR, c'est à contrôler.
2. Les deux en systèmes SP2.

Tableau 7. Répartition des exploitations de l'échantillon par système de culture et type de travail du sol.

Zones	N obs	Système écophysologique ⁽¹⁾					Mosaïque ⁽²⁾	
		N var.	S	T	Me	Ma		Div
1. Befandriana	18	-	10	-	-	8	4	F+
2. Analamisampy	5	3	1	-	1	-	3	M
Ankililoaka	4	2	1	1	-	-	3	M
Tsiamisiha	7	5	1	-	-	1	3	M
Ankilimalinika	5	5	-	-	-	-	1	M
3. Miary	10	10	-	-	-	-	1	M
Andranovory	5	-	-	1	4	-	2	F
Vineta	5	-	-	3	2	-	2	F
Sakaraha	5	-	-	5	-	-	1	F
4. Ankazoabo	15	-	-	5	-	10*	2	TF

1. Variétés S : Sarigasy, T : Tsitakatro, Me : Menahikela, Ma : Mangonoka, Div. : diverses autres, * : à Ankazoabo les 10 div. correspondent à Kelimanampy.

Tableau 8. Variétés de manioc cultivées sur l'échantillon de l'enquête ITK.

Remarque : En supposant que l'échantillonnage est correct au niveau de chaque zone (la méthode est critiquable sur le plan méthodologique), il ne l'est certainement pas au niveau région, les effectifs de chaque zone n'étant pas pondérés (en fonction du total des surfaces cultivées en manioc), la ligne total régional du tableau 7 n'a donc pas grande signification.

Il semble qu'une fois une parcelle est mise en manioc c'est définitif, elle le restera en culture associée ou (puis ?) culture pure aussi longtemps que la parcelle peut produire. Avant d'être cultivées en manioc les parcelles étaient en général :

- soit en coton, spéculation abandonnée car non rentable en pratique dans les conditions actuelles ;
- soit en maïs, pendant quelques années sur défriche forestière jusqu'à ce que la baisse de fertilité et la pression des mauvaises herbes rendent cette spéculation peu rentable et trop risquée ;
- soit derrière Vohema.

Le manioc est très souvent associé au maïs, et en culture irriguée à l'arachide ou aux pois du Cap. Le dépouillement de l'enquête n'était pas assez avancé (en décembre 1995) pour que l'on puisse présenter séparément les cultures pures du manioc et les cultures de manioc associées, c'est pourtant un point importantissime. A l'avenir il ne faudra pas dissocier le manioc de sa culture associée dans l'étude et l'analyse du système (faire l'étude conjointe des types, époques et temps de travaux...). L'association maïs-manioc qui paraît si fréquente - voir enquête FOFIFA 1991-92 - mérite une étude particulière, avec analyse des risques comparés des cultures associées/cultures pures.

Les composantes "variété cultivée", "rendement" et "temps de travaux" ont été ici traitées sans tenir compte de ce facteur culture pure et associée ; il conviendra de les reconsidérer en faisant la distinction.

Variétés

Le tableau 8 donne la répartition des principales variétés trouvées dans l'échantillon - voir aussi la carte 7 - ainsi que l'importance de la mosaïque (estimation visuelle) dans les différentes zones.

On constate qu'il y a quatre variétés très cultivées dans l'aire du PSO :

- Tsitakatro, à Befandriano surtout et dans le reste du couloir d'Antseva ;
- Sarigasy dans le sud du couloir d'Antseva et exclusivement de toutes autres à Ankilimalinika et Miary ;
- Mangonoka à Andronovory et Vineta avec cycle de 20-24 mois ; c'est la seule variété qui soit réputée amère ; certains paysans de la zone où on la cultive ne le considèrent pas comme telle. Il faut le vérifier ;
- Menakikelo déjà cultivée à Andranovory Vineta, avec un cycle de 2 ans semble-t-il, et à Sakaraha où on la trouve à l'exclusivité de tout autre avec un cycle d'un an,

puis encore dans la région d'Ankazoabo, où la variété dominante, que l'on ne trouve que là, est Kelimananpy.

Ces variétés, du moins certaines, étaient déjà cultivées il y a 30 ans et plus ; elles servirent de témoin dans les premiers essais des hybrides du lac Alaotra et y furent remarquées pour leur bon comportement. On ne peut s'empêcher de penser qu'elles sont d'une part bien adaptées au milieu, d'autre part tolérant la bactériose.

Système Irrigation	Nb Sp ⁽¹⁾	Labour ⁽²⁾	Rendement en t/ha	Temps de travaux ⁽³⁾ en jours/ha								
				Total	L	PL	S	IR	T	R	Séch.	
Irrigué	+	1+	0	9,5 (3-15)	100	0	11	34	5	0	18	32
	-	1+	B	8,8 (3-14)	117	8	11	36	7	0	18	37
SP1	0	1	M	8,9 (4-17)	130	31	11	34	0	"	18	36
	0	1	B	9,8 (5-15)	110	8	11	28	"	"	19	39
	0	1	T	16,4	133	0	11	25	"	"	32	55
SP2	0	2	M	16,4 (15-17)	182	31	12	38	"	232	65	
	0	2	B	14,9 (12-18)	145	8	10	37	"	229	59	
	0	2	T	13,8 (10-16)	126	0	11	32	"	227	54	

1. Nombre (nb) de saison des pluies (SP)

2. Labour ou travail du sol. M : manuel, B : culture attelée, T : tracteur.

N.B. : ce découpage coïncide avec celui que l'on peut faire avec les tailles d'exploitation (surfaces).

3. Temps de travaux pour les principales opérations, L : labour (recépage), R : récolte, Séch. : séchage.

Tableau 9. Enquête ITK 1994-95, temps de travaux et rendements, moyennes pour chaque système de culture.

Figure 4 -

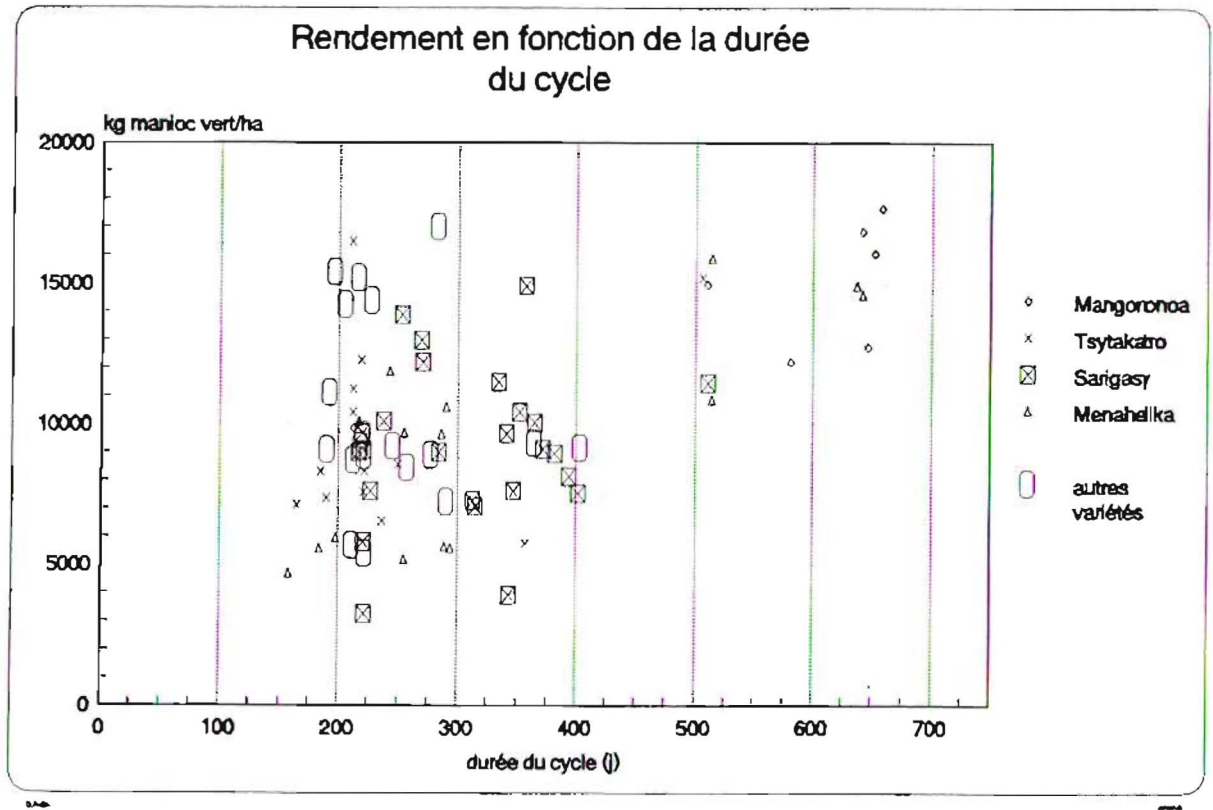


Figure 4 -

Rendement

L'estimation des rendements a été faite d'une façon discutable en extrapolant sur un hectare la production d'un seul poquet (parfois 2 ou 3) comprenant en général deux plants⁽¹⁾.

Les rendements estimés ainsi (voir tableau 9) sont convenables :

- 9 t/ha en culture irriguée (8-10 mois) ;
- 9 à 10 t/ha en culture pluviale à une saison des pluies (10 mois) ;
- 15 t/ha en culture pluviale à deux saisons des pluies (> 20 mois).

On reviendra sur cette question plus loin dans les esquisses de monographie de ces trois systèmes.

On peut déjà remarquer cependant qu'ils sont très nettement meilleurs (deux à trois fois supérieurs !) aux estimations habituelles. Des enquêtes COSCA dans différents pays africains ont conduit au même constat, mais pas, dans de telles proportions ; il y a un travail de vérification à faire. Si ces chiffres se confirment, il faudra admettre que le niveau des rendements dans la région est déjà très correct, difficile à améliorer sans intrants coûteux.

On a cherché quelle pourrait être les corrélations entre les rendements et différents facteurs : densité de plantation, durée du cycle et variété – voir figures 4 et 5.

Sur la figure 4 : Rendements/durée de cycle et variété, les points sont répartis en deux groupes :

- celui des cycles compris entre 500 et 660 jours (17 à 22 mois) avec surtout la variété Mangonoka, puis Menahelika, et des rendements compris entre 12 et 16 tonnes de manioc vert par hectare. On retrouve là le système de 2 ans de la région Andranovory-Vineta (cf. figure 3) ;
- celui des cycles compris entre 180 et 400 jours (6 à 13 mois) où on ne voit pas de relation entre la longueur de cycle et le rendement.

La variété Tsihakatro est récoltée très précocement à \pm 210 jours (7 mois). La variété Sarigasy est récoltée en moyenne plus tard, sur une période déjà très étalée : 210 à 400 jours (7 à 13 mois) avec même un cas de plus de 500 jours.

La variété Menahelika constitue un autre cas, elle est soit récoltée à 180-300 jours (6 à 10 mois) soit à 510-660 jours (17 à 22 mois) avec des rendements bien plus élevés.

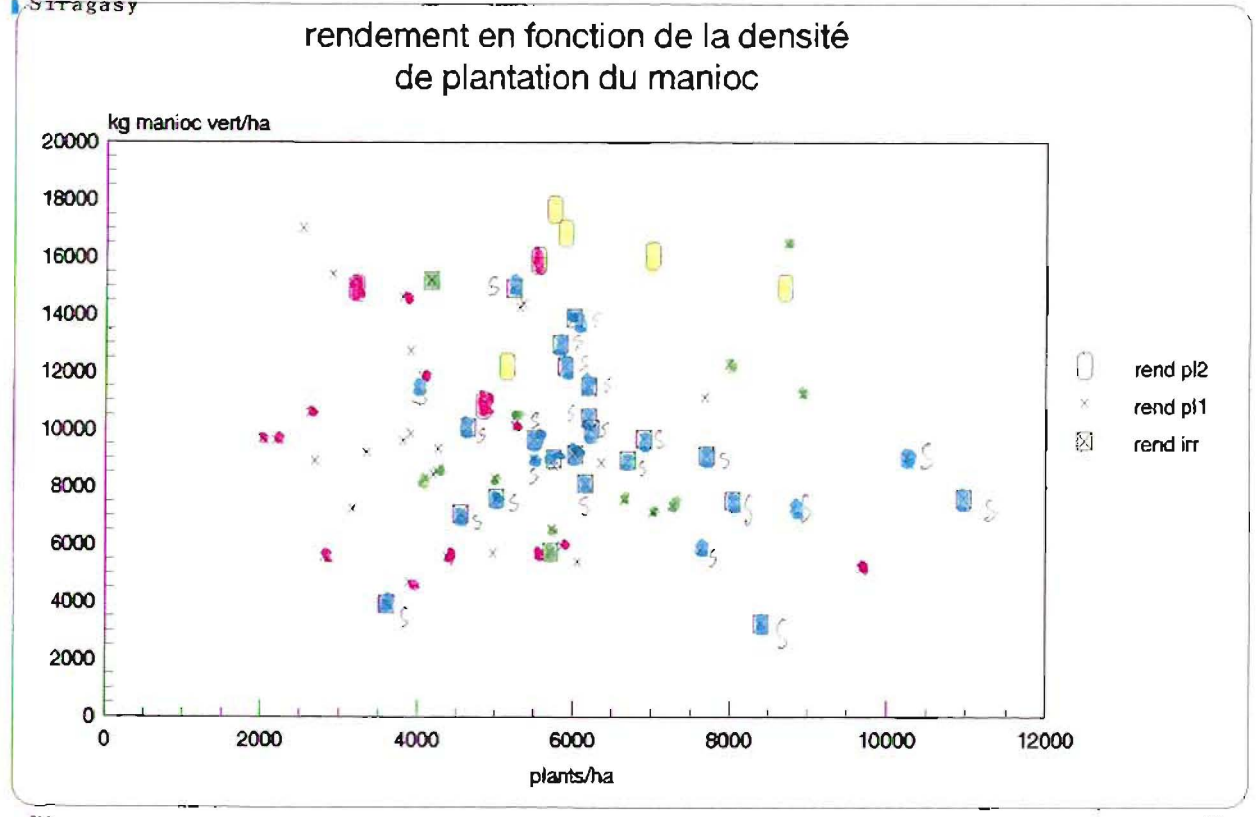
Même si c'est la variété Mangouoka qui est surtout cultivée sur un cycle de deux saisons des pluies, d'autres variétés ordinairement cultivées sur une saison des pluies peuvent l'être sur deux avec des rendements bien meilleurs.

Sur la figure 5 rendement/densité et systèmes de culture (facteurs auxquels on a ajouté la variété grâce à la couleur), on constate qu'il n'y a pas de corrélations apparentes entre la production et la densité de plants quelle que soit la variété ; sauf apparemment pour la variété Sarigazy pour laquelle il semble y avoir un optimum : 5 000 à 6 000 plants/ha, c'est d'ailleurs la densité la plus fréquemment adoptée par les paysans en système irrigué.

Les meilleurs rendements sont obtenus avec le système à deux saisons des pluies, donc avec les variétés Mangouoka et Menalikela – ce que l'on avait déjà vu.

Figure 5 -

- Menahelika
- Mangomoka
- Tsitakatro
- Siragasy



Temps de travaux

Les temps de travaux moyens pour les principales opérations culturales sont également reportés dans le tableau 9. Les variations observées autour de ces moyennes sont étonnamment faibles et ces moyennes extrêmement voisines des standards fournis par la littérature (*Mémento de l'agronome*, DULONG, 1971.....). Il semble que la méthode d'estimation de ces données y soit pour quelque chose, un coefficient de correction ayant été parfois appliqué, avec les meilleures intentions du monde, aux déclarations de l'agriculteur. Ces données sont donc à revoir, on profitera de la nouvelle enquête pour traiter cette question globalement au niveau des systèmes de culture et des systèmes d'exploitation ; il paraît souhaitable de faire les enquêtes ITK sur les différentes cultures, en particulier le manioc et le maïs, sur les mêmes exploitations pour étudier :

- les temps de travaux des deux cultures en association et le calendrier cultural ;
- les mêmes données en culture pure sur des champs de la même exploitation ;
- le calendrier du système d'exploitation, les goulots de main-d'œuvre, les concurrences entre cultures.

Commentaires sur les chiffres du tableau 9 pour les différentes opérations culturales :

- de façon générale, il est souhaitable de donner une description de chaque "chantier" : semis, labour manuel, récolte, séchage... soit dans les fiches par exploitation, soit sur une fiche spéciale remplie lors d'une interview de groupe au niveau du village ; en ne négligeant ni le post-récolte : transport, séchage, conservation et en ajoutant une rubrique : celle du mode d'utilisation du manioc pour l'autoconsommation.

Préparation du sol

Le travail manuel demande de beaucoup le maximum de temps : 31 jours/ha dans les systèmes de culture pluviaux ; pourquoi est-ce vraiment un zéro -travail en culture irriguée ?⁽¹⁾

- le labour aux bœufs demande 8 jours/ha quel que soit le sol et le système (?!) ;
- le labour au tracteur apparaît ici comme ne nécessitant pas de main-d'œuvre car il serait toujours (!) effectué à l'entreprise par un opérateur extérieur ; il faut le faire apparaître dans une rubrique parallèle.

Plantation : systématiquement 11 jours/ha.

Sarclages : là aussi les chiffres sont curieusement homogènes, avec des différences logiques entre systèmes (par exemple, 34 jours après labour manuel contre 25 jours après labour au tracteur en système pluvial à une saison des pluies).

L'irrigation : 5 jours/ha et le recépage 2 jours/ha ne prenant, dans les systèmes correspondant, guère de temps.

Pour la **récolte** et le **séchage** les chiffres sont aussi très cohérents : il faut 2 jours par tonne arrachée quel que soit le système et le séchage environ 4 jours par tonne récoltée quel que soit le système aussi.

1. L'estimation a été faite en multipliant la production d'un plant par la densité de plants (comptée sur deux placeaux) mais "ajustée" en fonction des estimations de rendement du paysan (!?). D'autre part, on a pesé la totalité des racines y compris les petites.

2.3. Informations complémentaires

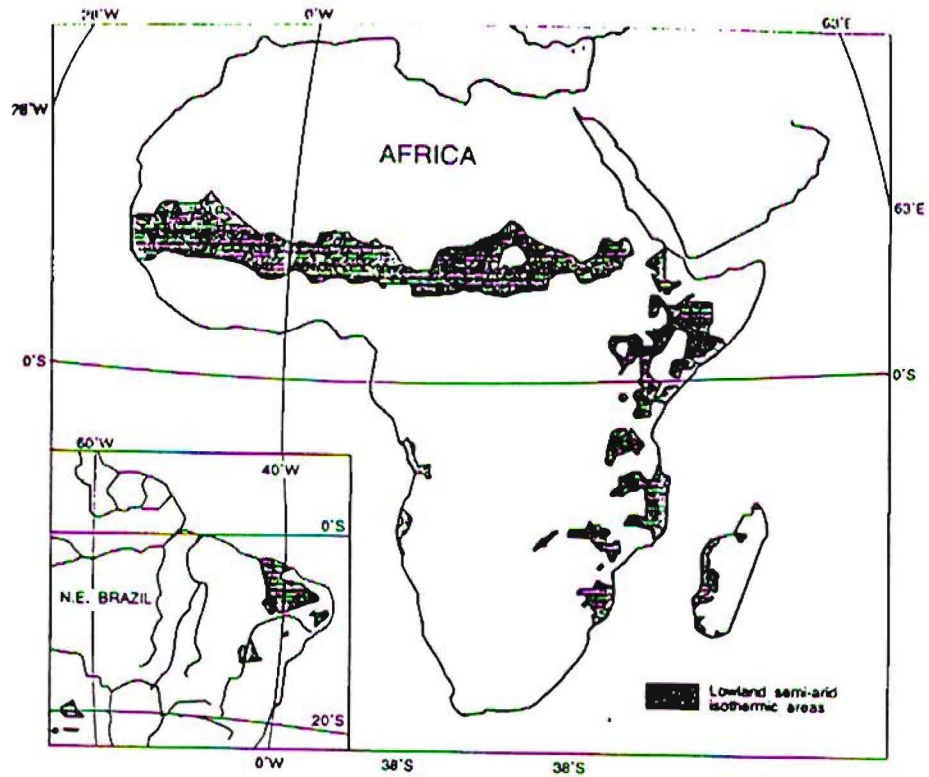
Les informations complémentaires obtenues au cours de la mission (décembre 1995), sont très insuffisantes, beaucoup reste à faire.

Au cours des deux jours de tournée effectués pendant la mission dans la Basse Vallée du Fiherenana, puis sur l'axe de la RN9, il a été possible, en s'entretenant avec des producteurs et visitant leurs champs, trop vite malheureusement, de mieux caractériser les systèmes : irrigués (basse vallée du Fiherenana) SP1 et surtout SP2 (axe RN9) voir annexe 8.

Les informations assez succinctes obtenues auprès des responsables de Gamma Cassava et SOPAGRI (voir annexe 9) n'ont guère permis de comprendre le problème de la filière exportation par rapport aux autres filières : autoconsommation marchés locaux, marché des Hauts Plateaux.

Une tentative pour simplement esquisser les monographies de principaux systèmes de culture, à partir des données utilisables, c'est-à-dire disponibles soit qu'elles aient été traitées et ou transcrites, a vite montré toutes les lacunes de nos connaissances⁽¹⁾ sur la question, voir annexe 10. Une approche descriptive qualitative, préalable (méthode diagnostic rapide, voir démarche COSCA) ou parallèle (interview de groupe au niveau des villages) à l'enquête ITK par questionnaires individuels aurait été utile.

1. Certains cadres nationaux ont souvent une bien meilleure compréhension de la réalité, qu'il y paraît. Mais pour eux leurs connaissances vont de soi, ils ne sentent pas l'utilité de la transcrire.



Carte 8 = Figure 7. Areas of lowland, semiarid, isothermic cassava climate in sub-Saharan Africa and northeastern Brazil (inset). In these areas, expansion in cassava production using improved drought-tolerant varieties should assist in alleviating food shortage. (Source: P. Jones, CIAT, Agroecological Studies Unit database, 1989.)

Type de climat		Surface plantée en manioc (10 ³ ha)
Semi-aride :	de plaines	626
	de plaine subtropicale	182
	de plateau	14
	de plateau subtropical	119
	Total semi-arides	941
	Total autres climats*	6 894
	Total général	7 835
Semi-aride (type Sahel)	total	941
	dans les pays du Sahel	92 (10 %)
	dans les pays non sahéliens	849 (90 %)

* Humide ou continental (de plaine ou de plateau...), cf. classification CARTER et JONES, 1989.

Tableau 10. Surfaces plantées en manioc en Afrique par types de climats définis selon des facteurs pertinents/production de manioc.

Chapitre III

Les acquits de la recherche sur le manioc et plus particulièrement sur sa culture en milieux arides

3.1. Eléments de physiologie du manioc... son adaptation aux zones sèches

Le manioc est une plante dont la culture offre des possibilités de sécurité alimentaire les plus remarquables pour l'Afrique et les régions tropicales en général que ce soit en zones humides ou en zones sèches.

Les climats humides lui conviennent mieux, lui permettant, si la fertilité est bonne, d'exprimer un potentiel de rendement exceptionnel : 50-60 t de racines fraîches par hectare en pluvial, et, sur les sols lixiviés, acides, fréquents dans ces régions, de produire encore une dizaine de tonnes de racines par hectare. La plante est réputée pour sa faculté d'adaptation à des sols pauvres – en particulier en phosphore, grâce à ses endomycorhyses, et tolérer la toxicité alumique –. D'autres avantages expliquent son succès, quel que soit le climat :

- la souplesse de son calendrier de récolte, les racines tubérisées se conservent en terre des mois et mêmes des années peuvent être arrachées à la demande, suivant les besoins alimentaires ou les possibilités du marché ;
- la souplesse de son calendrier cultural, en général la plupart des tâches pouvant être différées à des périodes où elles n'entrent pas en concurrence avec les pics de demande de travail des autres cultures (céréales, légumineuses à graines...) ;
- son excellente adaptation à la culture en association avec des plantes à cycle court : maïs, riz pluvial, niébé, arachide.

Enfin, une autre qualité explique le récent développement de sa culture vers les zones de plus en plus sèches, même en zone sahélienne.

Le tableau 10 ci-contre, adapté de ROMANOFF et LYMAN (1992), indique l'importance relative actuelle du manioc cultivé en zone sèche pour l'Afrique.

La plus grande partie des travaux effectués sur la physiologie du manioc ont été effectués par les chercheurs du CIAT à Cali, en particulier EL SCHARKAWY et COCK, comme en témoignent les références contenues dans cet encadré.

EL SCHARKAWY (1993) a fait récemment la synthèse du potentiel qu'offre le manioc pour augmenter la production dans les écosystèmes semi-arides, carte 8 ci-contre.

La faculté du manioc à supporter de longues périodes de sécheresse est due à deux facteurs :

- l'enracinement profond de la plante (un arbuste pérenne en fait), il peut dépasser 2 mètres (EL SCHARKAWY *et al.*, 1992) ;
- la fermeture très rapide des stomates dès que l'air devient sec ; les pertes par transpiration sont alors très fortement limitées, les tissus foliaires ne se

dessèchent pas et conservent une certaine activité photosynthétique, bien que limitée, avec la possibilité de récupérer en grande partie leur potentiel initial quand les conditions s'améliorent.

Par ailleurs, la capacité de photosynthèse des feuilles de manioc⁽¹⁾ est comparable à celle des plantes vivrières en C4 tropicales (maïs, sorgho, mil, canne à sucre).

La conjonction de ces caractéristiques permettent à la plante d'optimiser l'utilisation de l'eau disponible, ce qui dans des conditions de pluviométrie faible et aléatoire est plus utile que d'avoir un potentiel de rendement maximal avec une pluviométrie favorable.

3.2. Résultats de la recherche à Madagascar

La province de Tuléar n'est pas des principales productrices de manioc à Madagascar, sauf pour les cossettes (exportables), le séchage étant aisé grâce à la longue saison sèche. L'essentiel des travaux anciens sur le manioc a été fait dans les régions centrales de l'île et surtout à la station du lac Alaotra.

Un programme de recherche très important s'y est développé après l'épidémie très sévère de mosaïque (ACMD) qui a éclaté en 1934, dans la région du lac et s'était étendue sur tout le pays en 1936 ; jusque-là, elle était connue à l'état endémique mais ne faisait pas de dégâts importants (COURS *et al.*, 1995). L'épidémie a détruit les variétés locales sensibles. Un programme de création de variétés résistantes a été mis sur pieds ; il était basé sur l'hybridation du manioc cultivé (*M. Esculenta*) avec le manioc caoutchouc (*M. Glaziovii*) qui apporte la résistance à la mosaïque. Ce travail pionnier a été conduit par G. COURS, de façon indépendante de celui mené vers la même époque en Tanzanie (JENNING, 1994)⁽²⁾ beaucoup mieux connu sur le plan international.

Les hybrides créés ont rapidement remplacé les variétés locales, ce qui a permis d'enrayer l'épidémie dans les années 40. Les travaux ont été poursuivis dans les années 50 et 60 avec la création de nouveaux hybrides à la station du lac Alaotra, ceux-ci furent progressivement testés dans les différentes régions jusqu'au milieu des années 70.

De récentes évaluations font penser que le niveau de résistance des variétés améliorées malgaches (FAUQUET et FARGETTE, cités par COURS *et al.*, 1995) serait moindre que celui de certaines variétés résistantes cultivées actuellement sur le continent africain. L'épidémie semble d'ailleurs reprendre à Madagascar (RANOMENJANAHARY *et al.*, 1995). La réévaluation du germplasm malgache en cours, en parallèle avec celle de la situation phytosanitaire actuelle sont des plus pertinentes (EARNET, 1994).

Les travaux sur le manioc ont été ensuite plus ou moins en sommeil pendant plus de 20 ans, à l'exception de quelques actions isolées⁽³⁾, avant qu'un véritable programme de recherche au niveau national soit remis sur pieds en 1992.

Les résultats des deux périodes : avant 1973, après 1992 sont par commodités présentés séparément.

1. Le processus de photosynthèse des feuilles de manioc en C3/C4 est très particulier (EL SCHARKAWY, ...).

2. Le matériel initial sur lequel a travaillé l'IITA proviendrait de cette origine.

3. Phytopathologie...

Variétés	Rendement théorique t/ha vert.	Rendement théorique en sec			Rendement des blocs	
		%	t/ha	clas.	t/ha vert.	clas.
H. 53	64,3	22	14,0	2	20,0	1
H. 46	41,0	29	11,9	3	15,9	2
H. 35	42,3	38	16	1	10,0	6
H. 49	34,0	33	11,2	4	13,2	3
H. 45	32,8	33	10,8	5	8,8	7
H. 43	31,0	31	9,6	7	13,0	4
H. 44	30,2	34	10,2	6	10,3	5
Tsipala	27,0	33	8,9	8	7,0	9
H. 48	25,0	30	7,5	10	5,9	10
H. 34	20,0	38	7,6	9	8,0	8
32.081	17,0	36	6,1	12	4,0	12
F. 100	16,9	38	6,4	11	4,8	11

Tableau 11. Essai variétal 1959-60.

Année	H. 53	H. 43	Kelimena*	H. 54	H. 56	H. 35
1965	31,3	22,5	11,7	22,5	14,6	17,4
1966	23,9	16,3	-	18,4	14,3	18,1
1967	46,7	-	30,4	36,6	-	30,1
1968	45,9	32,5	20,9	36,7	-	19,0

* Remplacé par Sarigasy en 1965.

Tableau 12. Essais variétaux 1965 à 1968.

3.2.1. Travaux anciens (IRAM)

DUFURNET (1962) a fait la synthèse des essais variétaux entrepris de 1952 à 1960 à la station de Befanimena, c'est-à-dire sur les alluvions du bas Fiherenana en culture irriguée, soit dans des conditions bien particulières. L'objectif des essais était de rechercher les meilleures variétés pour la consommation humaine (manioc doux) d'une part et pour l'alimentation du bétail, la vente en manioc sec (manioc doux à faiblement amer) d'autre part.

Les résultats des campagnes 1952 à 1956, portant sur 28 hybrides provenant du lac Alaotra, ont fait ressortir comme les plus prometteurs : H 31, H 32, H 35 et H 41. L'essai 1958-59 où apparaissaient des hybrides plus récents (jusqu'au n° H 53) et conduit avec une forte fumure organo-minérale (20 tonnes de fumier...) faisait ressortir dans l'ordre décroissant : H 46, 53, 44, 49, 35 et 34.

L'essai 1959-60 mené sans engrais, mais toujours avec irrigation, a donné les résultats reportés dans le tableau 11 ci-contre, dans lequel les rendements théoriques sont obtenus à partir de 10 pieds récoltés au hasard dans chaque parcelle élémentaire (donc de valeur très discutable).

En fin de compte les conclusions de DUFURNET pour cette période sont les suivantes :

"Ces essais, entrepris à la station agricole de Betanimena (Tuléar), en culture irriguée, ont une intéressante valeur indicative pour la région de Fiherenana.

H. 46 est à retenir en particulier pour la nourriture du bétail, il est doux et résistant à la mosaïque.

H. 35, légèrement amer, est également très intéressant.

H. 53, productif, a l'inconvénient d'être aqueux.

Le manioc local Sarigasy, très cultivé et particulièrement estimé pour l'alimentation humaine, devrait figurer comme témoin dans les prochains essais.

Il est à signaler que les variétés originaires du lac Alaotra et en collection à la station agricole de Tuléar ne se rencontrent pas dans les plantations malgaches voisines."

DULONG (1969) reprend ces résultats et fournit ceux des essais de la période 1961 à 1968 dans quatre zones du Sud, dont deux concernent le PSO :

- 1. Celle de Tuléar, sur alluvions du Fiherenana en 1961 et 1963 où ressortent les mêmes variétés (H. 53, H. 35) que pendant la période 1958-60 :
 - sur sable dunaire avec fumure NPK en 1967 et 1968, le témoin étant Sarigasy (synonyme Mangahazogasy), où les principaux résultats furent les suivants en tonnes/ha de racines fraîches :

Année	H. 53	H. 43	Sarigasy	H. 54	H. 56
1967	6,2	17,5	16,7	14,6	13,3
1968	14,3	6,0	9,7	9,9	8,4

On note de très bons comportements du témoin local Sarigasy, la grande variabilité des rendements d'une année à l'autre avec des classements relatifs très différents des variétés.

- 2. Celle d'Ankazoako Sud :
 - sur des sables roux, pauvres derrière 4 ans d'arachide en 1963, où les rendements ont été inférieurs à 10 t/ha quelle que soit la variété,
 - sur sables roux humifères par la suite et avec une forte fumure organo-minérale à partir de 1966 ; les résultats correspondant sont résumés dans le tableau 12 ci-contre.

L'auteur en tire les recommandations suivantes :

- pour Ankazoaho : H. 35 puis H. 54
- pour Tuléar : H. 35, H. 53, H. 43.

Il rapporte, par ailleurs, que *"les résultats des dégustations sont presque toujours contradictoires d'une année sur l'autre. Le manioc suivant les sols et les conditions climatiques change de saveur"*.

Les publications ultérieures, dans cette période IRAM (CHATEL, 1973 ; ARRAUDEAU, CHATEL et RAMANOELINA) sont des compilations des rapports précédents et n'apportent rien de neuf.

CHATEL (1973) recommande :

- pour la région d'Ankazoaho : H. 53, H. 54 et H. 35 avec des rendements en tonnes de racines fraîches par hectare de respectivement : 24,5, 20,7 et 18 comparés à celui du témoin local Kelimena : (19,8 tonnes) dont il signale l'intérêt comme futur géniteur ;
- pour la région de Tuléar : H. 44, H. 53, H. 46 et H. 43 avec respectivement 21,0, 18,2, 17,7 et 17 t/ha comparés au témoin local Sarigasy : (15,4 tonnes) au sujet duquel il fait la même remarque que pour Kelimena.

ARRAUDEAU *et al.*, 1974, reprennent les mêmes recommandations et fournissent un tableau récapitulatif des recommandations dans les différentes provinces de l'île, voir annexe 11, dont l'examen montre une surprenante ubiquité de certaines variétés dans des milieux pourtant très différents. En fin de compte, ils peuvent limiter leurs recommandations à :

- H 53 et H 54 pour l'Ouest et le Sud,
- H 53 pour la Sakay et le moyen Ouest,
- H 60 et H 54 pour les plateaux,
- H 58 et H 54 pour la côte Est...

Les caractéristiques des variétés d'après GUILLOTEAU (1966), DULONG (1969)... sont reportées dans les annexe 12.

En ce qui concerne les techniques culturales sur manioc, s'il y a eu des expérimentations dans le sud malgache on n'en trouve pas trace dans la "littérature" disponible. Les recommandations fournies par DULONG (1969) – voir annexe 13 – et reprises par ARRAUDEAU, CHATEL et RAMANOELINA (1974), semblent plutôt résulter d'opinions acquises lors des travaux conduits dans la région du lac Alaotra et les Hautes Terres que d'essais réellement conduits dans le sud-ouest. C'est en particulier vrai en ce qui concerne la fertilisation : les données rapportées proviennent de tests en vases de végétation conduits en laboratoire (à Tananarive) dont la représentativité en ce qui concerne le manioc au champ sur les mêmes sols est pour le moins discutable ; les conseils de fumure qui en résultent, basés également sur l'estimation des exportations par J. VELLY⁽¹⁾, sont irréalistes dans les conditions paysannes actuelles :

- soit 10 à 20 tonnes de poudrette à l'hectare (où les trouver ?) ;
- soit 40 N - 90 P₂O₅ - 120 K₂O sous forme d'engrais minéraux.

Les recommandations relatives au travail du sol sont également discutables surtout quand elles s'appuient sur des observations visuelles des parties aériennes (il y a rarement corrélation avec le développement des racines).

1 Pour 40 tonnes de racines vertes : 73 N - 34 P₂O₅ - 87 K₂O - 20 Cao et 72 Mgo.

De façon générale, on retrouve dans les conseils (rotations, travail du sol, fumure...) une certaine conception conventionnelle du développement agricole en milieu tropical, maintenant abandonnée. Les voies proposées par L. SEGUY (cf. ses rapports de mission) sont pour le manioc, comme pour les autres cultures celles à tester et adapter aux conditions du sud-ouest.

3.2.2. Travaux actuels (FOFIFA)

Dans le cadre de la décentralisation générale des activités du FOFIFA, le programme manioc, nouvellement créé, a ouvert une "délégation" à Tuléar qui prend directement en charge les recherches dans la province. La démarche de l'ensemble du programme est fidèle à celle que suivait déjà l'IRAM, l'accent est mis sur les problèmes phytosanitaires et la sélection de variétés résistantes aux maladies.

Un double, de la plus grande partie (170 numéros) de la collection du lac Alaotra, a été mis en place sur la station de Befanimena pour y refaire un tri des variétés les mieux adaptées aux conditions locales. Cette collection est (ou sera ?) enrichie du matériel végétal introduit de l'IITA :

- soit sous forme végétative, par l'intermédiaire de vitroplants, fournissant des clones ;
- soit sous forme de graines correspondant à des hybrides – le manioc étant allogame – sur lesquels un travail particulier de sélection est à faire ; il vient de débiter.

Dans l'immédiat trois variétés H 35, H 43 et H 54 autrefois recommandées, cf. paragraphe précédent, sont mises en multiplication rapide pour être comparées aux variétés traditionnelles dans un réseau d'expérimentation multilocal associant le FOFIFA au CIRAGRI dans le cadre du PNVA. Douze essais étaient programmés en 1995/96.

Au fur et à mesure que du nouveau matériel végétal, dont celui en provenance de l'IITA, sera disponible, la gamme de variétés mises en essais dans les prochaines années sera enrichie. La rapidité avec laquelle sera effectuée la phase d'introduction des clones (vitroplants) jusqu'à l'obtention de bois en quantité suffisante pour l'expérimentation (multiplication rapide) sera déterminante pour accélérer le processus global de mise à la disposition des paysans des variétés améliorées. Cette question sera reprise dans le chapitre IV.

Clone	H 35	H 43	H 54
Nombre de tubercules par pied	5,73 ± 1,50	6,13 ± 2,52	5,89 ± 1,21
Poids de tubercules par pied (kg)	8,03 ± 2,16	5,85 ± 2,32	5,50 ± 1,46
Nombre de tiges aoûtées/pied	2,13 ± 1,62	2,55 ± 1,30	2,65 ± 1,0
Nombre de boutures aoûtées/pied	12,65	31,85	38,80
Nombre de boutures apicales/pied	32,25	38,20	55,90
Nombre de boutures total/pied	44,90	70,05	94,70

Traitement	Témoin	Thermothérapie	Ranomena
Nombre de tubercules par pied	3,73 ± 2,03	7,53 ± 1,91	6,49 ± 1,52
Poids de tubercules par pied	4,15 ± 2,34	8,44 ± 1,60	6,79 ± 2,04

D'après RANDRIANARISOA, HERISOA et RANOMENJANARY, 1995.

Tableau 13. Composants du rendement en racines et/ou ... boutures des trois hybrides du lac Alaotra recommandés par le FOFIFA.

Le FOFIFA ne se limite pas à la seule approche par la sélection de variétés résistantes dans la lutte contre la mosaïque en particulier, mais suivant les principes de lutte intégrée y associe l'approche du choix qualitatif et du traitement des boutures. Une première expérimentation prometteuse a été conduite pour tester l'effet de la thermothérapie ou d'un traitement au Ramonena⁽¹⁾ sur les trois variétés H 35, H 43 et H 54 (RANDRIANARISOA, HERISOA et RANOMENJANARY, 1995) **voir tableau 13 où sont fournies aussi d'intéressantes informations sur les variétés.**

Une enquête épidémiologique sur les maladies du manioc dans la province de Tuléar, comme celle qui a déjà été effectuée sur les Hauts Plateaux (RANOMENJANAHARY *et al.*, 1995), est en cours (ou prévue ?).

3.3. L'acquit des CIRA

Les instituts internationaux du CGIAR, les CIRA, ont été créés dans les années 60 et 70 ; disséminés dans les différents continents, ils ont des mandats hybrides avec en général un leadership mondial sur les travaux concernant certaines plantes, et une responsabilité plus large au niveau de la région où leur centre principal est situé.

Les deux d'entre eux qui concernent le manioc sont le CIAT et l'IITA :

- le CIAT basé à Cali en Colombie, avec une antenne à Bangkok pour l'Asie, à un mandat mondial pour le manioc ;
- l'IITA, créé plus tard, basé à Ibadan au Nigeria, a plutôt un mandat régional (Afrique humide) pour toutes les cultures. Il relaie le CIAT en ce qui concerne le manioc.

La collaboration entre les deux centres, sur cette culture est excellente (TAC, 1995).

Au niveau régional, les CIRA collaborent avec les SNRA, et toutes institutions de recherche et/ou développement qualifiées, via des réseaux.

Le FOFIFA représente Madagascar dans le réseau Afrique de l'Est : EARRNET, via lequel il reçoit un appui de l'IITA : formation essentiellement, mais aussi mission d'appui... et maintient des échanges avec la communauté scientifique internationale : participation aux comités (Anonyme, 1995) comptes rendus de travaux dans les rapports annuels du réseau (EARRNET, 1995).

Pendant la période de sommeil de la recherche sur le manioc, le CIAT et l'IITA ont obtenu certains résultats très importants. Ils ont surtout travaillé sur la phytopathologie et la sélection variétale, ce qui est la vocation affichée des CIRA, avec les synthèses agro-économiques régionales, et la physiologie (d'intérêt moins direct pour le développement). Leurs acquis dans ce domaine transférés à Madagascar devraient être profitables au pays. Avec la réserve que dans le cas du manioc les interactions variétés x milieux sont si fortes qu'il est très difficile de préjuger du comportement d'une variété dans une nouvelle région à laquelle elle paraît a priori adaptée.

1 Le Ranomena est obtenu à partir d'une distillation d'os

Par contre, les CIRA estiment que les techniques culturales au sens strict (travail du sol, fumure...) étant essentiellement dépendantes de l'environnement et différant beaucoup d'un milieu à l'autre sont l'affaire des SNRA. Les possibilités de transfert dans ce domaine paraissent plus limitées.

Quoi qu'il en soit une rapide revue des acquis des CIRA sur les techniques de production au sens large du manioc, en particulier dans les zones sèches, est fournie ci-après.

Remarque : Les généralités sur la physiologie de la plante et son adaptabilité à ces zones ont été exposées plus haut (§ 3.1.)...

3.3.1. Maladies et parasites du manioc

On s'accorde actuellement (LOZANO, 1992 ; YANINEK et SCHULTHESS, 1993 et 1994) que seule les méthodes de lutte intégrée (associant résistance génétique, contrôle biologique, méthodes de culture et enfin éventuellement en dernier ressort traitements phytosanitaires) sont envisageables dans le cas d'une culture de faible valeur marchande⁽¹⁾ comme le manioc

L'usage d'intrants coûteux, comme les produits phytosanitaires, est d'autant moins à recommander que le manioc possède une capacité de récupération, aux attaques de maladies et parasites, supérieure à celle des autres cultures. Cette propriété est liée à la longueur du cycle de la plante, à sa faculté de se mettre en "sommeil" (quand il fait trop froid ou trop sec...) Puis de repartir... bref aux qualités qui expliquent sa rusticité.

En ce qui concerne la lutte contre les parasites, arthropodes, les méthodes de lutte biologique sont privilégiées. Les plus nuisibles aujourd'hui en Afrique : la cochenille (*Phenacoccus maniboti*) et l'acarier vert (*Mononychellus tanajoa*) n'ont apparemment pas pénétré à Madagascar où n'y ont pas été dangereux⁽²⁾. Le pays n'est donc à priori pas concerné⁽³⁾.

Dans le cas des maladies (virus, bactéries, champignons) c'est la résistance génétique qui est privilégiée, en particulier pour la plus grave d'entre elles la mosaïque : virose ACM (African Cassava Mosaic) transmise par la mouche blanche *Benisia tabaci* et par la plantation de boutures provenant de pieds contaminés.

On a vu que Madagascar fut un pionnier dans le domaine de la sélection pour la résistance à cette maladie qui n'a jamais cessé d'être un problème sur le continent africain (TRESH *et al.*, 1994). Les travaux de sélection s'y poursuivent toujours depuis ceux de JENNING en Afrique de l'Est à ceux de l'IITA.

La gravité du problème de la transmission des maladies en général, et de la mosaïque en particulier, par boutures, ont conduit la communauté scientifique internationale à préconiser l'usage des vitroplants certifiés non contaminés comme seul mode d'échange international de clones.

1. Sauf situation particulière : proximité d'un marché de consommation de racines fraîches.

2. Les cochenilles que l'on y trouve sont elles d'une autre espèce ?

3. L'IITA a pratiquement réglé le problème de cochenilles en introduisant une guêpe qui les parasite : *Epidinocaris lopezi*.

3.3.2. Multiplication du manioc

Le manioc se plante et se multiplie par boutures, c'est assez rare chez les cultures vivrières pour qu'on en rappelle brièvement les contraintes et conséquences sur le développement de la production :

- la qualité des boutures âge du bois (aoûttement), grosseur et longueur de la bouture (nombre de nœuds) ont une grande importance sur le rendement surtout par le biais du taux de reprise des boutures donc de la densité de plants⁽¹⁾. Un pied ordinaire ne donne qu'une dizaine de boutures selon les normes habituellement conseillées⁽²⁾, le taux de multiplication de la culture : 10 est donc particulièrement faible.

En fait cela est surtout vrai en culture industrielle sur de grandes surfaces où la réussite de la reprise dans des conditions plus ou moins favorables (nécessaire étalement des plantations sur des grandes surfaces) est une priorité. C'est beaucoup plus discutable : en culture paysanne sur des surfaces faibles, et/ou à densité bien moindre, ou avec les moyens de contrôle (fertilité, irrigation...) dont peuvent disposer les institutions de recherche et/ou de développement ; dans ce cas on peut utiliser tout le "bois" y compris les extrémités des tiges. Le taux de multiplication est alors de deux à trois fois plus grand.

- les quantités de bois nécessaires, en poids et en volume sont très importantes : 800 à 1 000 kg (dix à huit "charrettes") pour un hectare planté à 10 000 pieds. Le coût du transport de telles charges est vite un facteur limitant. Il faut envisager une diffusion par étapes ;
- la partie qui sert de semence n'est pas la partie marchande et consommable (comme pour les céréales...), ce qui par contre est un avantage : après chaque culture on dispose en principe automatiquement de quoi planter dix fois plus de surface. La diffusion d'une variété peut se faire spontanément dans le seul processus de test d'adaptation multilocale d'une variété : essais comparatifs, tests multilocaux avec les paysans, "champs de démonstration" (par des volontaires convaincus) en vraie grandeur ;
- les vecteurs de maladies systémiques (virus...) s'accumulent dans les boutures. Au niveau régional certaines techniques permettent d'y pallier plus ou moins efficacement ; la première étant le choix de boutures sur des plants ou même des tiges restées saines au milieu de champs infestés, exploitant le phénomène de "réversions" (FAUQUET *et al.*, 1990) empiriquement connu depuis longtemps ; la deuxième étant la thérapie (voir § 3.2.) ; les deux techniques peuvent être associées ;
- les boutures en terre peuvent être attaquées par des maladies et parasites, en plantations industrielles, elles sont en principe traitées avec un mélange fongicide-insecticide qui semble difficile à envisager en culture paysanne non intensive, voir travaux actuels du FOFIFA dans le paragraphe précédent.

L'échange ou l'introduction de variétés pose un certain nombre de problèmes qui seront examinés successivement :

- l'assainissement d'une variété supposée contaminée que l'on souhaite "régénérer" ou destinée à être échangée avec un autre pays ;

1. Il est toujours possible de remplacer les manquants, mais en culture pure à densité normale les remplaçants ne produisent jamais grand chose (sensibilité du manioc à l'ombrage, ici celui des plants voisins).

2. Normes que l'on trouve dans tous les bons ouvrages... du *Mémento de l'agronome* au *Manuel IITA*.

- la culture et la multiplication rapide *in vitro* ;
- le sevrage des vitroplants ;
- la multiplication rapide à partir d'une faible quantité de "bois" ;
- la conservation des bois entre deux cultures, question qui peut être rapprochée des précédentes.

- Un article récent de FRISON (1994)⁽¹⁾ fait le point sur le premier problème : l'"assainissement" d'une variété.

Les cultures multipliées par voie végétative accumulent le virus et autres agents pathogènes systémiques, d'où la "dégénérescence" bien connue des variétés "historiques". Les techniques d'assainissement mises au point incluent une thérapie suivie d'une culture de méristèmes *in vitro* aboutissant à l'obtention de vitroplants qu'il faudra contrôler (pour l'absence de virus par des méthodes d'indexage) avant de pouvoir les expédier dans un autre pays, car ni le traitement thermique, ni la culture de méristème ne garantissent une élimination absolue du virus.

Les vitroplants certifiés sains peuvent être très rapidement multipliés par microboutures à 1 nœud, *in vitro*, avant expédition, où à la réception, par l'organisme demandeur si celui-ci dispose des installations nécessaires (hotte à flux laminaire...).

- En ce qui concerne le "sevrage" des vitroplants, qui est un point délicat de l'introduction de nouveau matériel et son transfert rapide en milieu réel avec le minimum de pertes, on peut se référer au court article de NG *et al.*, 19.... dans photocopie *in extenso* en annexe 15.

Les installations nécessaires dans ce cas sont légères, à la portée d'un projet tel le PSO (qui par la suite peut les léguer). L'état sanitaire des plants sevrés peut alors être contrôlé par les services compétents (service provincial ou direction nationale de la PV ?) avant d'être multipliés, puis testés en expérimentation multilocale puis éventuellement diffusés.

- De nombreuses publications sur la multiplication rapide sont disponibles⁽²⁾.

Le guide IITA rédigé par J.A. OTOO (1994) paraît le plus pratique, voir annexe 16.

- Le problème du stockage des bois entre deux cultures a fait l'objet d'une récente mise au point de M.C.M. PORTO, voir annexe 17.

Ces techniques sont déjà bien connues des techniciens malgaches depuis des décennies.

1. Cf. aussi FRISON and FELICI, 1991, Technical guidelines for the safe movement of Cassava germplasm, publié par l'IBPGR et la FAO, voir annexe 14.

2. Un stage sur ce thème a été organisé à Madagascar en 1995 dans le cadre de EARNET, les agents du FOFIFA formés à cette occasion organisent à leur tour des stages au niveau provincial.

Tableau 14. Exportations minérales comparées des principales cultures pratiquées dans le sud-ouest malgache, en culture pluviale (d'après AMARASI et PERERA, 1975, cités par HOWLER, 1991).

Culture de production en t/ha ⁽¹⁾			Mobilisation kg/ha			MS ⁽²⁾ exportation t/ha	Exportation kg/ha de MS		
			N	P	K		N	P	K
Manioc	racines fraîches	45	62	10	164	13,5	4,6	0,74	12,1
	total		102	32	286	-	-	-	-
Maïs	grains	4	64	7	13	3,4	18,6	2,0	3,8
	total		118	11	155	-	-	-	-
Arachide	graines	1,8	88	5	12	1,5	56,8	3,2	7,7
	total		101	6	34	-	-	-	-
Riz	grains	5	58	12	10	4,3	13,5	2,8	2,3
	total		100	18	151	-	-	-	-

1. Ces rendements sont bien supérieurs à ceux du sud-ouest malgache bien qu'obtenus sur des alfisols dans une zone sèche, donc dans des conditions édaphoclimatiques voisines ; on peut les considérer comme les rendements potentiels localement.

2. Sur la base d'une teneur de 30 % en MS (matière sèche) pour les racines et 85 % pour les grains.

Tableau 15. Variabilité des exportations minérales par les racines du manioc, en fonction de la variété du milieu de la fumure.

Variété	Fumure	Rendement (/ha frais)	Exportation kg/ha			MS ⁽²⁾ exportation t/ha	Exportation kg/ha de MS		
			N	P	K		N	P	K
M Col 22	F	59	152	22	162	21,7	7,1	10	7,5
M Ven 77	F	37,5	67	17	102	14,0		1,2	7,3
M Ven 77	O	26	20	7,5	55	10,8	2,5	0,7	5,1
Rayong 1	F	18,3	32	3,6	64	5,5	5,8	0,65	6,65
Rayong 1	O	8,7	13	0,9	4	2,7	4,9	0,5	1,65
H 54	F	40	93	12	145	14,5	6,4	0,8	10,0
J.A. (APG)									
Madras	O	7,5	25	1	6,5	10	0,4	2,6	
Madras	F	14	30	2,5	23	4,7	6,5	0,5	5,0
Cours 1951	F	50	85	27	180				

3.3.3. Les variétés adaptées aux zones semi-arides

Un programme de sélection de variétés adaptées à la sécheresse a été entrepris en 1991 par le CIAT associé à l'IITA pour l'Afrique, l'EMBRAPA et le CNPMF pour le Brésil. EL SHARKAWY (1995) a rendu compte des résultats encourageants obtenus pendant la première phase : *"plusieurs clones, ayant un bon potentiel de rendement, tolérants des sécheresses prolongées et résistants aux principales maladies et parasites, ont été identifiés... de plus ces variétés ont des teneurs en matière sèche (dans les racines) convenables et des taux de HCN faibles à moyen... Ce matériel végétal est utilisé pour de nouvelles créations variétales et sélection en Afrique et Amérique latine pour obtenir des variétés localement adaptées"*.

On ne trouve guère de précisions sur ces variétés dans la "littérature" ordinaire ; il faudrait pouvoir avoir accès à toute la "littérature grise" du CIAT et de l'IITA ou mieux, interroger un ou plusieurs responsables de ce programme.

On a vu que ces variétés étaient sélectionnées pour leur résistance à la sécheresse, mais aussi pour leur tolérance aux principales maladies, ici la tolérance à la mosaïque serait prioritaire, et aussi leur teneur faible à modérée en HCN.

Sur ce dernier point, il faut rappeler que :

- les variétés pauvres en HCN sont en principe "douces", celles qui sont riches en HCN sont amères. Les consommateurs disposent ainsi d'un indicateur de non toxicité qui se trouve en plus coïncider avec un indicateur de saveur. Cependant, la corrélation entre goût amer et teneur en HCN ne serait pas systématique ;
- les conditions de milieu et les techniques culturales ont des effets très nets sur les teneurs des racines en HCN. Elles semblent d'autant plus élevées que les sols sont très pauvres, lessivés en bases ... ce qui est surtout le cas des sols ferrallitiques sous climat pluvieux : des fumures organiques et/ou minérales y remédient partiellement ;
- le simple séchage au soleil dans de bonnes conditions (cas du sud-ouest malgache) élimine déjà une bonne partie de l'HCN ;
- il existe des procédés de transformation qui éliminent l'HCN, préalablement et/ou en cours de leur préparation culinaire : comme le rouissage dont on remarquera qu'il n'est pratiqué qu'en zone humide, où les sols sont extrêmement pauvres et le soleil fait défaut pour un séchage aisé satisfaisant ;
- les risques d'intoxication grave, jusqu'à empoisonnement mortel, ne seraient vraiment sérieux que si le manioc était un élément de base systématique d'une alimentation par ailleurs carencée en protéines et en iode (Howeler *et al.*, 1990.....).

3.3.4. Fertilisation du manioc

■ Mobilisations et exportations minérales comparées du manioc

Les exportations minérales, exprimées en kilo de N, P et K par tonne de matière sèche utile (racines tubérisées) sont sensiblement inférieures pour N et P, mais équivalentes pour K à celles des autres cultures voir tableau 14. Mais comme la production de racines peut être très élevée (ce qui est lié au très long cycle de la culture) bien supérieure à celle des céréales par exemple, les exportations minérales exprimées en kg/ha peuvent

être du même ordre que celles des autres cultures pour N et pour P et très largement supérieures en ce qui concerne K.

La plante n'a pas vraiment de "phase critique"⁽¹⁾ quant à ses besoins en eau ou en éléments minéraux. Les mobilisations minérales sont étalées dans le temps avec une croissance relativement lente ; les besoins instantanés ne sont jamais très élevés ; c'est une des raisons pour laquelle le manioc s'accommode de sols pauvres. Mais le cumul des prélèvements sur un long cycle s'élève au bout du compte à des quantités considérables aux dépens des réserves du sol. C'est à tort cependant que l'on considère le manioc comme une plante épuisante ; ce n'est pas pour ce motif que les paysans le mettent en fin d'assolement, mais parce qu'il s'accommode de sols déjà épuisés ; c'est un cercle vicieux.

Les prélèvements finaux sont fonctions de la composition minérale des racines et du rendement ; lesquels dépendent de nombreux facteurs : pluviométrie, longueur de cycle, variétés et... richesse du sol.

Sur un sol pauvre les rendements en racines et les teneurs en éléments minéraux sont faibles, sur un sol riche (ou fertilisé) les rendements et teneurs des racines en NPK sont élevées ; ainsi par exemple pour s'en tenir à des résultats obtenus à Madagascar a-t-on obtenu sur les Hauts Plateaux (ARRIVETS, 1980) :

Conditions ⁽¹⁾	Variété	Production racines t/ha	Teneur en % de la MS ⁽²⁾		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Sol riche + FM	H 54	40	0,70	0,22 (0,09)	1,30 (1,1)
Sol pauvre + O ou fu	Madras	7-8	0,65	0,13 (0,05)	0,60 (0,5)
Sol pauvre + Fm	Madras	14	1,0	0,09	0,32

1. O = pas d'engrais ; fu = 5 t/ha de "poudrette de parc"

fm = fumure minérale faible

FM = fumure minérale forte

2. Les chiffres entre parenthèse expriment les teneurs en P et K respectivement pour P₂O₅ et K₂O.

Tableau 16. Variabilité de la composition minérale des racines sur les Hauts Plateaux malgaches.

Remarque : On note dans le tableau ci-dessus que le rendement du traitement sans fumure est de 7-8 t/ha ce qui est supposé être aussi la moyenne dans le sud-ouest.

Dans un système intensifié, avec fertilisation, les exportations minérales sont donc multipliées plus que proportionnellement au rendement par rapport au système traditionnel sans engrais.

1. Comme la floraison pour le maïs par exemple, pendant laquelle la plante ne peut pas se passer d'eau et prélève près de la moitié de ses mobilisations minérales totales en trois semaines.

Les exportations minérales tant à l'hectare que par tonne de MS racines sont finalement extrêmement variables, voir tableau 15. Il est difficile de dire à priori qu'elles peuvent être les exportations des cultures de manioc dans le sud-ouest, dans différentes circonstances.

Si les essais de fumure annuels (dont le site est déplacé tous les ans) montrent rarement un effet de l'apport de K sur la production, les essais de longue durée indiquent que la carence en K devient systématiquement au bout de quelques années, le premier facteur limitant de la production en culture continue du manioc. Des rendements élevés ne peuvent être soutenus qu'avec l'apport de 100 kg K₂O/ha/an.

Le seuil de déficience serait pour la potasse échangeable du sol compris entre 0,15 et 0,18 me./100 g de K, soit 60 à 70 ppm (HOWELER, CIAT)⁽¹⁾.

La productivité d'un sol épuisé, en ce qui concerne le manioc, peut être rapidement restaurée par des apports de potassium avec éventuellement un complément minimal de NP. C'est bien l'épuisement en potasse qui est la première cause du déclin des rendements du manioc en culture continue (HOWELER, 1991).

3.3.5. Les techniques de travail du sol (techniques culturales au sens étroit)

Un article d'HOWELER, EZUMAH et MIDMORE (1993) fait le point sur la question : *"... il y a eu peu de recherches sur le travail du sol/manioc, elles ne sont ni complètes, ni méthodiques mais, le plus souvent, de nature empirique et valable pour un milieu bien défini, restreint. On estime communément que sur les sols légers et les défriches récentes peu de travail est nécessaire, par contre le labour est utile sur les sols lourds ou compactés..."*

"... les sols labourés retiennent moins l'eau que les sols labourés, le billonnage ou la construction de buttes expose le sol à plus se dessécher et accroître sa température en période sèche surtout..."

"... le mulch augmente sensiblement l'humidité du sol pendant la saison sèche, tout en abaissant sa température (et les écarts de température jour/nuit)... en saison sèche la croissance des racines est fonction de l'humidité de l'horizon 0-30 cm... les plantes à racines tendent à avoir un système racinaire fibreux plutôt faible et superficiel⁽²⁾, qui les rend sensibles à la concurrence racinaire des adventices ou des cultures plantées en association..."

Un autre facteur à prendre en considération quand on traite du travail du sol est celui des risques d'érosion. Le manioc planté à faible densité et dont la croissance végétative est lente, ne couvre bien le sol que vers 3 mois ; il laisse le sol très exposé durant ce temps, dans une période critique, pour l'érosion : le début de la saison des pluies. Le danger est d'autant plus grand que le manioc s'accommode des sols érodés du fait de sa rusticité, mieux que les autres cultures.

1. Si l'on vise les 40 t/ha, mais des rendements de 25 à 30 tonnes ont été obtenus avec des teneurs de 0,08 à 0,10 me/100 g de K sur les Hautes Terres malgaches.

2. Ceci est en contradiction à ce que dit ailleurs EL SHARKAWY (19.....) ; la contradiction n'est peut être qu'apparente. La vérité est que le système du manioc étant extrêmement fragile est très difficile à étudier. On ne trouve pratiquement pas de référence sur le sujet sauf (EL SHARKAWY.....).

*Certaines techniques culturales et/ou antiérosives permettent de sensiblement réduire l'érosion mais seules peuvent être acceptées par les paysans, celles qui n'entraînent pas de baisse de rendements et qui ne sont pas trop coûteuses (HOWELER *et al.*, 1993). Les risques et les techniques de lutte appropriés ne peuvent être étudiés que localement, adaptés aux conditions physiques et socio-économiques de la région. Parmi ces techniques : le non travail du sol et l'on a déjà vu qu'il n'était pas nécessaire sur les sols légers ; double raison⁽¹⁾ d'adopter cette voie⁽²⁾ ou du moins celle du travail minimal : travail sur la seule ligne de plantation⁽³⁾ tracée en contour en travers de la pente, alternant avec des bandes non travaillées ; mais il faut pour cela maîtriser les mauvaises herbes.*

3.3.6. Les cultures associées

Le manioc est très souvent cultivé avec d'autres plantes dans les systèmes traditionnels en petit paysanat ; en particulier avec des cultures à cycle court, comme les maïs de 101-120 jours, semées plus ou moins en même temps que le manioc est mis en place ; elles profiteront de la croissance lente du manioc pendant les premiers mois.

Par ce biais, on assure en même temps qu'une production complémentaire, la couverture du sol en début de saison des pluies contre l'érosion et l'entretien contre les mauvaises herbes, problème que nous venons d'évoquer. La culture associée présente d'autres avantages :

- une réduction des risques par rapport à la culture pure ;
- éventuellement une meilleure productivité du travail qu'en culture pure.

Sur ce dernier point on se réfère évidemment aux systèmes traditionnels en petit paysanat, car on considère que de façon générale la culture associée est peu compatible avec l'utilisation d'intrants modernes : mécanisations, emploi d'herbicides et pesticides.

Les études sur les cultures associées ont d'ailleurs commencé assez tard, après que l'on se soit rendu compte que le simple transfert du modèle européen (ou américain) en milieu tropical n'avait conduit qu'à des échecs.

En ce qui concerne le manioc, les premières synthèses ont été publiées vers 1980 (NESTEL et CAMPBELL, 1979 ; LEIHNER, 1983). La plus récemment publiée (MUSTSAERS, EZUMAH et OSIVU, 1983) offre un remarquable bilan sur la question tant par l'étendue de la documentation consultée que par son ambition : approche à la fois agronomique et physiologique (explicative). Malheureusement les références concernent presque exclusivement les zones humides, les recherches en région sèche étant dans ce domaine comme dans les autres très rares sur manioc. Les conclusions de l'article, directement traduite ci-dessous, peuvent cependant être considérées comme d'un intérêt universel.

"Croissance du manioc et des cultures associées :

Malgré de considérables travaux de recherche, les mécanismes physiologiques impliqués dans les interactions entre plantes dans les systèmes à base manioc ne sont

1. Un troisième raison étant que le travail du sol est réputé accélérer la baisse du taux de matière organique du sol.

2. C'est d'ailleurs ce que font un peu partout les petits paysans.

3. Ou plus simplement des emplacements où seront plantées les boutures.

encore pas complètement compris. De nouvelles études analytiques de la croissance devront être poursuivies dans l'avenir. Néanmoins on peut faire quelques généralisations.

1. Les associations du manioc avec du maïs et des légumineuses à graines peuvent montrer un réel avantage par rapport aux cultures pures. Cela est principalement dû à la complémentarité dans le temps qui permet aux espèces à cycle court d'exploiter le "milieu" en début de saison sans effet dépressif, sinon modéré, sur la production de manioc.
2. La réduction de croissance du manioc provoquée par une légumineuse à port bas paraît persister après la récolte de la légumineuse, et les avantages de culture associée avec des légumineuses à grains décroissent quand la durée du cycle de la légumineuse augmente. L'association est la plus favorable quand le cycle de la légumineuse n'est pas supérieur à 90 jours.
3. Les espèces et cultivars à port bas présentent de grandes différences d'agressivité pouvant affecter la réponse du manioc⁽¹⁾.
4. Le manioc présente un haut degré de plasticité quand il est associé au maïs. La croissance initiale du manioc est fortement réduite par le maïs associé mais est dans une large mesure compensée par une "récupération" de la croissance du manioc après la récolte du maïs, et probablement un meilleur index de récolte que pour du manioc en culture pure. Le cas du soja paraît intermédiaire entre celui du maïs et celui des légumineuses à port bas en ce qui concerne leurs effets sur le manioc.
5. L'avantage biologique de l'association manioc-maïs peut disparaître quand la croissance du maïs est trop vigoureuse, car alors le manioc ne récupère pas du stress (de la compétition). Ceci est observé quand les rendements du maïs sont supérieurs à 3,5 t/ha, mais ce seuil dépendrait de la variété de maïs.

Implication pour la sélection

La sélection de variétés de maïs pour de hauts rendements en culture pure dense fournira des variétés qui seront probablement, aussi, optimales, pour la culture associée avec le manioc.

Les meilleures variétés de manioc pour l'association avec le maïs seront caractérisées par leur vigoureuse récupération après la récolte du maïs et probablement un index de récolte élevé.

Les légumineuses à graines adaptées à l'association avec le manioc devront être peu vigoureuses et de cycle de préférence inférieur à 90 jours.

Les caractéristiques des variétés de manioc souhaitables pour l'association avec des légumineuses ne sont pas évidentes...

Implications pour l'agronomie

... les techniques qui conduisent à des rendements de maïs élevés (supérieur à 3,5 t/ha) peuvent se traduire par un effet trop dépressif sur la récolte de manioc et la perte des avantages de la culture en association, par-là accroissant les risques du

¹. Les variétés de manioc sont elles-mêmes plus ou moins sensibles à cette compétition (Kinuani/arachide par exemple).

systeme⁽¹⁾... L'association manioc-maïs est moins bien adaptée à l'agriculture intensive (forts intrants) ou à milieu très fertile, à moins que le maïs soit associé à très faible densité. Sinon, dans ces conditions l'association avec des légumineuses est préférable.

Il y a peu d'information sur l'effet de la longueur du cycle du manioc sur la production du manioc en association. Manifestement, le manioc a besoin de temps pour récupérer de la compétition et l'effet dépressif sera sévère si le manioc est récolté avant 7 mois (OKOLI et WILSON, 1986). Dans la plupart des expériences, le manioc était récolté vers à peu près 12 mois quand le manioc avait largement récupéré. On a besoin de plus d'informations sur la croissance et la répartition de la matière sèche après 12 mois."

3.3.7. Les rotations incluant le manioc

Il ne semble plus y avoir d'études, du moins dont les résultats sont publiés, sur cette question ; elle est passée de mode, juge-t-on qu'elle n'est plus pertinente parce qu'en pratique on ne trouve que du manioc en culture continue ? Il n'en est pas question dans le "Manuel de référence" IITA, 1990, c'est dire. Il faut remonter à des publications anciennes et/ou plus ou moins académiques (les cours du CIAT et de l'IITA, le *Mémento de l'agronome*) pour trouver quelque chose sur le sujet. Les recommandations sur l'alternance de la culture du manioc avec des légumineuses de couverture type pueraria, utilisées comme engrais vert, tirés entre autres de l'expérience malgache dans la région de Moramanga dans les années 40 et 50 pourraient être revues à la lumière de la démarche actuellement préconisée par L. Séguy, dans le cadre de l'expérimentation sur les systèmes de culture qu'il propose pour le PSO.

3.4. Diffusion des variétés

C'est une étape cruciale, comme le montre l'absence d'effet, d'adoption des recommandations de l'IRAM dans le Sud-Ouest dès les années 60 (H 53...) ; les CIRA en ont pris conscience assez récemment.

1. Ce peut être le cas d'une fumure trop forte du maïs

Chapitre IV

Discussion, conclusion, recommandations

4.1. Résumé et discussion

4.1.1. Intérêt et développement de la culture du manioc

L'intérêt de la culture du manioc et de son développement n'est pas particulier au sud-ouest malgache, il est général sous les climats semi-arides où on lui reconnaît beaucoup d'avantages qui s'ajoutent aux qualités qu'on lui reconnaît déjà dans toutes les écologies, à savoir :

- l'efficacité de sa photosynthèse permettant d'obtenir des productions très élevées quand toutes les conditions sont favorables, et d'exploiter au mieux celles qui le sont moins ;
- une extraordinaire plasticité d'adaptation aux circonstances adverses : climatiques, phytopathologiques ou parasitaires, pauvreté des sols... dues à sa capacité de se mettre en "sommeil végétatif" puis à reprendre sa croissance quand les conditions extérieures s'améliorent ;
- une très grande souplesse vis-à-vis du calendrier de culture : échelonnement des plantations et des récoltes, possibilité de garder longtemps les racines en terre ;
- sa compatibilité, on peut même dire complémentarité, avec des cultures à cycle court, en culture associée.

En climat sec et pluviométrique aléatoire il s'adapte en fermant ses stomates dès que l'humidité de l'air s'abaisse en dessous d'un certain seuil, fonctionnant au ralenti pendant des semaines, en exploitant "à l'économie" les réserves d'eau du sol, avec encore l'avantage d'utiliser le maximum de ses réserves grâce à un enracinement (racines non tubérisées) profond.

L'extension spontanée de la culture que l'on constate actuellement a conduit les institutions internationales à s'intéresser spécifiquement aux problèmes de la culture du manioc dans les zones sèches. D'importants travaux, desquels le PSO pourrait tirer parti, ont déjà été réalisés.

Comme c'est souvent le cas avec les institutions du CGIAR, l'essentiel de ces travaux concerne la sélection variétale, et bien peu les techniques culturales qui sont considérées comme trop dépendantes des conditions physiques et socio-économiques locales, donc du ressort des SNRA plus que des CIRA (IITA et CIAT).

4.1.2. Amélioration de la production via la sélection variétale

Les travaux actuellement menés par le FOFIFA dans le sud-ouest concernent également en priorité l'amélioration variétale, un des principaux critères de sélection étant la résistance à la mosaïque considérée comme le principal facteur limitant de la production.

Tant que l'enquête du SPPV sur les problèmes phytosanitaires de la région n'aura pas fourni l'information nécessaire, on ne doit préjuger de la gravité réelle de la mosaïque sur tout ou partie de la région. On peut cependant remarquer :

- que les symptômes de la maladie ne paraissent pas très alarmants dans les zones visitées en décembre 1996 ; qui ne seraient d'ailleurs pas les plus touchées ;
- que les variétés actuellement cultivées sont les mêmes, en grande partie, qu'il y a 30 à 40 ans, ce qui impliquerait a priori, soit que la mosaïque n'est pas un très sérieux problème, soit que ces variétés sont déjà tolérantes à la maladie. Si l'on en croit l'enquête ITK, les rendements actuels de ces variétés, et des systèmes paysans globalement, sont très convenables : 10-15 t/ha ; mais ces données sont à prendre avec beaucoup de réserve et pour le moins à confirmer. Ces variétés locales ont déjà servi de témoin dans les essais variétaux des années 50 et 60, avec des rendements très acceptables. Les hybrides du lac Alaotra, préconisés à la suite de ces recommandations, anciennes et répétées, n'ont eu semble-t-il aucun succès, puisqu'on n'en trouve pas trace apparente. On peut penser que :
 - soit les recommandations de la recherche n'ont pas été relayées par une action des services de développement pour diffuser ces variétés. Cela s'est déjà vu,
 - soit les variétés hybrides qui se montraient supérieures aux variétés locales **dans les essais conduits par la recherche en station**, se sont moins bien comportées **chez les paysans en milieu réel** ; il conviendrait alors de savoir pourquoi, si c'est encore possible (peu probable). D'où l'importance des essais en milieu réel, avec la participation active des paysans ;
 - soit ces variétés sont bien actuellement cultivées mais sous d'autres noms, les travaux en cours d'inventaire, description et identification, du FOFIFA, nous éclaireront sur ce point.

La création variétale demande beaucoup de temps : 10 ans d'après le CIAT entre les opérations de croisement et la diffusion chez les paysans.

Le processus de simple sélection de variétés étrangères, obtenues sous des climats semblables, est déjà long compte tenu : de l'obligation de passer par la vitroculture, des voies adaptées par le FOFIFA⁽¹⁾ (via les services de quarantaine de la PV à Tananarive) et de l'incompressible phase de test en milieu contrôlé puis réel. Même si on parvient à accélérer ce processus au niveau de l'introduction/sevrage et/ou celui de la multiplication rapide du matériel nécessaire à l'expérimentation, il est peu probable que cela puisse avoir un effet dans le cadre de la durée du projet.

1. C'est une affaire purement nationale à régler entre les différents services compétents.

Dans une perspective plus lointaine, la sélection variétale paraît la solution la plus prometteuse ; il serait quand même surprenant que l'on ne trouve pas dans un matériel sélectionné particulièrement pour son adaptation à la sécheresse et sa résistance aux maladies, des variétés supérieures à celles qui furent créées il y a une trentaine d'années pour d'abord résister à la mosaïque et qui furent recommandées dans les régions (et donc climats) les plus divers de la grande île.

L'introduction de variétés est l'affaire du Service Nationale de Recherche Agronomique et ne peut être envisagée qu'en étroite relation avec le FOFIFA ; les différentes étapes en sont :

- préparation des vitroplants au niveau de l'expéditeur (en pratique l'IITA) ;
- à Madagascar : réception, sevrage, contrôle phytosanitaire, premier parc à bois ; le contrôle phytosanitaire doit être toujours supervisé et contrôlé par les Services de Protection des Végétaux ; pour le reste trois possibilités sont envisageables :
 - réceptionnaire FOFIFA/TANA s'appuyant sur le SPV central (processus actuel),
 - réceptionnaire FIFAMANOR, avec SPV Antsirabé,
 - réceptionnaire FOFIFA/Tuléar, s'appuyant sur PSO, avec SPV Tuléar.

La voie suivie actuellement par le FOFIFA : sélection dans le matériel déjà disponible à Madagascar, se situe dans la même échelle de temps que le PSO. Elle comprend les étapes finales que l'on trouve quelle que soit la voie envisagée (introduction...) :

- la multiplication rapide d'un matériel végétal disponible en très faible quantité, pour pouvoir entreprendre les tests variétaux ;
- les essais comparatifs en milieu contrôlé ;
- les test en milieu réel avec la participation des paysans ;
- la diffusion des clones retenus.

Cette partie de la "chaîne" sera traitée dans le paragraphe 4.2., mais on peut dire déjà que les conditions premières du succès des travaux de sélection, est qu'ils soient conduits dans les conditions réelles des paysans avec leurs contraintes effectives :

- nécessité d'assurer la survie du système avec le minimum de risques, la qualité des tiges, la faculté de se conserver plus ou moins longtemps avec un bon potentiel de reprise ont dans ce cas une grande importance ; la production de racines n'est pas seule à prendre en compte ;
- systèmes sans ou avec le minimum d'intrants importés ; disponibilité limitée de fumure organique ;
- sols déjà pauvres, pas de rotation envisagée dans l'immédiat ;
- culture associée avec maïs, arachide... ;
- utilisation diverse de la production notamment pour l'autoconsommation (besoins échelonnés) donc récolte échelonnée avec premiers arrachages très précoces.

On constate déjà qu'un bon nombre d'informations nécessaires ne sont pas disponibles, et qu'il est nécessaire de poursuivre le travail de diagnostic, d'enquêtes, à plusieurs niveaux : exploitation et filière.

4.1.3. Possibilités d'augmentation de la production avec de meilleures techniques culturales

Les qualités qui permettent au manioc de produire dans les conditions les plus variables et les plus difficiles, qui le rendent si attractif pour le petit paysannat en situation précaire, sans moyen, ont leur revers : c'est une culture pauvre, à faible valeur marchande⁽¹⁾, produit souvent à moindre coût par des gens peu exigeants quant à leurs revenus. L'intensification de cette est donc difficile, la rentabilisation des intrants : engrais, pesticides, mécanisations sont problématiques. Les exemples de culture modernisée sont très rares, en Afrique du moins.

Autant les travaux sur l'amélioration variétale ont pu avoir un certain succès pratique (adoption des variétés IITA au Nigeria⁽²⁾) on n'a pas d'exemple d'amélioration des techniques culturales qui aie été diffusée et adoptée.

Passant en revue les techniques habituelles d'augmentation des rendements dans les systèmes modernes conventionnels, on constate :

- que la mécanisation se limite en pratique à la préparation des sols, alors que l'efficacité du labour, surtout sur les sols sableux, n'est pas certaine. La mécanisation des autres opérations culturales, en particulier celle qui demande le plus de main-d'œuvre : la récolte, ne sont pas vraiment au point ;
- l'emploi de produits phytosanitaires n'est pas envisageable ; c'est d'ailleurs pourquoi on a privilégié la recherche des résistances variétales ;
- la réponse à la fertilisation minérale est difficile à prévoir pour N et P, n'est sensible pour K que lorsque le sol est vraiment épuisé. De plus, la totalité des engrais potassique doit être à Madagascar importée. La fumure organique est plus accessible et plus prometteuse, mais il y a actuellement peu de fumier disponible ; il faut améliorer l'ensemble du système de production pour qu'il produise plus de fumier ;
- l'irrigation, technique coûteuse utilisant un produit rare, est plutôt recommandée pour des cultures de plus grande valeur marchande que le manioc (maraîchage...) ; on regarde plutôt du côté des techniques pouvant économiser l'eau :
 - suppression des mauvaises herbes : le sarclage mécanique (culture attelée ou motorisée) est possible en tout début de culture : 1-2 mois,
 - mulching : c'est apparemment une méthode très efficace en début de saison sèche : mais où trouver les "pailles" nécessaires ?

4.2. Propositions (provisoires, à discuter)

L'enquête ITK a permis d'avoir une bonne vue d'ensemble sur la production du manioc dans l'aire d'action du PSO, en particulier d'avoir un inventaire des divers systèmes de cultures, plus nombreux que l'on pensait, que l'on y rencontre. Il convient maintenant d'évaluer l'importance relative de chacun (pour la sécurité alimentaire et/ou comme source de revenu, ou comme offre dans différentes filières), et d'étudier comme les principaux d'entre eux peuvent être étudiés.

1. De plus, c'est un produit pondéreux, volumineux (75 % d'eau) voyageant et se conservant mal.

2. Encore que la diffusion de ces variétés dans les autres pays paraisse bien limitée (cf. Enquêtes COSCA).

Le programme peut en première approximation se décomposer en quatre grands volets : en zonage géographique et systèmes de culture se recoupent :

- les systèmes de cultures "irrigués" : sud du couloir d'Antseva et zone côtière ; production de manioc pour la vente de racines fraîches ;
- le système à deux saisons des pluies : Andranovory-Vineta, production de cossettes exportables ;
- les systèmes fluviaux à une seule saison des pluies :
 - zone Befandriana nord du couloir d'Antseva ouverte sur le marché et existence de grandes exploitations,
 - zone d'Ankazoabo, apparemment fermée sur elle-même.

Les études (compléments d'enquêtes) et les recherches (variétés et techniques culturales) doivent être "régionalisées", décentralisées selon ce découpage.

4.2.1. Compléments d'enquête

Il ne paraît pas utile de refaire une enquête systématique ITK malgré les lacunes constatées, notamment dans le domaine du post-récolte et de l'utilisation de la production. Cependant, si une enquête globale sur les **systèmes de production** et non des systèmes de culture spécifiques (maïs, manioc...) était prévue, en liaison avec l'étude sur image satellite des surfaces cultivées (évaluation par plante, évolution...), il conviendrait d'y inclure les volets : système manioc pur et système manioc-maïs associé.

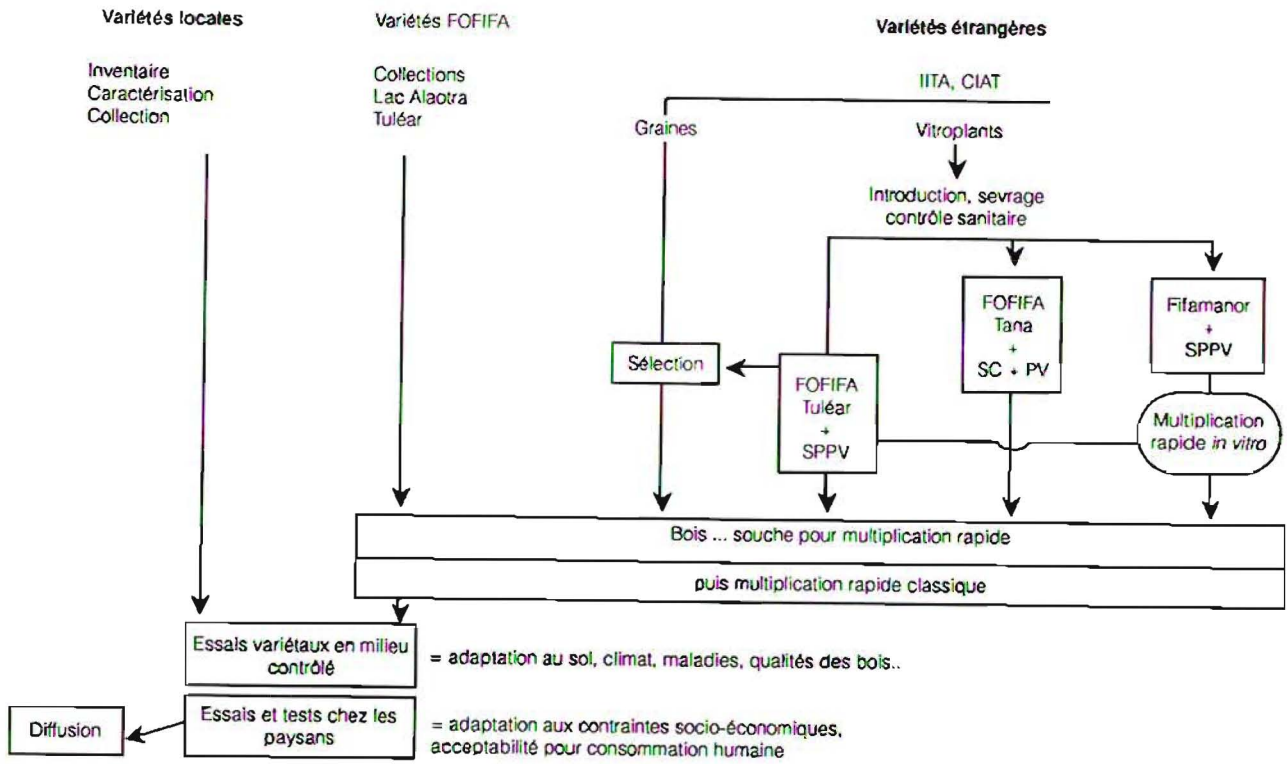
Les différentes variantes étant maintenant identifiées, on peut en établir les monographies et combler les lacunes au cours d'interview de groupes au niveau des villages et des producteurs pris isolément (recoupement des informations). Ne seront plus nécessaires que des enquêtes complémentaires très ciblées, effectuées à des périodes bien précises, et de modalités adaptées à chaque cas. Ce sera le cas pour la réévaluation des rendements (sur des placeaux de 40 m²).

Deux autres points demandent à être repris ou précisés :

- la préparation des cossettes et l'incidence sur les teneurs en HCN sur les variétés locales et au besoin des variétés connues pour leur teneur en HCN ;
- l'autoconsommation : quantité/calendrier, modes de préparation ;
- ventes et achats de manioc calendrier avec quantité et prix.

Si la mission d'un agro-économiste spécialiste des filières est toujours programmée par le PSO, ce sera l'occasion de préciser au mieux les termes d'une enquête sur cette sous-filière autoconsommation-marché locale en même temps que seront définis ceux des enquêtes sur les autres sous-filières (Hauts Plateaux et exportation).

Figure 6. Diagramme des opérations de sélection



4.2.2. Expérimentation sur les variétés

La figure 6 représente les différentes voies de tri variétal envisageables suivant les sources du matériel végétal, avec les différentes étapes rencontrées dans chaque cas.

Le choix des solutions retenues doit être discuté avec le FOFIFA et les opérations qui en découlent réparties d'accord partie entre le PSO et le FOFIFA.

Il paraît possible de faire introduire et sevrer directement les vitroplants à Tuléar, avec un appui financier⁽¹⁾ et au besoin du personnel d'appoint, du PSO.

La multiplication rapide en quantité suffisante pour des essais comparatifs multilocaux (avec les variétés locales comme témoins) peut être répartie entre plusieurs organismes avec une supervision de l'ensemble par le FOFIFA. Il conviendra de différencier les essais suivant le système de culture que l'on cherche à améliorer, avec des dates de plantation et de récolte (donc longueur du cycle aussi) en conséquence⁽²⁾. Il est préférable que déjà à ce niveau les techniques culturales soient aussi proches : pas d'engrais minéraux, éventuellement cultures intercalaires...

Les variétés devront être jugées sur la production de racines en quantité et qualité (teneur en MS et en ALN), leur acceptabilité par les paysans... et aussi la production de bois : quantité et qualité (aptitude à la conservation).

Les essais et tests en milieu réel, faits chez et avec les paysans sont plutôt du ressort du PSO.

N.B. : Les opérations : sevrage, multiplication rapide, conservation des bois que l'on retrouve dans le processus de sélection sont décrites en détail dans les annexes (cf. Chapitre III).

4.2.3. Expérimentation sur les techniques culturales

Cette expérimentation doit être spécifique à chaque système de culture, ceux-ci se justifiant d'ailleurs, dans leur originalité, par les contraintes du milieu. La vocation du PSO n'est pas de faire de la recherche sur toutes les questions qui se posent. Un exemple : il serait intéressant de savoir dans quelle mesure les racines du manioc continuent à grossir, à accumuler de l'amidon après l'arrêt des pluies, pour déterminer la date optimale de récolte et estimer les gains ou pertes consécutifs au choix d'autres dates de récolte, en fonction des besoins, des prix du marché... ; ce sujet déborde du cadre du PSO et il est peu probable que le FOFIFA ai les moyens de le traiter⁽³⁾.

Ce que l'on peut envisager dans le cadre de PSO actuel c'est de diagnostiquer les principaux problèmes et faire une première estimation de ce qu'il en coûterait de les résoudre, par exemple, y a-t-il des carences minérales graves ? Et quel est l'ordre de grandeur de la réponse du manioc à l'apport de l'engrais adéquat ?

Deux essais liés entre eux et avec les essais variétaux par un ou plusieurs "traitements" passerelles devraient permettre de traiter l'essentiel des problèmes : un "essai diagnostic" pour couvrir le domaine général des facteurs de production/techniques culturales, un "essai fertilisation" spécifique

1. Equipement d'un local, construction d'une serre rustique...

2. Pour le système à deux saisons des pluies on peut envisager deux récoltes : 11 et 22 mois (environ).

3. Il serait intéressant aussi d'étudier le système SP2 avec et sans taille de recépage, complet ou partiel.

■ Essai diagnostic

Les principaux facteurs de production et/ou techniques sont :

- le labour : effet sur l'infiltration de l'eau, l'importance de la réserve en eau du sol, profondeur d'enracinement, lutte contre les mauvaises herbes ;
- les sarclages : supprimer la compétition pour l'eau et les éléments minéraux ;
- le mulch : économie de l'eau essentiellement, mais aussi vie biologique des sols ;
- traitement avec un produit systémique : contre les parasites divers ; on peut envisager de traiter aussi le sol ;
- l'alimentation minérale : pour tous les éléments y compris des oligo-éléments⁽¹⁾ ;
- la variété : la plante test de l'essai est la variété de manioc locale la plus courante.

Le diagnostic "soustractif" est le plus approprié à ce type d'essai pour isoler l'effet des différents facteurs ; si les résultats suggèrent ensuite l'existence d'interactions un ou des essais spécifiques seront mis en place⁽²⁾.

■ Traitements

T1 : témoin variété locale, sans engrais...

T2 : traitement production potentielle⁽³⁾ : avec variété locale + tous intrants (labour à l'angady, sarclages à la demande, mulch, produit systémique, fumure complète...).

T3 : T2 - intrant à tester (soit labour, soit mulch...).

T4 : T2 - intrant à tester.

Ti : T1 avec variété améliorée.

Ti+ : T2 avec variété améliorée.

■ Essai fumure (essai pérenne avec variété locale)

Le principe est le même que pour l'essai précédent, le noyau de l'essai est constitué par "soustractif" où l'on compare au traitement fumure complète NPK les traitements NP, NK, PK avec aussi un témoin absolu ; s'y ajoute un traitement NPK + Ca + Mg + oligo-éléments (potentiel).

Quelques traitements additionnels avec des doses supérieures de P et/ou K permettent d'amorcer l'étude des courbes de réponse aux principaux éléments (ici c'est à priori la potasse) ; dans le même temps on pourrait esquisser l'étude des seuils de carences dans les sols.

1. Si un programme de ce genre est envisagé avec le maïs, il sera pratique de coupler les deux expérimentations ; le maïs est une remarquable plante test pour la fumure minérale (diagnostic foliaire).

2. Les interactions sont plus rares qu'on ne le croie.

3. Abstraction faite de la pluviosité.

L'essai servirait également de support à l'étude des mobilisations et exportations minérales des variétés traditionnelles et des variétés améliorées de manioc et permettre de calculer l'incidence sur les bilans minéraux de l'introduction de nouvelles variétés plus productives.

Naturellement ces deux essais devraient être répétés, avec certaines variantes appropriées à chaque cas, sur les principaux systèmes de culture. Les problèmes de la culture irriguée, continue depuis des décennies, sur les alluvions du Fiherenana ne seront probablement pas les mêmes que ceux de la culture pluviale sur sables roux. Chacun de ces essais devrait durer plusieurs années ; se pose alors le problème de leur pérennité dans le cadre d'un projet à durée limitée.

Enfin, sortant du cadre de la seule culture du manioc et de l'approche conventionnelle de l'amélioration de la productivité des systèmes, il est souhaitable de voir avec Lucien Séguy comment cette culture peut être intégrée dans les dispositifs d'agriculture agrobiologique qu'il propose. Certaines caractéristiques de la plante y sont favorables :

- c'est en fait un arbuste, avec un enracinement profond exploitant la totalité des réserves hydriques du sol pendant toute la saison sauf pendant les deux-trois premiers mois ;
- en début de cycle, pendant ces deux-trois premiers mois, il s'accommode bien des cultures intercalaires à cycle court (maïs, arachide...) qui protégeront le sol et utiliseront l'eau en début de cycle ;
- le manioc renouvelle ses feuilles en permanence, les vieilles feuilles retournent au sol ; un champ de manioc adulte est une forêt (modèle à imiter) miniature.

D'autres caractéristiques de la plante sont peut être moins favorables : exportations minérales importantes, perturbation des sols à l'arrachage, sol nu à la plantation...

Bibliographie

- Anonyme 1970. Note de synthèse sur les résultats obtenus à Ankazoabo. Doc IRAM.
- Anonyme (?), 1995. Programme national sur la culture du manioc à Madagascar. Earnet Steering Committee meeting, Tananarive, 16-20/1/95
- Anonyme n.d. Fiche variétale manioc, collection Alaotra. Doc IRAM.
- AKORODA M.O., OYINLOLA A.E., GEBREMESKEL T., 1987. Plantable stem supply system for IITA cassava varieties in Oyo State of Nigeria. *Agricultural Systems* (24): 305-317.
- ARRAUDEAU M., CHATEL M., RAMONOELINA, 1974. Bilan de l'expérimentation annuel multilocale à Madagascar. *In doc IRAM-IRAT*, (393): 119-138
- BOUCHARD L., 1969. Etude pédologique de la zone de Befandriana sud-Antananiheva, province de Tuléar.
- CARTER S.E., JONES P.G., 1989. COSCA: Site Selection procedure. COSCA working paper n° 2, IITA.
- CARTER *et al.*, 1992. An atlas of cassava in Africa. CIAT.
- CASABIANCA de F., 1966. Les sables roux entre la diversification et l'expansion agricole, l'alternative de la mise en culture. Résultats 1962-1966. Doc IRAM, numéro 85.
- CASABIANCA de F., 1966. Etude de la nutrition hydrique sur baibofo.
- CASABIANCA de F., Problèmes agronomiques de la mise en valeur des sables roux. Doc. IRAM, numéro 70.
- CHATEL M., 1973. Synthèse sur le manioc.
- CHAZEAU J, GUTIEREZ J.P., 1974. Evolution des populations de *Tetranychus neocaledonicus* André (acaruiens, tetranychidae) et de trois de ses prédateurs sur manioc dans le sud-ouest de Madagascar. Cahiers ORSTOM, série biologie, (25) : 3-11.
- COURS G., 1951. Le manioc à Madagascar. Mémoire de l'ISM, série B, tome II, fasc. 2. ; (3) : 203-400.
- COURS G., FRITZ J., 1960. Variétés principalement utilisées à Madagascar. Le manioc document numéro 1, p. 4-10.
- COURS G., FARGETTE D., OTIM-NAPE N., THRESH J.M., 1995. The development and control of the epidemic of African cassava mosaic disease in Madagascar in the 1930s-1940s: parallels and lessons for the current situation in Uganda. A publier.
- DAGNON G.B., BEAUVAL V., 1993. Projet de développement rural du sud-ouest de Madagascar. IRAM, deux tomes.
- DUFOURNET R., 1962. Le manioc dans la province de Tuléar, variétés locales synthèse des essais variétaux. *Agronomie Tropicale* (11) : 1015-1019.
- DULONG R., 1969. Le manioc dans la province de Tuléar. IRAM.
- DULONG R., 1971. Le manioc à Madagascar. *Agronomie Tropicale* (8) : 791-829.
- EARNET, 1995. Annual report.
- EL-SHARKAWY, 1993. Drought-tolerant cassava for Africa, Asia and Latin America. *Bioscience* vol. 43.

- ESCANDE C., 1995. Etude des prix agricoles et des réseaux commerciaux dans le Sud-Ouest malgache. Stage CNEARC. Tallec M., CNEARC, 80 61.
- FABRE P., 1994. Note de méthodologie générale sur l'analyse de filière : utilisation de l'analyse de filière pour l'analyse des politiques. FAO, série Doc de formation pour la planification agricole, n° 35.
- FAUQUET C., FARGETTE D., THOUVENEL J.C., 1990. Selection of healthy cassava plants obtained by reversion in cassava fields. Proceeding of an International Seminar on African cassava mosaic Disease and its control, 4-8 May 1987 à Yamousokro. Fauquet et Fargette eds.
- FIELOUX M., LOMBARD J. (éd.), 1970. Elevage et société : étude des transformations socio-économiques dans le sud-ouest malgache : l'exemple du couloir d'Anteserva. MRSTD/ORSTOM.
- FIELOUX M., LOMBARD J. (éd.) AOMBE 1, élevage et société, l'exemple du couloir d'Antseva. ORSTOM.
- FRAPPA C., 1938. Les insectes nuisibles au manioc sur pied et aux tubercules de manioc en magasin à Madagascar.
- FREUD C., POUZET D., 1985. Bilan diagnostic de la filière manioc d'exportation : atouts et contraintes. Paris, MRE-CODEV.
- FRISON E.A., 1994. Sanitation techniques for cassava. *Trop. Sci.* (34): 146-153.
- FRISON E.A., FELIN E., 1991. FAO/IBPGR Technical guidelines for the safe movement of cassava germplasm. Rome, FAO/IBPGR.
- GUILLOTEAU, 1966. Clones de manioc préconisés à Madagascar. Fiche technique numéro 8, IRAM-IRAT.
- GUIS R., 1978. Le point sur l'expérimentation agronomique dans le sud-ouest après la campagne 76-77 (Andranovory, Tuléar, Ambovinibé) : résultats synthétiques. FOFIFA/CENRADERU.
- HAUT DE SIGY de, 1965. Etude agro-économique de la sous-préfecture d'Ankazoabo. Tome I : situation de départ et perspectives de développement. Tome II, Annexes : Analyses de trois villages : Ampandramitstdea, Andraromanitsy, Ankeredakea.
- HOERNER J.M., L'eau et l'agriculture dans le sud-ouest malgache. *In*
- IITA, 1990. Le manioc en Afrique tropicale, un manuel de référence
- JENNY F., 1975. Synthèse des essais menés sur les sables roux d'Andranovory et d'Amboumbé. 1967-1974. IRAT/CENRADERU, doc 398.
- JONES W.O., 1959. Manioc in Africa voir Stamford USA.
- LEIHNER D., 1983. Management and evaluation of intercropping systems with cassava. CIAT, 70 p.
- LOZANO T., 1992. Overview of integrated control of cassava diseases. *Fitopatologia Brasileira*, v 17 (1): 18-22.
- MARTY P., 1993. Le manioc. Série fiches techniques d'agriculture spéciale. AGRIDOC International, BDPA-SCET AGRI.
- MUTSAERS H.J.W., EZUMACH H.G., OSIRU D.S.O., 1993. Cassava based intercropping: a review. *Field Crop Research* (34): 431-457.

- NESTEL B., CAMPBELL M. (ed.), 1979. Intercropping with cassava. IDRC, Canada.
- OKOLI P.S.O., WILSON G.F., 1986. Response of cassava to shade under field conditions. *Field Crops Research* (14): 349-359.
- OLDEMAN L.R., 1990. An agrilclimatic characterization of Madagascar. ISRIC Technical paper 21, Wageningen.
- OTOO J.A., 1994. Rapid multiplication of cassava. IITA, Research guide 51.
- POISSON H., 1921. Monographie de la province de Tuléar. Bull. Eco. Colonie de Madagascar et dépendances, numéro 3, 18^e année.
- RANDRIAMAMPITA G. et ROLLIN D., 1995. Le projet de développement régional du Sud-Ouest malgache (PDRSO) une approche originale.
- RANDRIANARISOA M.T., HERISOA J., RANOMENJANARY S., 1995. Méthode de contrôle de la mosaïque du manioc dans le sud-ouest de Madagascar. FOFIFA.
- RANDRIANAIVO D., RABEMANANTSOA N., RANDRIANJATOVO J.F., *et al.*, 1993. Convention MCAC numéro 01/92. Rapport 1 : Monographie du "Sud-Ouest", inventaire agro-socio-économique 1990-92. Rapport II : Etude diagnostic, agro-socio-économique du Sud-Ouest de Madagascar. CENRAOEDRU.
- RANOMENJANAHARY S., ANDRIANAIVO A., ANDRIANIFAHAMANA M., RASOLOFO R., 1995. Cassava diseases epidemiology on the high plateau of Madagascar. FOFIFA.
- RAUNET M., 1977. Reconnaissance morphopédologique des périmètres de Mahajamba (province de Majunga) et d'Antseva (province de Tuléar). Compte rendu de mission à Madagascar 12 août-11 septembre 1977. IRAT, Montpellier.
- ROMANOFF S., LYNAM J., 1992. Commentary. Cassava and African food security source ethnographic examples. *Ecology of food and nutrition*, vol. 27.
- ROSSEL H.W., ASIEDU R., DIXON A.G.O., 1992. Resistance of cassava to African cassava mosaic virus: what really pertains. *Tropical Root and Tubers Crops Bull*, 6, 2.
- SARMA J.S., DARUNEE KUNCHAI, 1991. Trends and prospects for cassava in the developing world. IFPRI.
- SWANSON M., HARRISSON B., 1994. Properites, relationships and distribution of cassava mosaic germiniviruses. *Tropical Science*, (34) : 15-25.
- TAC, 1995. Report on the inter-centre review of root and tuber crops research in the CGIAR. TAL secretariat, FAO, Rome.
- THRESH J.M., Fargette D., Otim Nape G.W., 1994. Effects of African cassava mosaic germinivirus on the yield of cassava. *Trop. Sci.*, (34): 26-42.
- THRESH J.M., FISHPOOL D.C., OTIM-NAPE G.W., FARGETTE D., 1994. African cassava mosaic virus disease: an under-estimated and convolved problem. *Trop. Sci.*, (34): 3-14.
- TORO J.C., 1978. Suggested guidelines for conducting regional trials in CIAT.
- TOURNEUR M.? 1949. La culture du manioc (à Madagascar). *In Congrès du manioc et des plantes féculentes tropicales des territoires de l'Union française*, 24-26/9/1949. Institut colonial de Marseille.
- YANINECK J.S., SCHULTHESS F., 1993. Developing an environmentally sound plant protection for cassava in Africa. *Agriculture Ecosystem an Environment*, 46 (1-4): 305-324.

Annexe 1.

Termes de référence d'une mission Agronomie du manioc pour le Projet Sud Ouest

La culture du manioc présente un intérêt majeur pour le développement régional du Sud Ouest malgache:

- Une filière d'exportation est organisée comprenant collecte, transport et exportation à partir du port de Tuléar¹. Les débouchés ne semblent pas limités pour le principal acheteur (Union des Coopératives de l'Argoat).
- Le manioc du Sud Ouest malgache est particulièrement avantageux à cause de l'absence d'acide cyanhydrique et du climat chaud et sec permettant de bonnes conditions de séchage.
- Le manioc constitue une sécurité alimentaire importante et un poste de revenu non négligeable pour une bonne part des exploitations agricoles de la région.

Néanmoins des questions importantes restent posées:

- les rendements sont très faibles;
- la mosaïque (CMV Cassava mosaic virus) est omniprésente;
- les techniques de conservation des boutures entre deux saisons de culture ne sont pas satisfaisantes;
- le passage éventuel aux variétés amères nécessite des précautions importantes.

Le Projet Sud Ouest a entrepris un travail sur le manioc avec

- un travail de suivi et d'analyse sur la variabilité des itinéraires techniques du manioc
- la passation d'une convention avec le FOFIFA sur la formation aux techniques de multiplication rapide du manioc et sur l'épidémiologie du manioc
- la réalisation avec le SP protection des végétaux d'une enquête sur les problèmes phytosanitaires sur l'axe RN9

¹ Évaluation approximative des exportations Sopagri et Gama Cassava

année	92	93	94	95	souhait
exportation	-	12000T	9000T	9000T (prévision)	15000T et plus

- l'installation de petits sites de multiplication rapide dans les zones (avec du matériel végétal tolérant la mosaïque) en prévision d'essais variétaux en milieu paysan.
- une formation des paysans sur les différents éléments et le fonctionnement de la filière d'exportation.

La mission aura pour but de

- faire le point sur la programmation de la recherche et du développement sur le manioc dans le Sud Ouest et de proposer des orientations;
- de participer à une réunion de concertation organisée à l'occasion de la mission avec FOFIFA, Gama Cassava, Care international, Sopagri, PSO...
- d'examiner les questions relatives à l'introduction et au développement du manioc amer²; information des paysans sur la consommation, compensation des exportations en éléments minéraux liées à des augmentations significatives de rendement, modification des systèmes de culture, multiplication du matériel végétal;
- de participer au choix du matériel végétal à diffuser.

Avant la mission, des relations auront été établies par le consultant avec l'IITA fournisseur potentiel de matériel végétal nouveau, avec l'ORSTOM (Fargette) travaillant actuellement sur la mosaïque.

Les documents concernant le manioc à Madagascar et le Projet Sud Ouest auront été consultés.

La mission pourrait se dérouler pendant une dizaine de jour entre le 10 novembre et le 15 décembre, donnant lieu à un rapport de mission.

² Pour les exportateurs, le développement du manioc amer permettrait la séparation de deux marchés du manioc: un marché du manioc doux pour la consommation intérieure de Madagascar et un marché du manioc amer pour l'exportation. La "douceur" du manioc du Sud ouest est en effet très mal valorisée à l'exportation.

Annexe 2. Statistiques du ministère de l'Agriculture. Evolution des surfaces cultivées (S en ha) de la production (P en t) et des rendements (chiffres en dessous de la production en t/ha) dans la zone PSO.

Fivondronana

	Toliary II		Ankazoabo		Morombé		Sakahara		Zone PSO		Faritany	
	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P
1982	3 605	13 990	725	3 795	2 380	12 470	2 665	12 985	9 375		63 250	298 035
		3,9		5,2		5,2		4,9				4,7
1983	2 835	11 870	570	3 235	1 875	10 630	2 095	11 065	7 375		49 715	254 010
		4,2		5,7		5,7		5,3				5,1
1984	3 610	14 320	730	3 900	2 390	12 825	2 565	13 350	9 295		53 360	306 450
		4,0		5,3		5,4		5,0				4,8
1985	4 000	15 810	805	4 310	2 650	14 160	2 950	14 740	10 405		70 185	338 435
		4,0		5,4		5,3		5,0				4,8
1986	4 100	16 120	825	4 400	2 715	14 435	3 025	15 030	10 665		71 920	345 060
		3,9		5,3		5,3		5,0				4,8
1987	3 550	25 550	715	2 105	2 350	12 865	2 620	22 940	9 235		52 300	339 675
		7,2		2,9		5,4		8,8				5,3
1988	3 805	16 140	765	4 395	2 520	14 465	2 800	15 045	9 890		56 705	345 445
		4,2		5,7		5,7		5,4				5,2
1989	3 910	16 810	785	4 565	2 585	15 050	2 880	15 670	10 160		58 535	359 780
		4,3		5,8		5,8		5,4				5,2
1990	3 950	15 992	793	4 850	2 611	15 409	2 898	14 996	10 252		59 154	365 180
		4,0		6,1		5,9		5,2				5,3
1991	4 399	17 193	885	4 945	2 641	16 246	2 642	16 097	10 567		?	384 587
		3,9		5,5		6,2		6,2				
1992	4 157	16 611	841	4 897	2 607	15 850	2 517	15 663	10 122		69 620	375 614
		4,0		5,8		6,1		5,2				5,4

Annexe 3. Production du manioc comparée dans les différentes régions du monde, perspective d'évolution

Tableaux 42 page 58 et 31 page 43 tirés de Sarma et Kunchai, 1991.

Madagascar est inclus, par cette étude IFPRI, dans la région "Afrique subsaharienne et sous-région humide de plaine côtière tropicale".

Table 42—Projected production of cassava by the 24 major producers, 1985 and 2000

Major Producers of Cassava ^a	1985 Trend Value	2000 Projection Value	Average Annual Growth Rate 1985-2000
	(million metric tons)		(percent)
Brazil	24.99	25.08	0.02
Thailand	25.14	30.07	1.20 ^b
Zaire	14.68	20.67	2.31
Indonesia	13.43	15.33	0.89
Nigeria	12.22	16.41	1.98
India	7.72	14.90	4.48
Tanzania	6.08	9.90	3.30
China	4.23	9.68	5.67
Uganda	3.40	7.27	5.20
Mozambique	3.35	4.67	2.25
Ghana	2.44	3.91	3.20
Vietnam	3.18	7.69	6.06
Paraguay	2.49	4.32	3.74
Madagascar	1.97	3.24	3.35
Angola	2.03	2.67	1.85
Colombia	2.28	4.39	4.47
Philippines	1.85	5.04	6.92
Côte d'Ivoire	1.40	3.09	5.41
Central African Republic	0.87	0.98	0.79
Sri Lanka	0.72	1.24	3.69
Benin	0.76	1.21	3.15
Cameroon	0.67	0.67 ^c	0.00
Congo	0.63	0.78	1.44
Kenya	0.53	0.57	0.48
Subtotal	137.06	193.74	2.33
Total for 45 other developing countries	7.10	8.42	1.15
Total for all developing countries	144.16	202.17	2.28

Source: Computed by the International Food Policy Research Institute.

^aCountries producing an average of more than 500,000 metric tons of fresh roots equivalents in 1983-85.

^bGrowth constrained to 1.2 percent per year.

^c1985 trend value is repeated because past growth was negative.

Table 31—Projected production and total domestic use of cassava in developing countries, by region and subregion, 2000

Region/ Subregion	Area (millions of hectares)	Yield (tons/ hectare)	Production from Area and Yield	Domestic Use				Surplus or Deficit
				Food	Feed	Other	Total	
				(million metric tons)				
Asia	6.03	14.13	85.21	30.79	3.31	4.73	38.83	46.38
South Asia	0.55	29.47	16.32	9.88	0.00	1.52	11.39	4.93
China	0.54	17.83	9.68	2.24	1.92	0.39	4.54	5.14
Indochina and the Pacific Islands	1.37	6.66	9.14	4.22	0.77	0.49	5.48	3.66
Thailand	2.01	14.98	30.07*	0.86	0.00	0.00	0.86	29.21
ASEAN countries (excluding Thailand)	1.56	12.84	19.99	13.60	0.62	2.33	16.55	3.44
Sub-Saharan Africa	9.36	8.50	79.57	70.99	1.48	13.49	85.95	-6.39
Semi-arid tropics	0.16	4.72	0.75	1.11	0.06	0.06	1.24	-0.49
Humid lowlands and coastal tropics	4.70	7.78	36.56	34.27	0.75	6.48	41.50	-4.94
Equatorial wet tropics	3.27	6.88	22.49	20.93	0.20	4.06	25.18	-2.69
Modified tropics	1.23	16.06	19.77	14.68	0.46	2.89	18.03	1.74
Latin America	3.51	11.31	39.67	17.99	12.88	8.17	39.04	0.64
Seasonally dry tropics	0.36	11.64	4.24	2.32	1.41	0.62	4.35	-0.11
Subtropics	0.30	13.74	4.19	0.89	2.39	0.43	3.71	0.48
Wet tropics	0.06	11.55	0.71	0.72	0.08	0.09	0.89	-0.18
Brazil	2.56	11.44	29.28	13.17	8.83	6.83	28.83	0.45
Mexico, Central America, and the Caribbean	0.22	5.79	1.26	0.89	0.17	0.20	1.26	-0.00
Total developing countries	18.90	10.82	204.45	119.77	17.67	26.39	163.82	40.63

Source: Computed by the International Food Policy Research Institute.

*Based on trend projection of output constrained at 1.2 percent per year.

ANNEXE 4 - Tableaux (extraits de OLDEMAN, 1990), CLIMATOLOGIE

STATION (SITE) : MOROMBE, LATITUDE : 21 DEG 45 MIN SOUTH PERIODE D'OBSERVATION : 1931-60
 No. IRMA : V LONGITUDE : 043 DEG 22 MIN EAST Nb D'ANNEES D'OBS. : 30
 No. CUIRRI : 2175043363 ALTITUDE : 5 METERS SOURCES : 1,3,6,7
 No. SERVICE MET: 67131

M O I S :	UNIT	S	JUIL	AOUT	SEPT	OCT.	NOV.	DEC.	JANV	FEVR	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	ANNUAL
PERIODE DIURNE (N)	Hr	(7)	10.9	11.4	12.0	12.6	13.2	13.4	13.3	12.9	12.3	11.7	11.1	10.8	
PRECIPITATIONS TOTALES	mm	(3)	2	1	5	4	22	85	123	134	59	5	7	7	454
JOURS DE PLUIES =>1 mm		(3)	0.2	0.1	0.7	0.3	1	4	6	6	3	0.7	1	0.8	24
TEMPERATURE MINIMUM	C	(1)	13.5	14.5	16.3	18.3	20.2	21.7	23.1	22.9	22.2	20.0	16.5	14.5	18.6
TEMPERATURE MAXIMUM	C	(1)	27.3	27.9	28.9	29.7	30.7	31.8	32.4	32.4	32.2	31.4	29.4	27.9	30.2
TEMPERATURE MOYENNE	C	(1)	20.4	21.2	22.6	24.0	25.2	26.8	27.8	27.7	27.2	25.7	23.0	21.2	24.4
TEMPERATURE DIURNE	C	(7)	22.9	23.6	24.9	26.0	27.0	28.5	29.4	29.4	29.0	27.8	25.4	23.7	26.5
TEMPERATURE NOCTURNE	C	(7)	18.3	19.0	20.3	21.8	23.0	24.6	25.8	25.8	25.3	23.7	21.0	19.2	22.3
RAYONNEMENT TOTAL	MJ/m2	(7)	15.7	18.3	21.6	24.4	25.8	25.0	24.0	22.8	21.2	19.3	16.4	15.0	20.8
HUMIDITE REL.MOYENNE	%	(6)	76	68	70	73	70	72	73	73	73	71	69	67	71
PRESSION DE VAPEUR ACT.	mbr	(7)	18.2	17.1	19.2	21.8	22.4	25.4	27.3	27.1	26.3	23.4	19.4	16.9	22.0
PRESSION DE VAPEUR DEF.	mbr	(7)	5.8	8.1	8.2	8.1	9.6	9.9	10.1	10.0	9.7	9.6	8.7	8.3	8.8
VITESSE DU VENT	m/s	(7)	1.9	2.3	2.5	2.5	2.5	2.3	2.4	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0	2.3
EVAPOTRANSPIRATION POT.	mm	(7)	81	105	143	151	164	178	177	151	149	118	94	75	1586

STATION (SITE) : TOLIARA (TULEAR) LATITUDE : 23 DEG 21 MIN SOUTH PERIODE D'OBSERVATION : 1931-60
 No. IRMA : X LONGITUDE : 043 DEG 44 MIN EAST Nb D'ANNEES D'OBS. : 30
 No. CUIRRI : 2335043733 ALTITUDE : 8 METERS SOURCES : 1,3,5,7
 No. SERVICE MET: 67161

M O I S :	UNIT	S	JUIL	AOUT	SEPT	OCT.	NOV.	DEC.	JANV	FEVR	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	ANNUAL
PERIODE DIURNE (N)	Hr	(7)	10.8	11.4	12.0	12.7	13.2	13.6	13.4	12.9	12.3	11.6	11.0	10.7	
PRECIPITATIONS TOTALES	mm	(3)	4	3	10	14	34	57	71	42	7	18	11	4	275
JOURS DE PLUIES =>1 mm		(3)	0.9	0.3	1	0.7	2	4	5	5	3	0.8	2	2	27
TEMPERATURE MINIMUM	C	(1)	13.2	14.0	15.8	17.8	20.5	21.4	22.7	22.4	21.5	19.1	16.3	14.3	18.3
TEMPERATURE MAXIMUM	C	(1)	26.9	27.3	28.7	29.4	30.3	31.1	32.4	32.7	31.9	30.6	29.0	27.2	29.8
TEMPERATURE MOYENNE	C	(1)	20.1	20.7	22.3	23.6	25.4	26.3	27.6	27.6	26.7	24.9	22.7	20.8	24.1
TEMPERATURE DIURNE	C	(7)	22.6	23.1	24.6	25.7	27.1	28.0	29.3	29.4	28.6	27.0	25.0	23.2	26.1
TEMPERATURE NOCTURNE	C	(7)	18.0	18.5	20.0	21.3	23.3	24.1	25.5	25.5	24.7	22.9	20.7	18.9	21.9
RAYONNEMENT TOTAL	MJ/m2	(5)	15.0	17.1	20.6	23.6	24.8	24.6	24.6	24.3	21.2	19.1	16.1	14.4	20.4
HUMIDITE REL.MOYENNE	%	(7)	75	75	75	76	73	79	77	77	77	78	75	75	76
PRESSION DE VAPEUR ACT.	mbr	(5)	17.7	18.3	20.1	22.0	23.7	27.2	28.5	28.5	27.0	24.7	20.7	18.5	23.1
PRESSION DE VAPEUR DEF.	mbr	(7)	5.8	6.1	6.8	7.1	8.7	7.0	8.4	8.4	8.0	6.8	6.9	6.1	7.2
VITESSE DU VENT	m/s	(5)	2.6	2.8	3.0	3.0	3.0	2.8	2.8	2.6	2.8	2.6	2.6	2.6	2.8
EVAPOTRANSPIRATION POT.	mm	(5)	76	94	125	149	164	173	179	155	152	119	90	68	1544

STATION (SITE) : BEFANDRIANA SUD LATITUDE : 22 DEG 06 MIN SOUTH PERIODE D'OBSERVATION : XXXX-XX
 No. IRMA : 111 LONGITUDE : 043 DEG 52 MIN EAST Nb D'ANNEES D'OBS. : 20
 No. CUIRRI : 2210043863 ALTITUDE : 300 METERS SOURCES : 1,7
 No. SERVICE MET: 67159

M O I S :	UNIT	S	JUIL	AOUT	SEPT	OCT.	NOV.	DEC.	JANV	FEVR	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	ANNUAL
PERIODE DIURNE (N)	Hr	(7)	10.9	11.4	12.0	12.6	13.2	13.5	13.3	12.9	12.3	11.7	11.1	10.8	
PRECIPITATIONS TOTALES	mm	(1)	3	2	8	36	87	177	220	203	124	27	8	5	900

XXXX-XX - means unknown data

STATION (SITE) : ANKAZOABO-SUD/ LATITUDE : 22 DEG 17 MIN SOUTH PERIODE D'OBSERVATION : 1931-60
 No. IRMA : 114 LONGITUDE : 044 DEG 31 MIN EAST Nb D'ANNEES D'OBS. : 30
 No. CUIRRI : 2228044513 ALTITUDE : 428 METERS SOURCES : 3,4,7
 No. SERVICE MET: XXXXX

M O I S :	UNIT	S	JUIL	AOUT	SEPT	OCT.	NOV.	DEC.	JANV	FEVR	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	ANNUAL
PERIODE DIURNE (N)	Hr	(7)	10.9	11.4	12.0	12.6	13.2	13.5	13.3	12.9	12.3	11.7	11.1	10.8	
PRECIPITATIONS TOTALES	mm	(3)	2	3	6	25	61	156	201	142	91	20	7	8	722
JOURS DE PLUIES =>1 mm		(3)	0.2	0.6	0.9	2	5	11	12	9	7	2	1	1	52
TEMPERATURE MINIMUM	C	(4)	11.6	12.8	14.7	17.1	19.8	20.6	20.9	20.8	19.8	17.5	14.2	12.2	16.8
TEMPERATURE MAXIMUM	C	(4)	28.5	30.1	32.7	34.4	34.9	33.6	33.3	33.0	32.6	32.9	29.7	27.9	32.0
TEMPERATURE MOYENNE	C	(4)	20.1	21.5	23.7	25.8	27.4	27.1	27.1	26.9	26.2	25.2	22.0	20.1	24.4
TEMPERATURE DIURNE	C	(7)	23.2	24.6	26.9	28.9	30.0	29.3	29.2	29.0	28.5	28.0	24.8	23.0	27.1
TEMPERATURE NOCTURNE	C	(7)	17.5	18.6	20.5	22.4	24.2	24.2	24.4	24.4	23.8	22.6	19.6	17.8	21.7

STATION (SITE) : SAKARAH / LATITUDE : 22 DEG 55 MIN SOUTH PERIODE D'OBSERVATION : 1936-60
 No. IRMA : 122 LONGITUDE : 044 DEG 32 MIN EAST Nb D'ANNEES D'OBS. : 25
 No. CUIRRI : 2291044533 ALTITUDE : 460 METERS SOURCES : 3,4,7
 No. SERVICE MET: 67151

M O I S :	UNIT	S	JUIL	AOUT	SEPT	OCT.	NOV.	DEC.	JANV	FEVR	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	ANNUAL
PERIODE DIURNE (N)	Hr	(7)	10.8	11.4	12.0	12.7	13.2	13.5	13.4	12.9	12.3	11.6	11.0	10.7	
PRECIPITATIONS TOTALES	mm	(3)	5	5	7	25	60	149	186	140	120	19	11	8	735
JOURS DE PLUIES =>1 mm		(3)	0.6	0.9	1	3	5	10	12	9	8	3	2	1	56
TEMPERATURE MINIMUM	C	(4)	8.4	9.4	11.9	15.3	18.2	19.7	20.2	20.0	18.8	15.7	11.6	9.2	14.9
TEMPERATURE MAXIMUM	C	(4)	27.5	29.1	31.7	33.5	34.1	33.0	32.8	32.6	32.2	32.3	29.1	27.2	31.3
TEMPERATURE MOYENNE	C	(4)	18.0	19.3	21.8	24.4	26.2	26.4	26.5	26.3	25.5	24.0	20.4	18.2	23.1
TEMPERATURE DIURNE	C	(7)	21.5	22.9	25.4	27.6	29.0	28.7	28.7	28.5	27.9	27.0	23.6	21.5	26.0
TEMPERATURE NOCTURNE	C	(7)	15.1	16.1	18.2	20.8	22.8	23.5	23.8	23.7	23.0	21.2	17.7	15.5	20.1

Annexe 5

Caractéristiques des exploitations moyennes par classes de taille pour les différentes zones et moyennes par zones données extraites des différents tableaux publiés dans....., mais avec des regroupements différents

Tableau 1. Caractéristiques générales par classes × zones données économiques :

- limites des classes en ares et N = nombre d'exploitations enquêtées dans cette classe ;
- produits des ventes par l'exploitation :
M : manioc ; C : cultures (autres ou total ?),
B : bovins ; E : élevage total
- autres sources de revenue :
SA : salaires agricoles,
pA : para-agricole ; nA : non agricole
- dépenses :
A : agricoles ; M : ? ; a : ?

Tableau 2. Caractéristiques des exploitations par classe d'exploitation pour chaque zone, données sociologiques et surfaces cultivées :

- ethnies : principale(s) ethnies de la zone en pourcentage
Ma : Masikoro ; M : Mahafaly
B : Bava ; Be (ou B') : Betsilao
V : Vezo ; T : Tandroy
- tailles des ménages Ha : hommes actifs ; Fa : femmes actives ;
- surfaces cultivées
BFriz : Bas-fonds riziculture ; CS : cultures sèches ; m : maïs, M : manioc ;
mM : association maïs-manioc ; PC : pois du Cap ; C : coton ; PD : patate
douce ; A : arachide

Tableau 3. Caractéristiques moyennes des exploitations dans chaque zone : données sociologiques et agronomiques (surfaces cultivées).

Tableau 4. Idem tableau 3, caractéristiques économiques ventilation du revenu, de l'exploitation moyenne de chaque zone par sources.

Tableau 1. Caractéristiques des exploitations par classes d'exploitation pour chaque zone, données économiques.

N

Zone	Classe	Limite classe 10 ares	N	Produit des ventes ⁽¹⁾				Total agricole	Autres sources		Dépenses ⁽¹⁾			Bilan ⁽¹⁾
				M	C	B	E		SA	NA	A	M	a	
Befandriana sud														
Anland														
I	1	< 15	16	170	279	26	30	361	52	613	30	664	65	195
	2	15-30	28	144	317	51	69	418	33	53	76	536	59	- 201
	3	> 30	25	540	945	148	171	1 129	14	106	187	597	69	38
Analamisampy														
II	1	< 30	25	93	339	52	58	441	44	219	97	618	69	- 126
	2	> 30	24	273	2 630	1 777	235	2 985	61	672	994	1 019	183	1 460
Ankoraobato														
III	1	< 18	21	37	251	29	74	415	90	290	63	545	66	302
	2	18-30	25	74	396	59	70	510	45	177	147	587	41	- 88
	3	> 30	15	122	1 204	107	116	1 331	11	525	458	927	258	213
Tsianisoala														
IV	1	< 20	17	360	859	16	37	941	46	1 127	141	573	42	432
	2	> 20	10	466	1 443	52	79	1 568	47	107	186	944	372	172
Ambohitantika														
V	1	< 20	24	45	88	100	225	330	68	376	60	638	54	5
	2	> 20	18	80	564	139	198	834	75	571	248	831	150	176
Bekolando														
VI	1	< 15	15	4	31	28	251	294	12	365	18	740	35	- 132
	2	> 15	13	3	232	48	294	526	-	702	96	1 003	87	- 59
Miary														
VII	1	< 20	20	18	136	54	78	295	44	734	116	1 075	132	- 294
	2	> 20	21	18	1 222	27	113	1 374	39	630	916	1 482	174	- 569
Ambohimavalona														
VIII	1	< 10	10	-	201	76	100	343	42	144	53	749	170	- 485
	2	10-20	12	53	509	19	29	580	42	245	47	545	130	103
	3	> 20	8	-	447	8	27	18	460	492	45	1 233	116	- 443

Tableau 1. Caractéristiques des exploitations par classes d'exploitation pour chaque zone, données économiques (suite).

Zone	Classe	Limite classe 10 ares	N	Produit des ventes ⁽¹⁾				Total agricole	Autres sources		Dépenses ⁽¹⁾			Bilan ⁽¹⁾
				M	C	B	E		SA	NA	A	M	a	
Andranovory IX	1	< 50	16	185	475	62	67	551	8	324	114	625	201	- 65
	2	> 50	13	35	304	126	142	472	26	794	318	851	307	- 210
Mahabokoa Sakaraka X	1	< 30	8		992	122	125	1 135	19	44	369	557	17	237
	2	> 30	28	119	2 175	109	126	2 354	53	116	976	824	5	618
Miami L. XI	1	< 15	8	83	165	-	2	194	6	83	15	249	22	- 9
	2	15-25	8	75	302	349	354	659	3	18	39	529	6	102
Ankozoako XII	1	< 15	32	44	275	105	113	529	136	8	73	468	33	- 45
	2	15-25	38	147	472	179	190	692	29	47	96	515	60	67
	3	> 25	37	193	1 374	321	328	1 738	35	127	422	639	109	695
Berenty Bebiteo XIII	1	< 10	33	35	156	35	41	213	15	171	16	318	21	28
	2	10-20	28	45	283	33	48	346	14	76	18	405	25	- 25

1. En milliers de FMG.

Tableau 2. Caractéristiques des exploitations, moyennes par classes d'exploitations pour chaque zone, données sociologiques et surfaces cultivées.

Zone	Classe	Ethnies (%)	Migrants (%)	Taille des ménages			Surfaces cultivées en ares							
				Total	Ha	Fa	Total	3F-2	CS	m	M	mM	Autres	
I	1	Ma	69	44	5,8	1,7	1,3	86	13		6	9	36	PC : 18
	2	Ma	69	18	3,9	1,2	1,1	203	16		33	61	43	PC : 31
	3	Ma	69	24	5,8	1,9	1,2	485	23		67	233	18	PC : 78
II	1	Ma	92	44	5,2	1,8	1,2	156	-		52	37	43	C : 15
	2	Ma	79	42	6,1	1,8	1,8	728	8		223	75	112	C : 269
III	1	Ma	62	33	5,8	1,5	1,6	112	44		16	10	22	C : 15
	2	MA	72	40	5,4	1,2	1,2	215	194		19	4	625	C : 21
	3	Ma	40	40	6,0	2,1	1,5	430	119		63	116	-	C : 95
IV	1	Ma	68	29	5,7	1,6	1,6	168	6		12	24	100	PC, C : 24
	2	Ma	100	0	7,6	2,1	1,2	463	-		42	90	149	PC, C : 135
V	1	Ma	75	21	5,9	1,6	1,5	147	-		45	2958	-	
	2	Ma	63	6	7,4	2,0	2,1	401	-		108	88	72	C, PC : 97
VI	1	Vezo	93	7	6,1	1,9	1,6	58	-		7	-	13	PD : 30
	2	Vezo	100	8	6,5	1,8	1,5	221	-		54	8	46	PD : 80
VIII	1	Ma	75	10	7,6	1,9	1,8	99	-		17	11	25	C : 40
	2	Ma	85	14	9,8	2,2	2,1	373	-		24	10	37	C : 302
VIII	1	MMa	56	50	7,0	2,0	1,6	59	34		-	5	5	PDJa : 15
	2	MMa	58	17	7,3	1,9	1,7	126	54		5	13	8	PDJa : 44
	3	Ma	67	38	6,4	2,0	1,5	338	165		25	6	19	PDJa : 97
IX	1	MMa	60	100	4,8	1,1	1,2	282	-		139	90	31	C : 13
	2	MMa	72	17	6,5	1,5	1,6	1187	8		754	189	100	C : 81
X	1	BMa	50	75	5,7	2,0	1,7	201	34		18	12	-	C : 131
	2	BT	77	56	5,4	1,4	1,1	467	29		69	82	-	C : 233
XI	1	BCBa	98	50	2,9	1,0	0,7	98	49		62	2	13	-
	2	B	58	0	5,2	1,5	1,5	311	126		38	75	38	-

Tableau 2. Caractéristiques des exploitations, moyennes par classes d'exploitations pour chaque zone, données sociologiques et surfaces cultivées (suite).

Zone	Classe	Ethnies (%)	Migrants (%)	Taille des ménages			Surfaces cultivées en ares							
				Total	Ha	Fa	Total	BFriz	CS	m	M	mM	Autres	
XII	1	BM	66	53	4,7	1,2	1,3	93	28		6	24	12	C 11
	2	BM	85	24	5,6	1,4	1,4	184	49		17	53	11	C 20
	3	BTM	87	35	6,5	1,7	1,6	450	143		37	80	10	C 104
XIII	1	BBè	82	37	5,0	1,3	1,5	72	52		-	14	-	-
	2	BBè	78	36	6,3	2,1	1,4	151	91		3	33	-	-
	3	BBè	60	47	7,6	1,9	2,0	375	139		32	123	11	-

Tableau 3. Principales caractéristiques des exploitations, moyennes par zones.

Zones	N	n	Tableau 1			Tableau 2			Tableau 3			Tableau 4			Tableau 5		Tableau 6				
			Surface/exploitation			Taille ménage			Ethnie		Migr.	Surface cultivée			Equipement		Principales cultures pluviales				
			Moy.	Mini	Maxi	Total	Ha	Fa	Norm	%	%	Tt	BF	CS	C1	C2	m	M	mM	Autres	
I	69	3	2,7	0,25	10,0	5,0	1,6	1,3	Ma	81	26	278	17	261	2,8	3	46	111	32	PC :	45
II	49	2	4,3	0,5	20,5	5,6	1,8	1,5	Ma	86	40	436	4	432	1,7	2,5	135	56	77	C :	139
III	61	3	2,3	0,4	8,5	5,7	1,5	1,4	Ma	60	38	232	83	149	1,9	2,2	29	51	18	C :	37
IV	27	2	2,7	1,0	14,0	6,4	1,8	1,5	Ma	93	19	277	4	273	4,5	2	23	48	118	PC :	39
V	42	2	2,5	0,5	10,0	6,5	1,8	1,8	Ma	79	40	256	-	256	1,8	2,3	72	54	64	C + Pc =	48
VI	28	2	1,3	-	3,0	6,5	1,8	1,6	V	96	7	134	-	134	4,7	4	28	4	28	Pd :	57
VII	41	2	2,4	0,5	8,0	8,7	2,1	1,9	Ma	80	12	240	-	240	1,3	2,9	20	10	31	L =	160
VIII	30	3	1,6	0,3	5,0	7,5	2,0	1,6	Ma, M	67	33	160	77	83	7,5	2,1	9	8	10	* PD =	29
IX	29	2	6,9	1,0	28,0	5,5	1,3	1,4	M-Ma	72	33	687	3	684	9,7	1,9	414	134	62	C =	43
X	17	2	3,4	1,0	10,0	5,6	1,7	1,4	B	35 ¹	33	342	32	310	1,7	3,4	45	49	-	C =	185
XI	16	2	2,0	0,7	7,5	4,1	1,2	1,1	B	62 ²	25	204	88	117	8	5,3	22	46	25	-	
XII	107	3	2,5	0,3	23,0	5,6	1,4	1,5	B	57	36	249	75	174	2,5	2,4	20	54	11	P 0,7 :	94
XIII	91	3	1,9	1,5	16,0	6,2	1,7	1,6	B	40 ²	40	196	93	103	2,5	3,1	12	56	4	A =	10

1. Et 24 % de Tandroy. 2. Et 31-33 % de Betsileo.

N : Nombre d'exploitations enquêtées. n : nombre de classe/taille exploitation (remarque : les limites de classe varient d'une zone à l'autre). Taille du ménage : T : nombre total de personnes. Ha : nombre actifs homme. Fa : nombre actifs femme. Ethnies : Masikoro, M : Mahafaly, Ma-M ou M-Ma = à peu près moitié moitié, V = Vezo, B = Bara. Surface cultivée (en are) Tt : total, BF : en bas-fond, CS : en culture sèche. Equipement (agricole) en nombre d'exploitations pour une charrue (C1) et une charrette (C2). Principales cultures sèches : M = maïs, M = manioc, C = coton, PC = pois du Cap, PD = patate douce, A = arachide

Tableau 4. Vente des produits agricoles et d'élevage (en 1 000 FMG).

Zones	M	C	B	E	SA	TA	pA + nA	Remarques (principales autres cultures)
I Befandriana sud	294	535	80	97	30	662	202	
II Analamisampy	176	1 490	114	144	52	1 685	441	CO : 999, m : 245
III Ankoraobato	73	545	60	82	52	679	301	R : 215, Co : 205
IV Tsiarisiha	399	1 074	29	52	46	1 172	195	m : 206, Co : 160, autres 292
V Ankilimalinika	60	292	117	213	70	275	460	CO : 122, autres (?) : 800
VI Belalando	4	124	37	271	6	277	475	Autre : 101
VII Miary M.	17	705	40	96	46	847	681	CO : 651
VIII Ambolomavelona	21	390	35	52	35	477	269	Autres 276, R : 88
IX Andranovory	118	398	91	101	16	515	534	m : 194
X Mahaboboka	63	1 618	115	126	37	1 781	82	Co : 1 189
XI Miary L.	79	244	174	178	4	426	51	R : 148
XII Ankazoabo	132	725	206	215	63	1 003	76	CO : 325, R : 102
XIII Berenty Betsileo	168	357	34	49	17	423	271	R : 148, autres : 185

M = manioc, C = total cultures, B = bœvin, E = élevage, Co = coton, R = riz, m = maïs, SA = salaires agricoles, TA = total revenu agricole, pA + nA = para-agricole + non agricole.

II) DESCRIPTION SOMMAIRE DES MANIOCS LOCAUX

1) SARIGASY = Balahazogasy = Mangahazogasy.

Port : Érigé, tiges principales ramifiées au sommet.
 Tiges : Jeunes : verdâtres; six mois : gris verdâtre; dix mois : gris noirâtre.
 Feuilles : Jeunes : légèrement cuivrées, pétioles : rougeâtres.
 Fleurs : Androcée stérile.
 Racines : Fusiformes; liège : noirâtre; phelloderme : blanc.
 Caractères : Manioc tardif; récolte de dix à dix-huit mois, sensible à la mosaïque, résistance à la pourriture, très productif.
 Utilisation : surtout cultivé pour la confection de manioc sec.
 Qualités organoleptiques : moyennement estimées.

2) SARIKINANA = Kinoumena (sans doute le Madras du lac Alaotra).

Port : Tiges principales dressées, mais ramifiées.
 Tiges : Jeunes : rougeâtres; six mois : gris jaunâtre; dix mois : gris rougeâtre.
 Feuilles : Jeunes : lonzées; pétioles : rougeâtres.
 Fleurs : Fertiles.
 Racines : Cylindro-coniques; liège : noirâtre; phelloderme : rose.
 Caractères : Manioc tardif, récolte de dix à dix-huit mois; sensible à la mosaïque; résiste à l'humidité; assez productif.
 Utilisation : surtout pour la confection de manioc sec.
 Qualités organoleptiques : moyennement estimées.

3) KELIMANAMPANA.

Port : Tiges principales dressées, mais ramifiées.
 Tiges : Jeunes : jaunâtres; six mois : gris jaunâtre; dix mois : gris rougeâtre.
 Feuilles : Jeunes : légèrement cuivrées; pétioles : jaunâtres.
 Fleurs : Floraison tardive.
 Racines : Cylindro-coniques; liège : noirâtre; phelloderme : rose.
 Caractères : Manioc précoce, récolte à six mois; racines se lignifient rapidement dès le deuxième mois; sensible à la mosaïque; sensible à la pourriture; productif.
 Utilisation : surtout cultivé pour l'alimentation.
 Qualités organoleptiques : très estimées.

4) ANDRIAMBOLEMANA.

Port : Tiges principales dressées, ramifiées.
 Tiges : Jeunes : rougeâtres; six mois : gris jaunâtre; dix mois : gris rougeâtre.
 Feuilles : Jeunes : légèrement cuivrées; pétioles : rouges.
 Fleurs : Floraison tardive.
 Racines : Cylindro-coniques; liège : noirâtre; phelloderme : rose.
 Caractères : Manioc précoce, récolte dès six mois; résistant à la mosaïque; sensible à l'humidité; productif.
 Utilisation : surtout cultivé pour l'alimentation.
 Qualités organoleptiques : particulièrement estimées.

5) MAVOMOMOKA = Gasy.

Port : Tiges principales dressées, ramifiées.
 Tiges : Jeunes : jaunâtres; adultes : gris jaunâtre.
 Feuilles : Jeunes : vertes; pétioles : verdâtres.
 Fleurs : Androcées fertiles.
 Racines : Fusiformes; liège : grisâtre; phelloderme : blanc.
 Caractères : Manioc un peu tardif, récolte dès neuf mois; résistant à la mosaïque; résistant à l'humidité; bon rendement.
 Utilisation : Cultivé pour l'alimentation et pour la confection de manioc sec.
 Qualités organoleptiques : Assez estimées.

6) TSIPALA.

Port : Tiges principales dressées, ramifiées.
 Tiges : Jeunes : vert foncé; adultes : gris verdâtre.
 Feuilles : Jeunes : cuivrées; pétioles : rougeâtres.
 Fleurs : Floraison tardive.
 Racines : Cylindro-coniques; liège : grisâtre; phelloderme : blanc.
 Caractères : Manioc précoce, récolte dès six mois; sensible à la mosaïque; sensible à l'humidité; assez bon rendement.
 Utilisation : Cultivé pour l'alimentation.
 Qualités organoleptiques : Moyennement estimées.

LA CULTURE DE MANIOC DANS LA REGION DE TOLIARY

La culture de manioc est généralement développée en petites exploitations familiales comme culture d'appoint dont l'étendue d'une parcelle ne dépasse pas un hectare. Ce type de culture se trouve en majorité implanté dans les Deltas du Bas Fiherenana et de l'Onilahy. Les moyennes exploitations occupant une superficie allant de 2 à 4 hectares sont surtout observées à Ankazoabo, Andranovory, Manombo et Ankililoaka; et rares sont les exploitants qui le cultivent sur de plus grandes étendues de 5 à 50 ha. Ce dernier type est essentiellement rencontré dans Befandriana-Sud.

Dans la région de Toliary, la culture du manioc se pratique soit en pluvial dans les zones éloignées des rivières et des fleuves, soit en irrigué dans les zones où existent des canaux fonctionnant avec un système de drainage. Le calendrier cultural du manioc varie selon le mode de culture et suivant les zones de plantation. La préparation des terrains commence en général vers le mois d'Août et peut continuer jusqu'en Décembre. Parallèlement, des plantations des boutures sont conduites dans les parcelles prêtes pour la culture. L'entretien des cultures s'effectue à partir du mois de Décembre allant jusqu'au mois de Février dépendant des dates de plantation. La récolte se fait à des périodes différentes selon le cycle végétatif des clones cultivés, des zones et de l'utilisation de la production. Pour les cycles de 6 à 12 mois, elle commence au mois de Mai et se termine au mois d'Août. Pour les cycles longs de 18 à 20 mois, elle se passe aux mois d'Avril et Mai de l'année suivante.

LE MODE DE CULTURE

La culture se fait différemment selon les niveaux techniques des exploitants :

a) La culture traditionnelle

Elle est simple et consiste à planter après une préparation souvent sommaire du sol. Les boutures de longueurs très variables, partie verte et partie aoûtée mélangées suivant leur disponibilité sont plantées sur des terrains à plat à des distances de 40 x 40 cm ou de 60 x 80 cm. L'entretien est limité à un sarclage rapide 15 jours après la plantation et 3 mois après celle-ci. La coutume n'autorisant pas l'utilisation du fumier de ferme, la culture est donc conduite sans aucune fertilisation, soit en monoculture (30 % en superficie totale), soit en association avec le maïs, l'arachide, le vohemba ou la patate douce. Elle peut avoir comme précédent cultural le coton. Les clones cultivés sont locaux tels que Sarigasy, Tsitakatsaomby, Revalala, Mangononoka, Kelimanapa, Kimena, Madarasy, Saropapay, Sarilombivay, Longoasara, Maitsoanabo, Beambony, Kazahafotsy, Menaheliky, Malitso, Rekipotony, Ambonitnamany, Magaroa et Valotaotsimiova. Notons que ce dernier clone tel que le nom vernaculaire l'indique peut être conservé dans le sol pendant une période de huit ans. Le rendement est de 2 à 4 Tonnes à l'hectare.

b) La culture moderne des grandes et moyennes exploitations

Elles sont pratiquées dans une faible proportion par rapport à la précédente. Ce type de culture est dans l'ensemble mécanisé. Ici, le manioc est généralement en assolement avec du maïs, précédé d'une culture de couverture d'engrais vert enfoui au moment du labour qui s'effectue à la charrue ou au tracteur. La plantation se fait soit à plat soit en billons de 1 x 1 m ou en buttes de 1,50 x 1,50 m. Y sont utilisées des boutures aoûtées de 6 à 8 noeuds. Une fumure minérale d'une unité équivalente à 100 ou 300 d'Azote, 50 à 150 de P₂O₅, 75 à 200 de K₂O, 100 à 200 de CaO y est appliquée. La densité de plantation varie suivant le mode de culture : sur des terrains à plat, la distance est de 80 x 80 cm, en billons de 1 x 1 m et en buttes 75 x 75 cm. Les clones utilisés sont ceux améliorés comme les hybrides H53, H54 et H47 favorables à la préparation de manioc sec et des cossettes - Cours et Fritz (1960). Le rendement est de 6 à 14 Tonnes à l'hectare.

Annexe 8

Tournées sur le terrain décembre 1995

1. Bas Fiherenana Cultures plus ou moins irriguées
 - 1.2. Village Ankoronga (2 km de Miary)
 - 1.2. M. Boha, président des planteurs du Bas Fiherenana

2. Axe RN9, systèmes pluviaux
 - 2.1. Zone d'Andranovory
 - 2.2. Village de Tranokaki (2 km avant Vineta)
 - 2.3. Zone forêt de Zombitsé, village Andranomaitsa
 - 2.4. Zone Bememara, village d'Ambarato, à 3 km de Bememara

1. Bas Fiherenana Cultures plus ou moins irriguées

1.2. Village Ankoronga (2 km de Miary)

Les trois paysans interviewés sont des Masikoro, originaires du village (MM. Retrapa, Fanaramana et Raymond).

Un puits dans le village avec l'eau à environ 2,5 mètres. Périmètre irrigué ("plaine" de 3 000 ha (?)), où l'eau ne coule plus dans le canal central depuis une dizaine d'année. On y faisait autrefois (jusque vers 1975) beaucoup de coton, depuis 1968⁽¹⁾, et aussi du pois du Cap, du maïs et du manioc.

Le manioc a pris de plus en plus de place : les surfaces plantées en manioc seraient de 1 à 1,5 ha sur une surface cultivée totale de 1,5 à 2 ha pour les exploitations moyennes. Le village est considéré comme un gros producteur, où les collecteurs de Tuléar viennent s'approvisionner (ils louent la charrette et l'attelage du paysan pour le transport).

Les racines fraîches se vendent 90 000 à 100 000 FMG la charrette d'environ 250 kg.

Le manioc sec⁽²⁾ (cossettes) se vend 300 000 FMG la charrette de 160 kg environ.

La vente du manioc fournit l'essentiel du revenu de l'exploitation et la base de l'alimentation de la famille :

- en frais de mars à septembre d'abord ;
- en sec à partir d'août-septembre ensuite ; ils sont autosuffisants jusqu'en décembre semble-t-il, puis devraient acheter sur les marchés dès le mois de décembre.

Le manioc arraché en mars (à 7 mois en général) pour l'autoconsommation est prélevé à raison d'un plant dans le poquet, de 2 ou 3 plants ; les autres peuvent continuer à grossir.

Système de culture

Le manioc est cultivé en continu, sans rotation ni jachères, en culture pure (?).

La variété utilisée "depuis toujours" est Sarigasy ; la mosaïque ne paraît pas représenter un problème pour les producteurs⁽³⁾.

La culture dépend du régime des pluies et du fonctionnement de l'ancien canal "traditionnel" (construit il y aurait une cinquantaine d'années), qui se remplit après le démarrage des pluies et conserve de l'eau jusqu'en juillet.

On irrigue en juin. La préparation du sol, dépendant de la nature de celui-ci, consiste en un labour, en culture attelée si possible, considéré comme très important pour avoir de bons rendements. On plante en juillet, rien que des boutures aoûtées, sur les sols argileux qui restent humides ; sur les sols sableux on plante avec les pluies en octobre-novembre. Le manioc arraché pour la vente de mars à juin est replanté aussitôt.

1. Nombreux problèmes avec Hashima depuis 3 ans.

2. Celui-ci serait transformé en farine par les Indiens puis exporté.

3. Pour eux la mosaïque serait un indicateur de formation des tubercules.

En saison des pluies il y a de l'eau pour tout le monde dans le canal "traditionnel", on fait de 2 à 5 irrigations selon que le sol est plus ou moins sableux. La première dès que l'on peut (eau dans le canal), la dernière pouvant avoir lieu en mai.

Le manioc planté en juillet est récolté en septembre⁽¹⁾ (à 14 mois) pour une production maximale, si le paysan a besoin d'argent il peut récolter dès le mois de mars (à 7 mois). Le raccourcissement du cycle plantation-récolte est considéré comme le principal facteur de la baisse des rendements :

- jadis (1970-75) un hectare de Sarigasy donnait 20 charrettes de manioc sec soit 4 à 5 tonnes de cossettes (ou 25 charrettes de manioc frais) ;
- maintenant (1995) un hectare de Sarigasy ne donne plus que 7 charrettes de manioc sec (10 de manioc frais)

1.2. M. Boha, président des planteurs du Bas Fiherenana

Instituteur à l'origine a progressivement acheté 10 ha d'alluvions dont il a mis 7 en métayage (partage de la récolte moitié-moitié, aucun frais pour le propriétaire).

Le principal problème est l'eau, les canaux ne sont plus entretenus ; la plante vit-elle uniquement des pluies et des remontées capillaires à partir de la nappe (?). Le deuxième problème est le coût du sarclage, en fait il s'agit plutôt de binage : travail assez profond rompant l'évaporation par capillarité. Il faut 2 à 3 "sarclages" à plus de 100 000 F/ha chacun.

Dans le système ordinaire, le manioc est planté en août dans un pois du Cap semé en mars ; la récolte a lieu normalement après un an (août-septembre).

Il existe un système plus rare que l'on peut qualifier de contre-saison pour fournir du manioc vert au moment où il est rare donc cher : plantation en février, récolte en janvier-février ; mais les vols sont fréquents dans ce cas, et la récolte peut être avancée jusqu'en novembre (9 mois), avec des rendements faibles 3 à 5 tonnes de racines fraîches (10 charrettes...) par hectare.

2. Axe RN9, systèmes pluviaux

2.1. Zone d'Andranovory

L'agriculteur M. Bertrand a, en temps normal, deux champs de manioc de 0,5 ha chacun en culture pure :

- l'un qui vient d'être planté aux mois de novembre-décembre précédents (manioc en première année) ;
- l'autre qui sera récolté, à 18 mois, vers le mois d'août suivant (manioc en seconde année).

Ce système à deux saisons des pluies serait une vieille tradition locale ; si on récolte les champs après une saison (8-10 mois) des pluies le rendement ne serait que la moitié de celui que l'on obtient à 2 ans : 40 charrettes de 250 kg soit 10 t/ha de racines fraîches.

¹. Le manioc planté en octobre est aussi récolté en septembre, avant les pluies, sinon les racines pourrissent et le séchage se fait mal.

Le champ de première année est recépé au début de la deuxième saison des pluies, et devient un champ de deuxième année. Le nouveau champ de première année est planté avec les bois provenant du recépage (on plante les apex aussi et pas seulement du bois aoûté) ; la plantation est possible jusqu'en mars.

Les deux années de sécheresse (91-92 puis 94-95) ont entraîné des difficultés d'approvisionnement en bois de plantation.

Deux variétés sont cultivées toutes les deux sur un cycle de deux saisons des pluies :

- Mangonoka (- costaud), variété amère ;
- Menalehika (aisselle rouge), variété douce.

Les deux variétés sont plantées dans le même champ, la variété amère sur les bordures pour décourager les voleurs.

N.B. : La variété amère est toxique sous forme de racines fraîches, mais non plus sous forme de cossettes.

La variété Menhelika serait récoltée dès le quatorzième mois (mars-avril) pour être consommée en racines fraîches.

La variété Mangonoka récoltée en décembre à avril serait toujours transformée en cossettes.

Remarque : Il faut 7 à 8 charrettes de boutures, à 10 000 F la charrette pour planter 1 hectare.

2.2. Village de Tranokaki (2 km avant Vineta)

M. Stanislas (20 ans), producteur et collecteur⁽¹⁾ ; il cultiverait 2 ha de manioc, variété Mangonoka, à la densité de 1 m x 1 m, associé le plus souvent à du maïs, parfois de l'arachide. On cultive manioc sur manioc pendant trois cycles de 18 mois (plantation en octobre-novembre, récolte en juin-juillet), puis jachère 1 à 2 ans, puis maïs pendant 2 ans, puis manioc à nouveau.

Les rendements seraient de 3 à 6 t/ha⁽²⁾ donc faibles car les sols seraient très pauvres (caillouteux⁽³⁾). Il faudrait de longues jachères, mais la terre manque, les autochtones la garde comme pâturage.

Problèmes identifiés (qu'il souhaiterait voir étudier par le PSO) :

- crédit pour achat de bœufs de trait et de matériel : charrue... ;
- aide pour écouler la production (n'ont pas voulu pour autant faire de contrat avec SOPAGRI) les prix sont intéressants 400 F le kg (sec) ;
- maladies (fournir des produits de traitement) :
 - la mosaïque (Berakoka ?) plus ou moins grave selon les sols, surtout sur les sols pauvres, caillouteux,
 - les termites attaquent les tiges,
 - les cochenilles attaquent les tiges et les feuilles en saison sèche,
- cycle trop long 18 mois, avec trop de sarclages nécessaires.

1. A l'esprit d'entreprise, certains, et ne doutant pas de lui ; déclaration à vérifier.

2. Mais s'agit-il bien de manioc frais ? Ou de cossettes ?

3. Il y aurait à 25 km de là des sols noirs de baiboho beaucoup plus productif, avec moins de mosaïque.

2.3. Zone forêt de Zombitsé, village Andranomaitsa

Agriculteur M. SOJA (ancien moniteur de vulgarisation agricole à Betioka) installé ici depuis 1991. Les sols sont sableux, filtrants.

Les bûcherons exploitant cette forêt se sont aussi mis à l'agriculture, il y a une vingtaine d'année ; l'arrivée des migrants cultivateurs date de moins de 10 ans.

La famille moyenne serait de 6 personnes dont 2 adultes actifs, avec 4 à 5 ha cultivés.

Après défriche de la forêt on cultive du maïs pendant quatre ans de suite avec de plus en plus de difficultés avec les mauvaises herbes d'une année à l'autre. On peut se maintenir au rendement de la première année : 4 tonnes de maïs grains/ha si l'on fait suffisamment de sarclages : 0 la première année, puis 1 la deuxième année, puis 2, puis 3. Le manioc et l'arachide viennent ensuite.

Deux systèmes de culture de manioc sont pratiqués

A. plantation en août-septembre⁽¹⁾ (récolte à 11-12 mois) avec du bois de la récolte d'un champ précédent (aucun problème de remplacement de ce côté), les remplacements peuvent s'étaler jusqu'en décembre

Dans ce système, on trouverait toujours (!) du maïs en culture associée, variété de 4 mois semée d'octobre à décembre, donc après le manioc. Le rendement du manioc à 1 an serait de 5 t/ha en sec (15 t/ha en frais). Mais il est possible de récolter dès le septième mois (avril-mai) pour l'autoconsommation : on arrache alors quelques plants entiers, selon les besoins.

B. Plantation en février-mars-avril

Récolte à 15 mois en juillet-août. Plantation avec du bois du champ aux mois d'août-septembre précédent, le plus voisin.

Le manioc est ici en culture pure.

Le rendement serait de 7 à 8 tonnes de manioc sec par hectare.

Les variétés sont les mêmes dans les deux systèmes, on en utilise 5 dans le village, dont Menahelika ; elles peuvent toutes être consommées en frais.

Les problèmes évoqués sont le sarclage (trop dur et coûteux) et le manque de moyens de labourer.

2.4. Zone Bememara, village d'Ambarato, à 3 km de Bememara

Productrice Mme Pahiri (notable des nouvelles organisations associatives locales, présidente de la section féminine du CAM, mariée à un notable également). Chacun d'eux cultive une dizaine d'hectare ; la séparation de propriété des champs dans un

1. Dès le début du jour, profitant de l'humidité du matin (?).

ménage serait fréquente dans le village Bara (avec beaucoup de migrants Mahafaly). La préparation du sol est ici mécanisée, travail à l'entreprise. On attend qu'un tracteur soit disponible dans des conditions "intéressantes" (projet FAO, SOPAGRI)⁽¹⁾.

Le labour aux disques de 1 hectare coûterait 125 000 F/ha⁽²⁾ (le tracteur ferait 20 ha en 24 heures non stop).

Le manioc peut être récolté (c'est rare) à un an si l'année a été pluvieuse sinon on le laisse en place une seconde saison des pluies. On paraît être à la limite géographique des deux systèmes.

Les rendements annoncés sont extraordinaires : 8 tonnes de cossettes à l'hectare sur les sols rouges (sable roux) et 10 tonnes sur les sols noirs (vertisols apparemment, surtout cultivés en coton).

Les variétés cultivées sont toutes douces, même le Mangonoka (qu'ici l'on pourrait manger en frais) ; sont également mentionnées : Menahelika, Longosoa et Kelimanana tody. Toutes les variétés donnent des cossettes vendues au même prix, variant lui beaucoup avec l'acheteur (300 F/kg pour SOPAGRI jusqu'à 475 F/kg pour un Indien à Tuléar).

Le principal problème est celui des sarclages : il en faudrait 3 à 8 j (?) ; à 2-3 mois ; à 6 mois) à raison de 150 000 F/ha chacun⁽³⁾.

1. Ce n'est pas le cas tous les ans d'où une certaine irrégularité dans le rythme des plantations : rien en 1993, 5 ha en 1994, 6 ha en 1995.

2. On paie, paraît-il après récolte.

3. Contrat à la tâche pour deux ouvriers pendant deux semaines.

Annexe 9

Filière exportation

A. Gamma Cassava (GC)

■ GC créé en 1989 pour acheter du manioc demandé par les unions de coopératives bretonnes désireuses de diversifier leur approvisionnement : UCA (Union des coopératives de l'Argoat), URCOPA qui s'est retiré plus tard (SOPAGRI).

Ne livre plus qu'à l'UCA qui préfinance les achats ; le manioc collecté est stocké dans des magasins sous douane au port de Tuléar. L'UCA achète FOB le manioc entré en magasin, fixe les dates de passage des cargos à Tuléar ; les frais de douane sont payés lors de l'enlèvement.

GC ne fait plus de collecte directe, l'expérience s'étant révélée désastreuse. GC achète cash les cossettes livrées au magasin de Tuléar par :

- quelques gros producteurs qui peuvent livrer seul des quantités conséquentes ;
- des associations de producteurs qui louent un camion ;
- les petits collecteurs malgaches ;
- les gros collecteurs malgaches : il y en aurait trois sur Tuléar avec chacun 5 ou 6 sous collecteurs ;
- les Indiens qui achètent toute l'année avec de vieux camions, sont organisés en brousse et ont de la trésorerie ;
- quelques Indiens spéculateurs quand ils ratent leur coup.

■ Les grandes zones productrices seraient :

- Antanimieva-Befandriana : production importante, de bonne qualité alimentaire (en sec) ;
- Ankililoaka : culture irriguée, commercialisée en vert sur Tuléar ;
- Bas-Fiherenana : production marginale ;
- Andranovory-Vineta : manioc cultivé à 100 % pour l'exportation, variété Mangonoka ;
- Sakaraha : exportation par Tuléar, ou vers les Hauts Plateaux ;
- Ankaramena, Betioky, Betroka... hors PSO.

Les livraisons varient avec les années, la très grande variabilité de la pluviométrie⁽¹⁾ ayant une incidence très importante sur la production. On aurait une mauvaise année (pluviosité inadéquate) un an sur trois.

Les rendements en année favorable seraient de :

- 12 t/ha de racines fraîches (6 de cossettes) pour les cultures (véritablement) irriguées ;
- 6 t/ha en pluvial.

1. Quantité et répartition : ainsi la campagne 1994-95 caractérisée par une très forte sécheresse de novembre à mars, serait très mauvaise. Les exportations par Tuléar ne dépasseraient pas 5 000 tonnes (3 000 par GC, 2 000 par Sopagri) contre 11 000 en 1993

Les mauvaises années on aurait toujours 12 t/ha en culture véritablement irriguée, bien sûr, mais seulement 1 t/ha en culture pluviale.

■ Les prix du manioc n'étaient que de 30 FMG sur les marchés locaux en 1989 ; c'est la demande pour l'exportation qui a fait s'envoler les prix.

Les prix au producteur varient beaucoup suivant les zones, car les coûts de transport sont très élevés.

Les transporteurs ne desservent plus Ankazoaka pour ce genre de produit (le transport de ou vers Tuléar y serait de 300 FMG/kg) ; il y existe cependant un commerce spéculatif local, en cercle fermé.

La concurrence du marché des Hauts Plateaux dépendrait de la récolte de riz, des arrivages de dons alimentaires... donc serait fluctuante.

■ GC a fait fonctionner une exploitation pilote de 1989 à 1993, à Antanimicva⁽¹⁾(?). Elle a possédé jusqu'à 350 ha en manioc et aurait servi de pôle de développement de la culture dans la zone ; fermeture de l'exploitation lorsque le paysannat environnant, suivirent des conseils... En fait il semble aussi que l'opération n'était pas rentable.

De cette expérience on retient que les rendements pourraient assez facilement être améliorés en jouant sur deux points : le choix variétal⁽²⁾ et la maîtrise des mauvaises herbes. De plus, on pouvait gagner beaucoup de temps au niveau du chantier post-récolte, gros consommateur de main-d'œuvre, en supprimant le grattage des racines (il ne serait pas nécessaire pour l'exportation et la consommation animale, il suffit de couper les racines).

Dans cette zone l'utilité du labour serait douteuse (alors qu'elle serait indéniable sur sable roux) car il améliorerait la végétation mais pas la production de racines. L'effet du fumier serait spectaculaire : multiplication des rendements par 2.

B. SOPAGRI

SOPAGRI s'est établi pour acheter du maïs et du manioc dont il pourrait écouler 150 000 tonnes⁽³⁾. La production du manioc, comme celle du maïs, n'augmente pas comme on l'espérait ces dernières années.

Rien n'ayant été fait depuis longtemps dans le domaine de la recherche, on doit trouver des variétés amères et des variétés étrangères (à introduire dès que possible).

La mosaïque ne semble pas avoir une grande influence sur la production de racines (contrôle par arrachage).

En dehors de la sélection variétale, il ne semble pas qu'il y ait beaucoup d'amélioration à apporter aux systèmes actuels. La voie proposée par Lucien SEGUY, zéro travail sur maïs, couvertures... offre de nouvelles perspectives.

1. Les rapports auraient été récupérés par Crambade et jamais rendus.

2. Une variété locale à feuilles minces (Sarysomonprohi) serait prometteuse.

3. La chute des cours des céréales dans la CEE a entraîné celui des cours du manioc ; les grands fournisseurs habituels, Thaïlande et Indonésie ne seraient plus intéressés.

Annexe 10

Description des principaux systèmes (esquisse)

A partir du dépouillement partiel de l'enquête ITK et de quelques interviews de paysans effectués au cours de la mission on peut voir les quelques grandes lignes des monographies qu'il est souhaitable d'établir sur chacun des systèmes de culture importants.

A. Système irrigué (IR) zones d'Ankililoaka, Tsiamisaha et Miary

Sur les terres irriguées le coton reste encore la principale spéculation et détermine l'organisation du calendrier agricole.

La préparation du sol pour le manioc, pas de travail sur les sols les plus légers (sablo-limoneux) ou scarifiage rapide en culture attelée, pour gagner du temps, ont lieu précocement en saison sèche après la récolte du coton dans le système standard. Ensuite, le manioc n'est pas toujours bien entretenu (désherbage, il en faudrait en principe 3 à 4). Le cycle est ordinairement de 11-12 mois ; la plantation suivant immédiatement la récolte il n'y a pas de difficulté à disposer de bois sains pour les boutures. L'irrigation, même insuffisante, permettra au moins la survie des plants même en année exceptionnellement sèche. La variété la plus cultivée est le Sarigazy, ensuite vient le Tsitakatro.

La mosaïque ne paraît pas poser de problème grave. La production qu'il y ait ou non labour varie de 3 à 5 tonnes de manioc vert par hectare : 9 en moyenne (enquête ITK). Le manioc est un aliment de base toute l'année ; il est consommé en vert de mars (la récolte commençant dès le septième mois), à septembre puis en sec de septembre à décembre (avec souvent rupture du stock familial dès le mois de décembre et nécessité de s'approvisionner au prix fort sur les marchés).

Dans les zones peu éloignées du grand marché régional Tuléar (alluvions du bas Fiheremana.....) le manioc est surtout commercialisé en vert pour être consommé comme tel.

Il existe un deuxième système destiné à produire quand le manioc vert est rare et donc les prix élevés.

B. Système pluvial à une saison des pluies (SP1)

Sur les terres en culture strictement pluviales, le manioc n'est également pas la plante qui intervient en priorité dans l'organisation du calendrier de travail de l'agriculteur. Vu l'engouement actuel pour cette culture il faut attribuer ce phénomène à la plasticité de la culture vis-à-vis des périodes de plantation et de récolte tout en assurant une production convenable, qu'à un désintérêt de ce qu'elle peut produire. Le sarclage du manioc est également estimé moins indispensable et urgent que sur les autres cultures, la plante est supposée mieux s'accommoder des mauvaises herbes⁽¹⁾.

1. Les techniques culturales qui feraient gagner du temps sur la mise en place, l'entretien... des cultures jugées prioritaires pourraient indirectement profiter au manioc.

Le système à une saison des pluies est de beaucoup le plus fréquent, il est presque le seul puisque c'est aussi bien celui des zones irrigables que de la très grande majorité des zones pluviales. Le système à deux saisons des pluies est cantonné dans une aire très réduite.

Il existe certainement au moins autant de variantes de SP1 qu'il y a de zones dans le couloir d'Antseva de Befandriana à Ankililoaka et sur l'axe RN9 jusqu'aux zones d'Ankazoabo.

Les principales variantes devront être étudiées et décrites séparément ; différenciées qu'elles sont par :

- la culture pure ou en association ;
- la taille des exploitations et la puissance de travail (manuel, culture attelée, tracteur) ;
- l'importance des maladies et les variétés cultivées.

Le système "moyen" ou "commun" est caractérisé par un cycle de 8-10 mois :

- la plantation a lieu au début des pluies mi-octobre à mi-décembre sur un sol préparé manuellement, très superficiellement où labouré en culture attelée ;
- la récolte de juin à juillet précède la plantation du prochain champ de 1 à 3 mois, il faut donc avoir des bois (variétés) se conservant assez bien. On les conserve en jauge ou en fagot à l'ombre d'un arbre ;
- la principale maladie est la bactériose, qui serait particulièrement virulente dans les zones d'Antanimievo et d'Ankazoabo ;
- il semble que l'on pratique très rarement la fumure et si c'est le cas ce n'est qu'avec du fumier (poudrette de porc) à dose vraiment faible ;
- il faut en général 2 ou 3 sarclages (quand ?) ;
- avant la récolte les tiges sont coupées à 20 cm et le sol partiellement ameubli (?) ;
- les rendements selon l'enquête ITK seraient de :
 - 4 à 17 tonnes de manioc vert par hectare (9 en moyenne) en culture manuelle,
 - 5 à 15 tonnes de manioc vert par hectare (10 en moyenne) en culture attelée,
 - 16,5 tonnes de manioc vert par hectare en culture mécanisée,
- après récolte :
 - grattage manuel de l'écorce juste après arrachage,
 - séchage au champ pendant 4 à 7 jours,
 - transport en charrette au village,
 - stockage dans la maison, peut durer 3 mois et plus,
- autoconsommation :
 - modes de préparation en vert, quantités par semaine
 - mode de préparation en sec, quantité par semaine
 - calendrier alimentaire
- vente du manioc : filière, prix, calendrier.

CONCLUSION DE L'EXPERIMENTATION MULTILOCALE

Dans la mesure où la plantation est faite, sur des terrains convenablement préparés, convenablement fumés et où l'on applique des actions culturales bien suivies (sarclage), nous pouvons préconiser :

Province	Région	Variétés	Utilisation	Rendement moyen en essai T/ha.
DIEGO-SUAREZ	AMBANJA	H. 43	Cossettes - sec	35
		H. 57	Cossettes - sec	32
		H. 53	Cossettes - sec	30
		H. 35	Féculerie	28
		H. 54	Féculerie	28
			H. 41	Cossettes - sec
	AMBILOBE	H. 47	Consommation	38
		H. 43	Cossettes - sec	37
FIANARANTSOA	IBOAKA	H. 60		40
	MANAKARA	H. 54	Consommation	34
		H. 43	Cossettes - sec	25
		H. 35	Cossettes - sec	24
TANANARIVE	FENERIVE	H. 45	Consommation	25
		H. 53	Cossettes - sec	25 sensible mosaïque
	IVOLOINA	H. 58	Consommation	25
		H. 49	Féculerie	17
	ALAOIRA	H. 60	Consommation	58
		H. 56	Cossettes - sec	35
TANANARIVE	AMBOHIDRATRIMO 1300 m.	H. 54	Cossettes - sec	8,6
		H. 43	Consommation	7,9
		H. 35	Féculerie	7,3
		H. 41	Cossettes - sec	6,9

.../...

ANNEXE 11 (2)

Province	Région	Variétés	Utilisation	Rendement moyen en essai T/ha
TANANARIVE	BETAFO 1600 m.	H. 43	Consommation	17
		H. 53	Cossettes - sec	14
		H. 56	Cossettes - sec	12
		H. 35	Féculerie	8
		H. 54	Cossettes - sec	8
	MANJAKANDRIANA 1400 m.	H. 54	Cossettes - sec	13
		H. 43	Consommation	10
	SAKAY 900 m.	H. 53	Cossettes - sec	73
		H. 45	Consommation	66
		H. 43	Consommation	47
		H. 56	Consommation	42
		H. 41	Cossettes - sec	39
		H. 51	Cossettes - sec	32
	TULEAR	ANKAZOABO	H. 53	Cossettes - sec
H. 54			Consommation	20
H. 35			Féculerie	18
ANBOVOMBE		H. 53	Cossettes - sec	26
		H. 54	Consommation	19
		H. 35	Féculerie	18
BETIOKY		H. 53	Cossettes - sec	43
		H. 54	Consommation	28
		H. 41	Consommation	27
		H. 46	Cossettes - sec	20
TULEAR		H. 53	Cossettes - sec	21
		H. 54	Consommation	18
		H. 46	Cossettes - sec	17,5
		H. 43	Cossettes - sec	17
	Sarigasy	Consommation	15	

ANNEXE 12 - extrait GUILLOTEAU, 1966

Nom de la variété : HYBRIDE H.54

N° d'ordre de la collection Alaotra : 477

Origine : STATION ALAOTRA

Croisement : N° 369 H.31 (Disjonction de Singapour N°3) c Hybride esp-cø N° 11 710
(Pringlei x n°1 Nakasoga)

HYBRIDE N° 31312

CARACTERISTIQUES DE LA VARIETE
=====

1° - CARACTERES MORPHOLOGIQUES ET VEGETATIFS

a) Le bois

- Le bois d'un an et de deux ans est gris-jaunâtre ;
- Rameau vert jaunâtre ;
- Le port de la plante est de type dressé ;
- Hauteur moyenne de la plante : 1m 70 à 2 m.

b) Les feuilles

- La jeune pousse est cuivrée ;
- Le velum à peine marqué ;
- Le limbe supérieur est de couleur vert jaunâtre à jaune ;
- Le pétiole est vert à extrémité rouge.

c) Les fleurs

- Intérieur du périanthe est vivement coloré ;
- Androcée fertile.

d) Les racines

- Le liège est de couleur grise ;
- Le phelloderma est blanc ;
- Leur forme est cylindroconique.

2° - CARACTERES PHYSIOLOGIQUES

- L'hybride 54 est résistant à la mosaïque ;
- Les racines sont résistantes à la pourriture.

3° - CARACTERES AGRONOMIQUES

- Taux de reprise très élevé ;
- Possibilité de rendement assez bonne ;
- Convient pour les terres alluvionnaires, répond bien aux collines bien fumées. S'apprête dans la région du Sud et du Sud-Ouest.

4° - CARACTERES TECHNOLOGIQUES

- Manioc assez doux à double fin : pour la consommation et la féculerie ;
- Teneur en fécule bonne ;
- Ecorçage un peu difficile.

ANNEXE 12 (suite)

Nom de la variété : HYBRIDE H.43

N° d'ordre de la collection Alaotra : 452

Origine : STATION ALAOTRA

Croisement N°24 Criolona X N°23 Sao Pedro Preto
(HYBRIDE N° 6346)

CARACTERISTIQUES DE LA VARIETE

1° - CARACTERES MORPHOLOGIQUES ET VEGETATIFS

a) Le bois

- Le bois est gris noirâtre ;
- Les rameaux sont en partie rouges ;
- Les stipules sont bien développées et ramifiées ;
- Le port est bien dressé.

b) Les feuilles

- Le velum est étroit ;
- Les pétioles sont entièrement colorés ;
- Les pousses sont légèrement bronzées.

c) Les fleurs

- L'intérieur du périanthe est coloré ;
- Le corps de l'ovaire est vert ;
- L'androcée est fertile.

d) Les racines

- Les racines sont de forme fusiformes ;
- Le phelloderme est blanc ;
- Le liège est de couleur grise.

2° - CARACTERES PHYSIOLOGIQUES

- Bonne résistance à la mosaïque ;
- La résistance à la pourriture est assez bonne.

3° - CARACTERES AGRONOMIQUES

- Taux de reprise moyen ;
- Possibilité de rendement au champ élevé.

4° - CARACTERES TECHNOLOGIQUES

- Teneur en fécule assez bonne ;
- Racine douce, favorable à la préparation du manioc sec ou des cossettes ;
- Convient pour les plateaux et les collines ;
- Favorables pour la côte Nord-Ouest.

ANNEXE 12 (suite)

Nom de la variété : HYBRIDE H.35

N° d'ordre de la collection Alaotra : 373

Origine : STATION ALAOTRA

Croisement N°23-Sao Pedro Preto X N°371 H.33 (N°154 Fotsy x N°4
Criolina H.A. 231)

(Hybride n° 6357)

CARACTERISTIQUES DE LA VARIETE

1° - CARACTERES MORPHOLOGIQUES ET VEGETATIFS

a) Le bois

- Le bois est gris jaunâtre ;
- Les rameaux sont en partie colorés ;
- Le port est dressé.

b) Les feuilles

- L'ombilic foliaire est vert ;
- Le sinus basilaire est ouvert ;
- Le velum est étroit ;
- Les pétioles sont en grande partie colorés ;
- Les pousses sont bronzées.

c) Les fleurs

- L'intérieur du périanthe est coloré ;
- Le corps de l'ovaire est vert ;
- L'androcée est fertile.

d) Les racines

- Les racines sont cylindroconiques ;
- Le phelloderme est blanc ;
- Le liège est gris.

2° - CARACTERES PHYSIOLOGIQUES

- Particulièrement résistant à l'amoïnica ;
- Très bonne résistance à la pourriture.

3° - CARACTERES AGRONOMIQUES

- Bon rendement ;
- Par suite de sa résistance à la pourriture, on peut lui réserver les sols plus humides. Il donne aussi de bons résultats sur les terres collines riches.

4° - CARACTERES TECHNOLOGIQUES

- Bonne teneur en fécule ;
- Racine assez douce, un peu amère sur colline.

- CONDITIONS CULTURALES OPTIMALES RECOMMANDÉES :

1°)- Place dans l'assolement :

Le manioc est une plante sarclée, qui couvre bien le sol. C'est une qualité appréciable dans le Sud où la saison des pluies courte et chaude entraîne une prolifération rapide des adventices. Sa culture après jachère permet d'homogénéiser les sols.

L'analyse des carences par la méthode des vases de végétation (selon la méthode Chaninade) et les courbes de réponses aux éléments NPK ont démontré le manque de phosphore assimilable, de soufre et d'azote.

- RESULTATS OBTENUS SUR SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX :

Classement de récolte par rapport à la fumure complète (d'après J.Velly)

	<u>Ankazoabo</u>	<u>Bezaha</u>
Fumure complète.....	100	100
Fumure complète moins P.....	35,7	16,8

	<u>Ankazoabo</u>	<u>Bezaha</u>
Fumure complète moins S.....	47,4	42,4
-"- "- "- Cligo élén.	95,9	67,2
-"- "- "- K.....	81,6	71,1
-"- "- "- Ca.....	108	81,7
-"- "- "- Mg.....	124,5	133,5

Les travaux de G. Cours avaient mis en relief la réponse du manioc à une fumure potassique (accumulation des réserves) et à un apport de matières organiques qui donnaient à la terre une structure grumeleuse.

C'est certainement cette plante sarclée qui rentabilisera le mieux la fumure, il est donc logique de la mettre en tête d'assolement.

ANNEXE 13 (3)

3^e)- L a b o u r s :

1^o)- Sur une terre en jachère depuis 3 à 5 ans

- Inutile de labourer. En cas de culture attelée, brûler la flore adventives, (utilité du parc-feu) et billonner le plus rapidement possible. En culture mécanisée ne pas brûler, mais faire un hersage léger et billonner ensuite.

2^o)- En zone de cultures intensives ou extensives

- a)- Pour les terres à textures argilo-limoneuse (type alluvions de classe I A du Fiherenana) faire si possible un labour profond de 25 à 30 cm.
- b)- Pour des terres à forte texture sableuse (jusqu'à 60 % de sable grossiers) ce qui est le cas pour la quasi-totalité des terres arables du Sud. Ne jamais labourer en 1-ère année de façon à ne pas perdre le peu d'humus et à ne pas remonter le sous-sol sur la faible épaisseur de terre arable. Un billonnage est suffisant.

En deuxième ou troisième année de culture se contenter d'un labour à 15 cm et descendre ensuite progressivement jusqu'à 25 cm.

Toujours effectuer le labour en début de saison des pluies, après précipitation de 30 mm de manière à :

- effectuer un excellent labour
- lutter contre l'érosion éolienne
- garder le peu de structure de ces sols.

ANNEXE 13 (5)

- R é c o l t e :

Éliminer les bois atteints de mosaïque ou couverts de cochenilles, huit jours avant l'arrachage (couper les bois à 30 cm du sol). Les autres bois sont conservés pour la plantation future.

Pour respecter les normes de commercialisation la récolte doit se faire dans les meilleures conditions possible. On obtient un produit de qualité :

- En grattant l'écorce externe (liège et phelloderme) des racines au moment et à mesure de l'arrachage. Car dès que le manioc commence sa dessiccation cette opération devient plus délicate.

- En mettant les racines à sécher sur un lit de branchages durant 5 à 7 jours.

- Normes de commercialisation pour obtenir des cossettes* type 1

- Manioc blanc intérieurement
- Moins de 1 % en poids de morceaux supérieurs à 1,5 cm d'épaisseur.
- Moins de 1 % en poids de poussières et d'écorces détachées
- Absence de moisissures
- Non charançonné.

* acôttement : production et protection par "le liège" de la nouvelle écorce, qui se forme. Et accumulation dans le bois des matières de réserves destinées à nourrir les bourgeons et à favoriser la formation des racines.

* Les exportations se font soit en cossettes, soit en bouchons et rondelles (tubercules non calibrées et non débarassées de leur écorce externe).

Sanitation techniques for cassava

E. A. Frison

International Board for Plant Genetic Resources, Via delle Sette Chiese 142, Rome, Italy.

Abstract *Vegetatively propagated crops are known to accumulate viruses and other systemic pathogens; the international movement of germplasm of such crops therefore requires particular attention in order to avoid the concurrent movement of pathogens. Sanitation techniques have been developed to allow the safe movement of cassava germplasm. They include thermotherapy followed by meristem-tip culture and indexing for systemic pathogens known or suspected to occur in the country of origin of the material. Technical guidelines for the safe movement of cassava have been produced which recommend that clones be moved as pathogen-tested in vitro cultures. Techniques for in vitro conservation and rapid multiplication are also available for cassava.*

Quarantine procedures and international movement

International exchange of germplasm of cassava has officially been limited, until recently, to true seed for fear of introducing vegetatively transmitted pathogens and pests into unaffected areas (Frison 1988). To overcome this limitation, IBPGR and FAO have jointly published *Technical Guidelines for the Safe Movement of Cassava Germplasm* (Frison and Feliu 1991). These include recommendations on therapy and indexing techniques to be applied to cassava germplasm in its different forms (seed, pathogen-tested *in vitro* cultures and cuttings from such cultures) as well as technical recommendations on how to safely move the different types of material. These guidelines are widely accepted by quarantine authorities and are adopted by CIAT and IITA for all their germplasm shipments. For example, IITA has submitted the procedures for producing virus-free material of cassava to the Inter-African Phytosanitary Council. This organization now endorses the movement of pathogen-free vegetative material in tissue culture form. At the end of the indexing procedure, after inspection by a plant quarantine officer, if all tests are negative, the plant is considered pathogen-free and an International Phytosanitary Certificate issued for that plant and its progeny in tissue culture.

Institutions requesting improved material in tissue culture are asked to provide an import permit. The phytosanitary certificate issued by the regional quarantine station at the Federal Department of Agriculture, Ibadan, and the import permit, are attached to the tissue culture material for dispatching. A kit is prepared by IITA's Tissue Culture Laboratory to accompany the tissue culture materials when they are being sent out. It includes peat pots, sterile vermiculite and a handbook describing the optimal conditions for the transfer to *in vitro* growth of the tissue culture material (Frison 1981b). A shipment form, to be filled in by the consignee, is added to the packages to ensure rapid feedback of information on the condition of the material on arrival and on the behaviour of the material after establishment in the recipient country.

The International Agriculture Research Centres of the Consultative Group for International Agricultural Research have also designed a 'Germplasm Health Statement' to be added to all germplasm consignments and providing information about the therapy and indexing techniques that have been applied (Frison 1991).

For distribution, cuttings are cultured in (24 × 90 mm) plastic tubes containing 10 ml of multiplication medium. After about 2 weeks of growth, the material is checked for absence of fungal or bacterial contamination and is ready for international despatch. Whenever possible the material is hand-carried

Gestion post in vitro du manioc et de l'igname

S. Y. C. Ng, P. Ilona, et O.J. Adeniji, IITA

Introduction

De nombreux plants issus de la micropropagation ne survivent pas à leur transplantation de l'éprouvette de culture en serre ou en conditions naturelles. Une étude approfondie des facteurs responsables de ce fait a été menée par Prece et Sutter (1991). Les facteurs responsables du durcissement et de l'acclimatation des plants de culture de tissus ont été évoqués par Ziv (1986).

Dans le cas du manioc et de l'igname, le faible taux d'établissement a constitué le problème majeur auquel IITA et ses collaborateurs ont déjà été confrontés. Pour aborder le problème, une série d'expériences a été menée à IITA afin d'étudier les effets de l'humidité, de l'âge des plantules, des hormones d'enracinement, ainsi que des récipients de plantation sur le taux de survie des plants. Ceci a donné lieu à la mise au point d'un système de gestion post in vitro à faible taux d'intrants adapté aux différentes grandes écologies.

Chambre d'humidité et ombrage

Avant de transférer les plantules d'une éprouvette à un substrat, il faut disposer d'un endroit ombragé et d'une chambre d'humidité. Une chambre d'humidité simple peut se créer au moyen de contre-plaqué et de toile en plastique. La figure 1 montre une chambre d'humidité simple procurant presque 100% d'humidité relative. L'humidité est graduellement réduite en perceant des trous sur la toile en plastique.

La chambre d'humidité est gardée à un endroit ombragé à l'abri des animaux. La température dans la chambre peut se situer entre 25°C et 35°C. L'ombrage peut se créer à l'aide de poteaux de bambou et de frondes de palmier. Il devrait pouvoir fournir environ 60% d'ombre. La chambre peut aussi être placée sous une paille dans un abri grillagé ou accrochée à la branche d'un arbre.

Matériel requis pour l'établissement de plantules de manioc

- Pastilles de tourbe de Jiffy
- Vermiculite
- Flacon laveur
- Plateau de mélange
- Ciseaux
- Eau propre
- Engrais
- Sacs en plastique (91/2 cm par 41/2 cm)
- Deux seaux
- Pulvérisateur manuel
- Petit bâton plat en bois
- Corde
- Marqueur
- Étiquettes.

Procédure

1. Trempez les pastilles de tourbe de jiffy dans un seau d'eau potable pendant une heure environ avant de transplanter.
2. Enlevez la pastille de tourbe de jiffy du seau, enlevez le filet de la pastille et écrasez la pastille dans un plateau de mélange.
3. Mélangez deux parts de la mousse de tourbe obtenue à une part de vermiculite.
4. Préparez une étiquette pour chaque plantule à transplanter pour indiquer le numéro du clone et la date de transplantation.
5. Remplissez à demi chaque pot en plastique avec du mélange de vermiculite et de mousse de tourbe.
6. Remplissez le pulvérisateur et le flacon laveur d'eau potable.
7. Enlevez le couvercle à pas de vis de l'éprouvette de culture.
8. Servez-vous très doucement et soigneusement d'un petit bâton plat en bois pour dégager le bord du milieu de culture du récipient de culture. Ne cassez pas les pousses ou racines de la plantule.
9. Tenez l'éprouvette à la main droite (l'ouverture tournée vers le bas) et tapotez doucement contre la main gauche jusqu'à ce que la plantule soit à moitié sortie de l'éprouvette.
10. Lorsque la plantule est sortie de



Figure 1. Plantules de manioc en chambre d'humidité.

l'éprouvette, ne tenez pas sa tige étirée, car cela donnerait lieu à la cassure. Laissez la plantule reposer sur votre paume. Le milieu de culture reste normalement attaché au système racinaire. Pour l'enlever, mettez votre plantule dans le seau rempli d'eau et secouez doucement.

11. Placez la plantule dans le sac en plastique rempli à demi en faisant reposer les racines sur le mélange de vermiculite et de mousse de tourbe. Ajoutez du mélange jusqu'à ce que les racines et la base de la tige soient couvertes. Pressez le mélange très doucement pour le tasser légèrement. Étiquetez la plantule et arrosez le mélange avec un flacon laveur.
12. Immédiatement après la transplantation, placez le sac en plastique dans la chambre d'humidité et fermez-le.
13. Une fois la transplantation achevée, pulvériser de l'eau à l'intérieur de la chambre d'humidité et fermez le sommet du sac en plastique en le nouant avec une corde et en le renforçant avec du papier-cache adhésif. Accrochez la chambre d'humidité au milieu d'un espace ombragé.

IITA Research Guides

IITA Research Guides provide information and guidance to agricultural researchers, technicians, extension specialists, educators and students involved in research and training. The Research Guides are periodically updated to meet advances in scientific knowledge.

IITA permits reproduction of this Research Guide for non-profit purposes. For commercial reproduction, contact the IITA Publications Unit.

Editing	Libby Ferris
	Ayotunde Oyetunde
Text processing	Kehinde Jaiyeoba
	Foyinsola Akinrimisi
Artwork	Chiweta Onianwa
Layout	Nancy Jadu
Technical Assistance	Paul Iona
Coordination	Rainer Zachmann

Otoo, J.A. 1994. Rapid multiplication of cassava. IITA Research Guide 51. Training Program, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria. 22 p.

Rapid multiplication of cassava

Objectives. This guide is intended to enable you to:

- explain the principles of rapid multiplication;
- prepare ministem cuttings;
- sprout ministem cuttings in nursery beds;
- sprout ministem cuttings in polythene bags;
- transplant, maintain, and harvest ministem cuttings
- store and distribute stem cuttings.

Study materials

- Cassava plants.
- Tools and materials to prepare ministem cuttings.
- Color slides of plants, cuttings, tools, fields,
- Nursery beds.
- Fields for transplanting.

Practicals

- Prepare different types of ministem cuttings.
- Prepare nursery beds and plant ministem cuttings.
- Practice the polythene-bag method.
- Transplant ministem cuttings, harvest and prepare them for storage and distribution.

2 Preparing ministem cuttings

Ministem cuttings are small stem pieces, each with one or more nodes, depending on the stem portion from which the cuttings are taken. Three types of ministem cuttings can be produced from a cassava stem (Figure 1):

- cuttings from the hardwood portion may have one or two nodes (hardwood ministem cuttings);
- cuttings from the semi-mature portion may have four to six nodes (semi-mature ministem cuttings);
- cuttings from the tip portion may have six to ten nodes (tip shoots or tip-shoot ministem cuttings).

The number of nodes on a cutting is not fixed and depends on factors such as internode length, stem diameter, plant age, and weather conditions during and after planting. About 60-100 ministem cuttings can be produced from a cassava plant.

Prepare hardwood and semi-mature ministem cuttings using shears, secateur, hand saws or machetes (Figure 2). Tools must be sharp to ensure that cut ends are clean.

Prepare tip shoots using secateurs or sharp knives. Strip off all leaves carefully from tip shoots leaving the youngest leaves. Take care not to damage the axillary buds. Place each tip shoot in water immediately to prevent dehydration.

Sprout ministem cuttings in well-drained nursery beds near a water source, or in perforated black polythene bags filled with garden soil (Section 3). You can also sprout ministem cuttings in polythene bags without soil (Section 4).

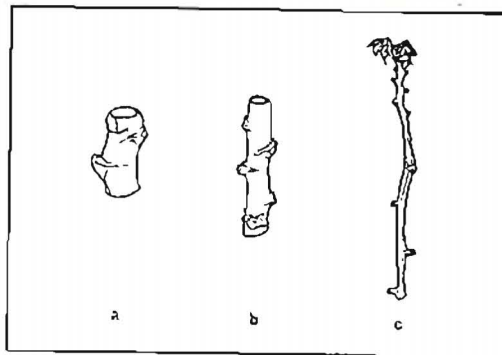
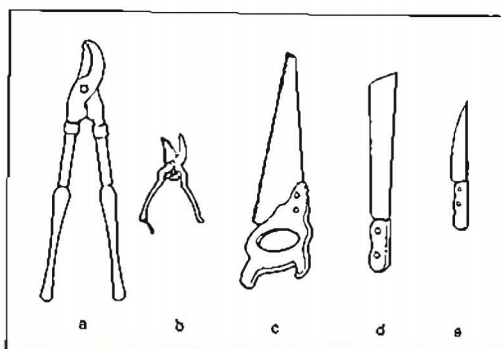


Figure 1. Ministem cuttings. hardwood (a), semi-mature (b), tip shoot (c).

Figure 2. Shear (a), secateur (b), hand saw (c), machete (d), knife (e).



4 Sprouting in polythene bags without soil

Sprouting in nursery beds (Section 3) is effective and widely used. However it has several disadvantages:

- Ministem cuttings require 4-6 weeks in nursery beds before they can be transplanted onto the field.
- When planted in polythene bags, considerable amount of soil - usually transported from another site to the nursery - and labor are required to fill the bags.
- Labor is also required to plant and maintain the cuttings.
- At low temperature, ministem cuttings sprout slowly, leading to high losses.
- Nursery soil may carry disease-causing organisms such as nematodes, fungi and bacteria. Soil sterilization to reduce diseases is expensive and may not be possible.

These disadvantages can be avoided by sprouting ministem cuttings in polythene bags without soil. The method is quick, inexpensive, and convenient. However, the method is only suitable for hardwood and semi-mature ministem cuttings. Tip shoots, which are tender do not usually survive the high temperatures in the bags.

Dip ministem cuttings into a fungicide suspension. Benlate and Demosan are suitable broad spectrum fungicides. Place ministems directly into perforated polythene bags. Tie bags with pieces of string, leaving about one-third of the total space empty for aeration. You can use various sizes of bags as long as there is space for aeration. Keep bags in a shaded area or under a roof.

High humidity and temperature in the polythene bags promote rapid and uniform sprouting. Cuttings sprout in 3-5 days. Some varieties may require a few more days. Sprouted ministem cuttings establish well in the field.

Sprouting in bags without soil has additional advantages:

- cuttings can be stored for a few days before planting;
- bags can easily be carried by hand. Little space is required to transport large quantities over long distances;
- cuttings can be used for mechanical planting.

Ministem cuttings sprouted in bags without soil can be planted directly onto the field after 7-10 days.

5 Transplanting, field maintenance, harvesting

Transplanting. Transplanting in the dry season requires irrigation; in the rainy season irrigation is usually not necessary. Avoid waterlogged fields to prevent low establishment due to poor aeration and poor root development.

Transplant cuttings in a well-prepared field at a spacing of either 100 cm x 50 cm or 50 cm x 50 cm. Firm the soil around each plant. Label the plots indicating variety, date of planting, and other data.

Before transplanting, you can cover the soil with "plastic mulch" if available. During the dry season, irrigate the field before laying the plastic. Plant cuttings through small holes cut into the plastic.

Plastic mulch has several advantages; it:

- reduces labor requirement for weeding so you can manage larger areas of land for multiplication;
- reduces soil erosion;
- improves soil moisture conservation;
- enhances light distribution;
- promotes plant establishment and growth, particularly in the initial growth stages, leading to higher yield of cassava stems and storage roots.

However, plastic mulch has some disadvantages. It is:

- expensive and not easily available,
- difficult to dispose of.

Field maintenance. After transplanting, proper field maintenance is essential for production of strong, healthy plants. During the first 10 weeks, hoe or apply herbicides to control weeds.

With plastic mulch, weeding requirement is minimal. Remove any weeds that develop near the plants in the small holes. Plastic mulch prevents heavy weed growth.

Fill any gaps caused by loss of plants to ensure good plant stand and good canopy cover, which in turn help suppress weed growth. Apply fertilizer where necessary.

Harvesting of stems. The objective of rapid multiplication of cassava is to produce planting materials (stems). If the field is properly maintained, stems can be cut and supplied to farmers 6-7 months after transplanting. Do not uproot plants to harvest storage roots.

Cut stems at a height of 20-25 cm above the ground, after ensuring that stems are physiologically mature and free of diseases and pests.

The practice of leaving stumps standing after cutting the stems is known as 'ratooning'. Several shoots sprout from each stump, but leave only two or three. Apply herbicide and fertilizer to the ratooned fields. Cut another set of stems again 6 months later. At IITA, as many as three sets of stems have been harvested from ratooned fields. The number of sets is influenced by several factors, including variety, soil type and fertility, weed control, and field maintenance.

After harvest, tie the stems together in bundles. In Nigeria, cassava stems are sold in bundles of 50 and each stem is 1 m long. Handle stems with care when harvesting, loading, transporting and unloading to avoid bruising. Bruised buds may never develop into shoots.



Photo 1. Des tiges de manioc stockées verticalement avec la base enfouie en terre.

2. **A l'ombre des arbres.** Comme dans la méthode 1 (ci-dessus), la base des tiges doit être enfouie dans le sol après avoir éliminé toutes les adventives de l'aire de stockage. Les tiges sont également placées en position verticale autour de l'arbre et couvertes d'une couche uniforme de 10 cm de paille sèche.

Quand on stocke du matériel de plantation selon les deux méthodes décrites ci-dessus, et surtout quand la période de stockage va être longue, il importe de maintenir l'humidité du sol élevée en arrosant la base des tiges à intervalles réguliers. Ceci gardera les tiges vivantes et favorisera la formation de feuilles. A la fin de la période de stockage, à la fois les parties supérieures et basales des tiges doivent être éliminées.

3. **Sur des planches surélevées.** Cette méthode convient aux endroits topographiquement non uniformes et implique le stockage des tiges

horizontalement sur des planches surélevées construites en travers de la pente. Elle est recommandée pour le stockage de grandes quantités de matériel de plantation. Le sol devrait être débarrassé de la végétation et les tiges disposées en travers de la pente naturelle en terrasses d'environ 30-40 cm d'épaisseur. Après avoir disposé les tiges comme décrit ci-dessus, elles doivent être couvertes de végétation sèche et de sol (Photo 2). De petites tranchées doivent être creusées autour des terrasses pour favoriser le drainage.

4. **La méthode en tunnel.** Cette méthode est particulièrement recommandée pour les zones sujettes aux températures froides pendant l'hiver telles que celles situées dans des pays producteurs de manioc des sous-tropiques de l'Afrique. Elle exige la construction de tunnels souterrains qui protégeront les tiges contre les gels et préserveront leur humidité.

Choix du site. Pour réduire le coût, il faut choisir un site ayant une pente naturelle pour construire les tunnels. La préférence doit être accordée aux pentes orientées nord-sud. Une fois le tunnel creusé, ses parois doivent être protégées avec des couches de bois pour empêcher un effondrement (Photo 3.1).

Stockage des tiges. Après avoir vérifié qu'il n'y a pas trop d'humidité à l'intérieur du tunnel, il faut recouvrir le sol de paille sèche et disposer les tiges en position horizontale ou verticale (selon la hauteur du tunnel). Les tiges sont ensuite recouvertes de paille et d'une autre couche de sol, comme indiqué sur la (Photo 3.2). Il faut creuser des tranchées autour du tunnel pour faciliter le drainage.

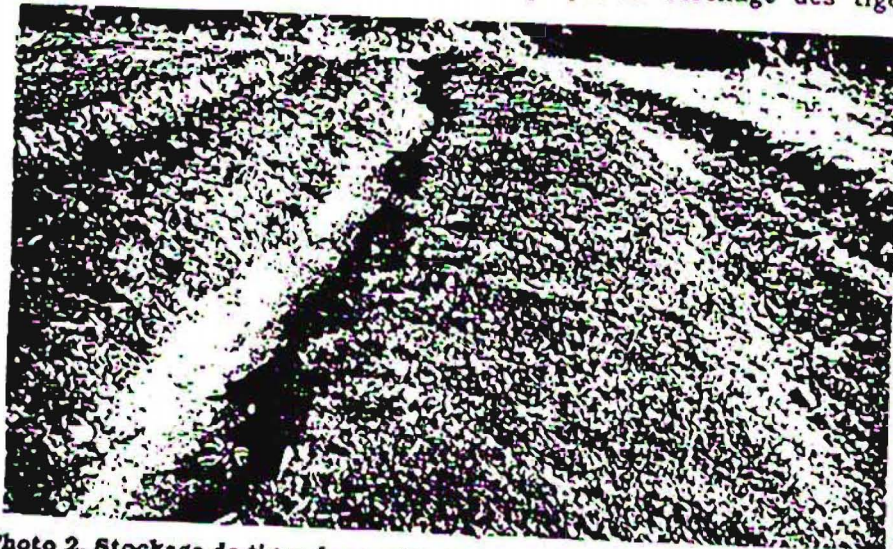


Photo 2. Stockage de tiges de manioc en terrasses couvertes de sol.

Tableau 1. Perte de matériel de plantation (MP) tiré de variétés de manioc récoltées 8 et 18 mois après plantation et stocké pendant 4 mois

Variété	Age du plant (mois)	Pertes de matériel de plantation (%)
M COL 22	8	31
	18	8
M MEX 11	8	4
	18	2

Source: Lopez (1990)

Tableau 2. Perte de matériel de plantation chez M COL 1505 causée par exposition directe à l'ensoleillement après deux mois de stockage.

Temps de stockage	Pertes de matériel de plantation (%)
Immédiatement après la récolte	10
Huit jours après la récolte	23

Source: Lopez (1990)

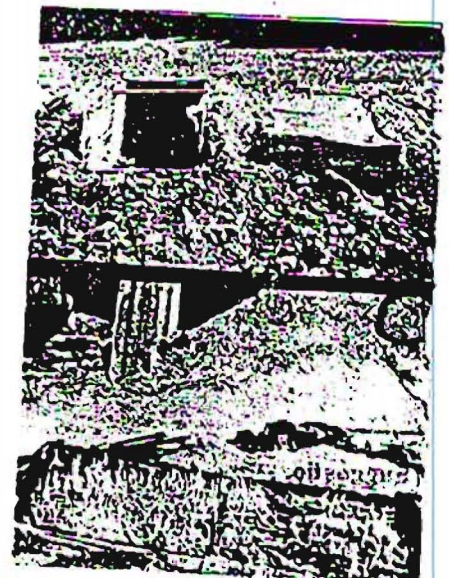


Photo 3.1/3.2. Silo utilisé pour le stockage du manioc.

(suite à la page 6 col. 1)

Table des matières

Chapitre I Présentation : objet et limites de l'étude	3
1.1. Objectifs de l'étude	3
1.2. Cadre	3
1.3. Limites	4
1.4. Plan du rapport	7
1.5. Statistiques sur la culture du manioc dans la zone PSO d'importance relative	7
Chapitre II Culture du manioc dans le Sud-Ouest malgache	11
2.1. Environnement physique et systèmes de production	11
2.1.1. Climat	11
2.1.2. Sols	13
2.1.3. Maladies et parasites du manioc	17
2.1.4. Systèmes agraires et systèmes de production	17
2.2. Systèmes de culture du manioc dans le sud-ouest	21
2.2.1. Bibliographie	21
2.2.2. Enquête sur les itinéraires techniques (ITK)	25
2.3. Informations complémentaires	37
Chapitre III Les acquis de la recherche sur le manioc et plus particulièrement sur sa culture en milieux arides	39
3.1. Eléments de physiologie du manioc son adaptation aux zones sèches	39
3.2. Résultats de la recherche à Madagascar	41
3.2.1. Travaux anciens (IRAM)	43
3.2.2. Travaux actuels (FOFIFA)	45
3.3. L'acquit des CIRA	47
3.3.1. Maladies et parasites du manioc	49
3.3.2. Multiplication du manioc	50
3.3.3. Les variétés adaptées aux zones semi-arides	53
3.3.4. Fertilisation du manioc	53
3.3.5. Les techniques de travail du sol	55
3.3.6. Les cultures associées	56
3.3.7. Les rotations incluant le manioc	58
3.4. Diffusion des variétés	58
Chapitre IV Discussion, conclusion, recommandations	59
4.1. Résumé et discussion	59
4.1.1. Intérêt et développement de la culture du manioc	59
4.1.2. Amélioration de la production via la sélection variétale	60
4.1.3. Possibilités d'augmentation de la production avec de meilleures techniques culturales	62
4.2. Propositions (provisoires, à discuter)	62
4.2.1. Compléments d'enquête	63
4.2.2. Expérimentation sur les variétés	65
4.2.3. Expérimentation sur les techniques culturales	65
Bibliographie	69
Annexes	