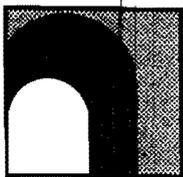


# *Bilan*

## *de la recherche agricole*

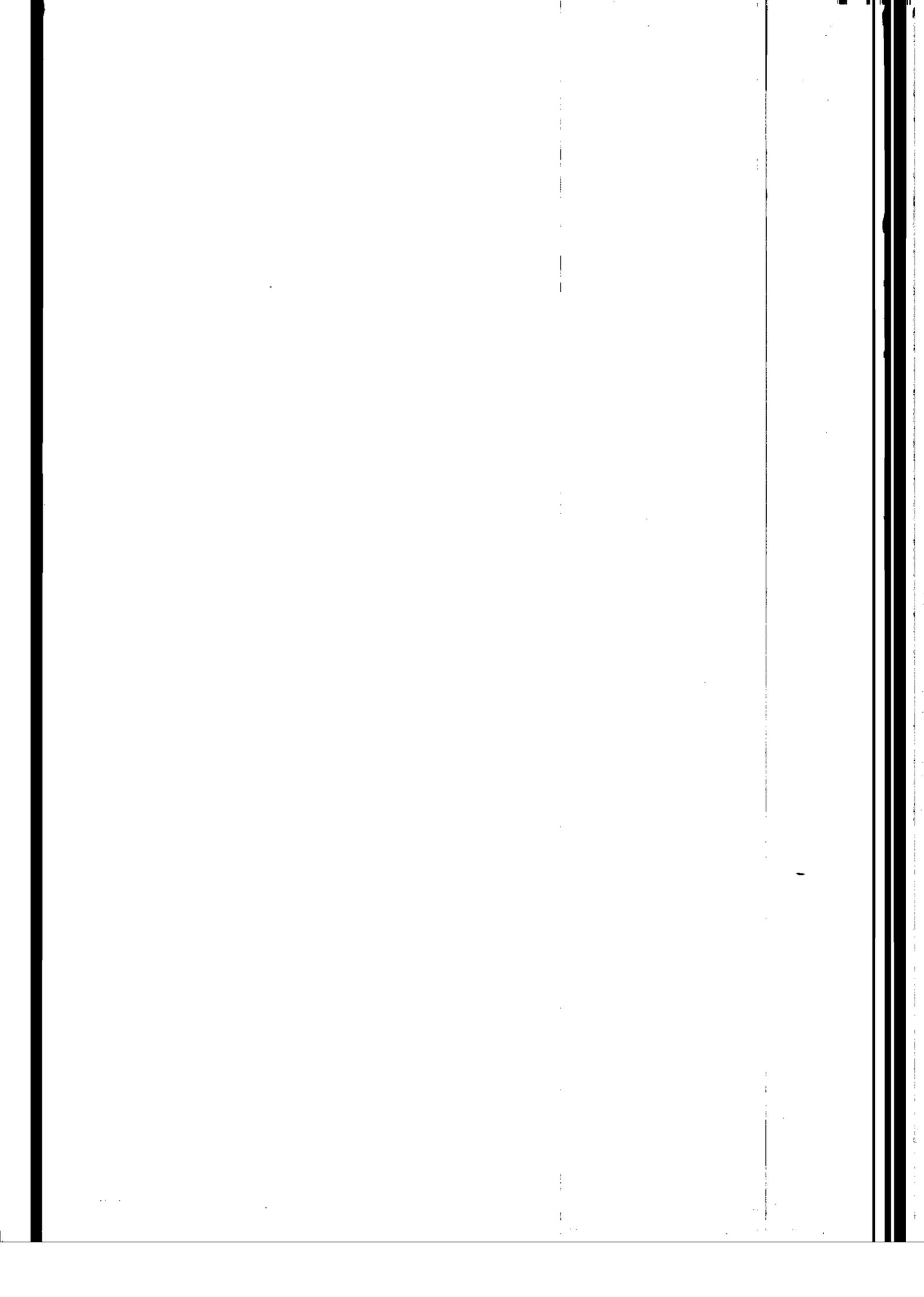
### *à Madagascar*



Ministère de la recherche  
scientifique et technologique  
pour le développement

Foiben-pirenena momba  
ny fikarohana ampiharina  
amin'ny fampandrosoana  
ny ambranivohitra





# Préface

*Par sa maîtrise d'une technologie, ce savoir et ce savoir-faire que d'aucuns appellent encore, d'une manière quelque peu ésotérique, l'outil, l'homme agit sur son environnement, au mieux de ses intérêts. Il arrive même que, poussée à la perfection, cette maîtrise assure la renommée d'un peuple ou d'une région et lui confère une véritable identité culturelle. Ainsi la riziculture en terrasse n'évoque-t-elle pas naturellement les pays du Sud-Est asiatique, dont l'histoire est étroitement liée à la maîtrise de l'eau? Les peuples du Sabel témoignent quant à eux d'un savoir-faire remarquable dans la gestion de leur espace, en vue d'un élevage extensif.*

*Mais l'histoire du savoir s'inscrit elle-même dans celle d'un peuple et de l'humanité, et l'évolution incessante des rapports entre les besoins de l'homme et son environnement conduit inéluctablement à une évolution de l'outil, et à la recherche de technologies toujours plus adéquates menée de nos jours sur le terrain ou dans des laboratoires spécialisés.*

*Les échanges entre pays, l'existence d'une « république de chercheurs », les contraintes logistiques et financières de tout travail de recherche font aussi que de nos jours, plus que par le passé, la technologie se négocie entre peuples, se transfère sciemment d'une région à une autre. Plus que par le passé, la maîtrise de nouvelles technologies requiert inventaire, classement et sauvegarde afin d'enrichir les connaissances. Mais surtout, elle suppose un choix parmi les technologies déjà éprouvées de celles qui sont les mieux adaptées à un pays pour préparer leur vulgarisation.*

*De ce point de vue, les recherches dans le domaine de l'agriculture intéressent plus particulièrement Madagascar, île à vocation essentiellement agricole et ce, sans doute, pour très longtemps encore. Et nous pouvons faire nôtre cette recommandation de Son Excellence Jawaharlal Nehru, premier ministre de l'Inde, parlant de l'avenir de son pays au lendemain de la colonisation britannique : « Everything may wait, but agriculture can't ». Ne s'exprimait-il pas déjà au nom des pays du Sud? Et n'avons-nous pas tout intérêt à prêter une attention soutenue aux recherches agricoles?*

*Certes, nos lointains ancêtres sont arrivés dans la Grande Ile avec diverses technologies, dont celle de la riziculture irriguée, et tout au long de l'histoire les paysans malgaches ont prouvé leur ingéniosité. Mais les débuts des activités de recherche scientifique concernant l'agriculture à Madagascar remontent aux premières années de la colonisation. Jusqu'en 1974, ces travaux ont été menés sous l'égide de divers instituts français spécialisés et, vers 1970, l'on considérait la recherche agricole à Madagascar comme l'une des plus avancées dans l'ensemble du continent africain.*

Depuis 1974, Madagascar a pris en main la destinée de sa recherche agricole par la mise en place du FOFIFA/CENRADERU\*. Restructuré par le gouvernement en 1984-1985, cet unique organisme officiel, responsable de la recherche agricole, est désormais bien conforté dans sa vocation première : servir le développement rural.

Où en sommes-nous aujourd'hui des acquis de la recherche agricole malgache, bientôt «vieille» d'un siècle? Quels outils, quelles technologies pouvons-nous préconiser et transférer à nos paysans, nos opérateurs économiques, nos étudiants et nos chercheurs? Ce Bilan de la recherche agricole à Madagascar suggère quelques éléments de réponse. Importante mission à la mesure de l'ambition du FOFIFA.

L'élaboration de cet ouvrage est indissociable de l'histoire même du FOFIFA, créé en 1974 pour combler le vide après le départ des instituts étrangers. Sa sortie, une quinzaine d'années plus tard, symbolise tout à la fois le passé, le présent et le futur du secteur agricole malgache.

Ce bilan a nécessité l'analyse sereine et objective des travaux de tous les chercheurs, en particulier les étrangers, membres d'instituts français encore en activité ou à la retraite, ou ceux ayant servi dans l'administration malgache, sous la Première République. Les étrangers ont travaillé et travaillent avec la collaboration de collègues et de jeunes chercheurs malgaches du FOFIFA/MRSTD\*\*, mais aussi du MPAPAF\*\*\* et du MPAEF\*\*\*\*.

Ce précieux document de référence servira, sans aucun doute, de guide pour l'élaboration et l'exécution de projets de recherche et de développement agricoles en permettant une meilleure mémorisation et une meilleure utilisation des acquis, une économie de temps et de moyens.

Je voudrais adresser toutes mes félicitations à l'équipe de rédaction de ce Bilan de la recherche agricole à Madagascar pour la persévérance et le courage qu'elle n'a cessé de cultiver, depuis la délicate période de conception et de synthèse des résultats techniques passés jusqu'à la mise au point d'un ouvrage très pratique, accessible à tout le monde. Puisse-t-il inspirer d'autres équipes versées dans d'autres domaines. Je me tourne vers les différents centres nationaux de recherche et je pense ainsi à l'océanographie, aux sciences humaines et sociales, et à nos écosystèmes naturels terrestres.

*Le ministre de la Recherche scientifique  
et technologique pour le Développement*

*Zafera Antoine Rabesa*

\* CENRADERU : Centre national de la recherche appliquée au développement rural.

\*\* MRSTD : Ministère de la Recherche scientifique et technologique pour le Développement.

\*\*\* MPAPAF : Ministère de la Production agricole et du Patrimoine foncier.

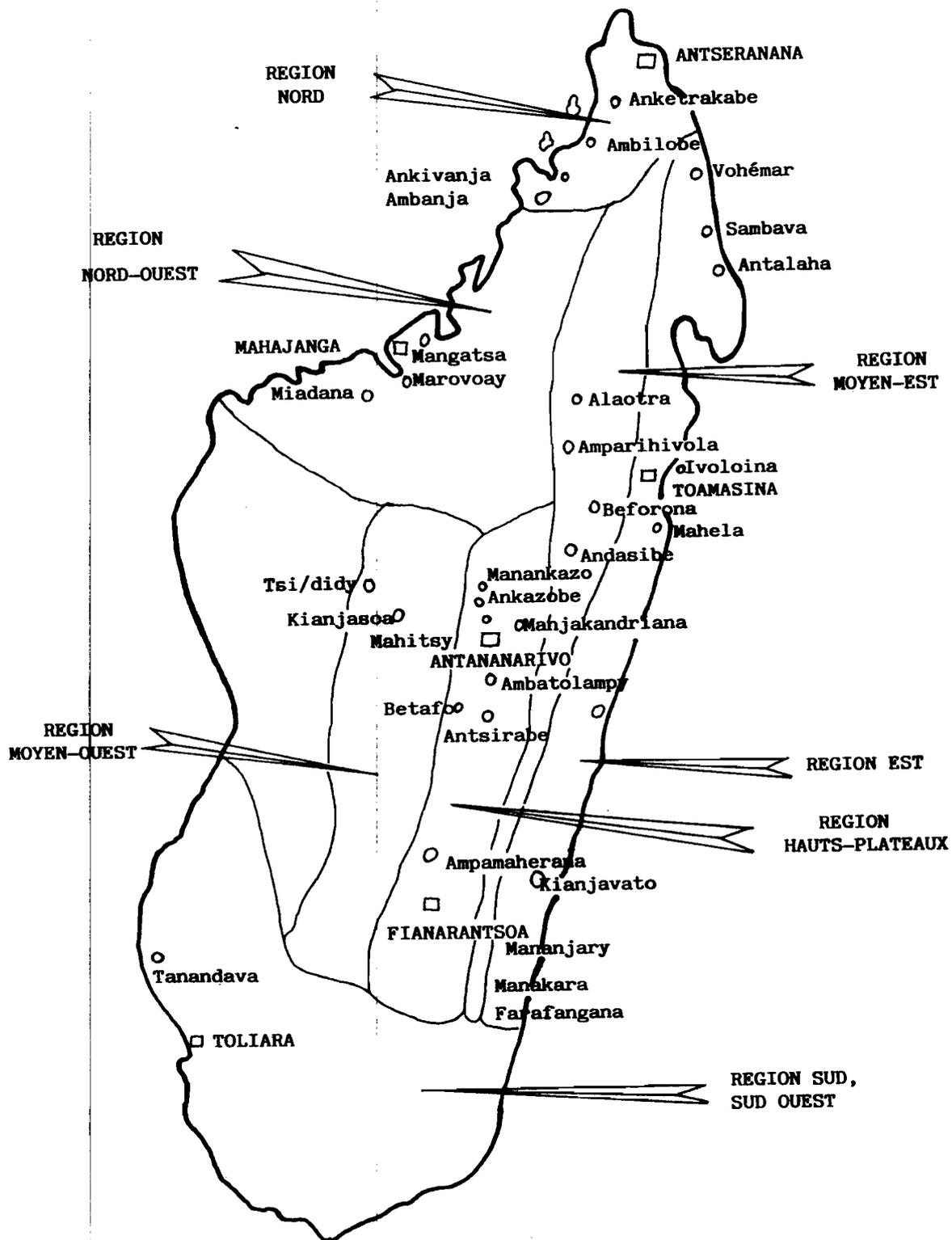
\*\*\*\* MPAEF : Ministère de la Production animale (élevage et pêche), des Eaux et Forêts.

# Sommaire

Préface .....	5
Introduction .....	11
<b>PRODUCTION VEGETALE .....</b>	<b>19</b>
Le riz .....	21
Le maïs .....	38
Le manioc .....	46
L'arachide .....	52
Le soja .....	58
Les légumineuses à graines .....	63
Le sorgho .....	68
Le blé .....	72
Le cotonnier .....	79
Le caféier .....	93
Le poivrier .....	105
Le vanillier .....	112
Les cultures fruitières .....	120
Phytopathologie .....	137
<b>PRODUCTION ANIMALE .....</b>	<b>147</b>
Lait .....	149
Viande de ruminants .....	160
Viande de monogastriques .....	171
Santé animale .....	179

<b>FORESTERIE ET PISCICULTURE</b> .....	<b>207</b>
Résineux .....	209
Bois d'énergie et feuillus .....	227
Conservation des sols .....	239
Forêt naturelle .....	253
Anacarde .....	269
Pisciculture et pêche .....	277
 <b>ECONOMIE RURALE</b> .....	 <b>295</b>
Recherche-développement .....	297
 <b>PÉDOLOGIE</b> .....	 <b>313</b>
 <b>TECHNOLOGIE AGRICOLE ET ALIMENTAIRE</b> .....	 <b>339</b>
Quelques sigles et abréviations .....	355

LES REGIONS D'INTERVENTION DU FOFIFA



MINISTERE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET TECHNOLOGIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT

CONSEIL  
D'ADMINISTRATION

COMITE  
SCIENTIFIQUE

DIRECTION  
GENERALE

DIRECTION  
SCIENTIFIQUE

DIRECTION  
ADMINISTRATIVE  
ET FINANCIERE

AGENCE  
COMPTABLE

Service de la  
programmation  
et de la  
coordination

Service  
du suivi  
et évaluation

Service de la  
documentation

Départements  
scientifiques

Service  
de la  
logistique

Service  
du budget  
et des  
finances

Service  
du personnel

Département  
de recherches  
agronomiques et  
agro-économiques

Département  
de recherches  
zootéchniques et  
vétérinaires

Département  
de recherches  
forestières et  
piscicoles

Département  
de recherches  
technologiques

Département  
de recherche-  
développement

Département  
de recherches  
rizicoles

Centres régionaux et stations

---

# Introduction

Dans le cadre de préparation du Plan directeur de la recherche du FOFIFA, il a été décidé de partir sur une bonne connaissance de la situation des recherches effectuées et des résultats acquis aussi bien par les instituts français de recherche\* opérant à Madagascar jusqu'en 1974, que par le FOFIFA de 1975 en 1985.

L'élaboration et la réalisation de ce bilan sont devenues effectives grâce à l'appui financier du Fonds national pour le développement économique (FNDE) et au crédit 1709-MAG d'une part, et d'autre part au concours des ministères techniques, à savoir :

- le ministère de la Recherche scientifique et technologique pour le développement (MRSTD) ;
- le ministère de la Production agricole et de la Réforme agraire (MPARA) ;
- le ministère de la Production animale (élevage et pêche) et des eaux et forêts (MPAEF) ;
- le ministère auprès de la Présidence chargé des Finances et de l'Economie (MPFE) et de la Direction générale du Plan (DGP).

---

\* IRFA : Institut de recherches sur les fruits et agrumes.  
IRCC : Institut de recherches du café, du cacao et autres plantes stimulantes.  
IRHO : Institut de recherches pour les huiles oléagineux.  
IEMVT : Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux.  
IRAM : Institut de recherches agronomiques de Madagascar.  
CTFT : Centre technique forestier tropical.  
IRCT : Institut de recherches du coton et des textiles exotiques.  
ORSTOM : Office de la recherche scientifique et technique outre-mer.

Ce document n'est pas une publication scientifique au sens strict du terme, il est plutôt destiné au grand public et particulièrement aux décideurs (politiques et financiers) et aux utilisateurs (développeurs).

La présentation du bilan par produit et par culture (riz, maïs, lait, résineux, etc.) a été retenue pour permettre aux lecteurs de relier facilement les résultats et perspectives de la recherche aux préoccupations actuelles du développement.

Ainsi, les résultats vulgarisés, de même que leur utilisation, sont particulièrement mis en relief.

Par ailleurs, pour chaque produit ou culture, on trouvera les activités de recherche et les résultats acquis en ce qui concerne les disciplines scientifiques (agronomie, génétique, pathologie, entomologie, reproduction animale, sylviculture...).

Toutefois, les recherches relatives à certaines disciplines telles que pédologie, technologie, santé animale constituent des thèmes particuliers, en raison de leur large interpénétration et de leur utilisation dans plusieurs cultures et produits.

Enfin, des perspectives de recherche à court, moyen et long termes sont proposées pour chaque culture ou produit et seront prises en compte lors de la préparation du Plan directeur de la recherche agricole.

Certaines lacunes n'ont pu être évitées dans ce document et elles concernent essentiellement :

- les programmes de recherche que les anciens instituts ont menés et que le FOFIFA n'a pas eu à ce jour les moyens ni l'opportunité de poursuivre, en l'occurrence le palmier à huile, le cocotier...;

- les domaines de recherche où le FOFIFA a dû intervenir après 1974 compte tenu des besoins exprimés par les développeurs (machinisme, hydraulique agricole...) et qui étaient auparavant menés par des organismes en dehors du CIRAD.

Néanmoins, les résultats très intéressants acquis en matière de phytopathologie pour certains produits aujourd'hui considérés ou non comme programmes au sein du FOFIFA (canne à sucre...) sont présentés à part.

La bibliographie réunit environ 2 500 références réparties par thème ou rubrique. Sans prétendre fournir des données complètes et définitives, nous estimons indispensable de présenter ces outils de travail issus du fichier central en cours d'élaboration.

Avant de présenter ce bilan de la recherche agricole, il semble opportun :

– d'une part, de faire une présentation sommaire du FOFIFA et de donner les grandes lignes de son organigramme, de ses domaines d'intervention et de son réseau de stations ;

– et d'autre part, de présenter la méthodologie adoptée pour la réalisation de ce document.

Enfin, il y a lieu d'adresser nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce bilan (ministères, instituts, sociétés...).

Notre gratitude s'adresse particulièrement aux groupes de travail interministériels et aux chercheurs du FOFIFA et du CIRAD qui ont participé à la rédaction et à la finalisation de ce bilan.

## Présentation du FOFIFA

Créé en 1974 par décret n° 74-184 du 10 juin 1974, le Centre national de la recherche appliquée au développement rural / Foibem-pirenena momba ny fikarohana ampiharina amin'ny fampandrosoana ny ambanivohitra connu sous le sigle CENRADERU/FOFIFA, est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC), doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière, placé sous la tutelle du ministère de la Recherche scientifique et technologique pour le développement (MRSTD).

Dans le but d'unifier la recherche agricole nationale, le Gouvernement malagasy d'alors a confié au FOFIFA les activités de recherche qui étaient jusqu'en 1974 menées par l'ORSTOM\*\* et par les agences de sept instituts français de recherche actuellement regroupés au sein du CIRAD\*\*\*.

L'histoire du FOFIFA de 1975 à 1989 est marquée par trois étapes bien distinctes :

– une première étape (1974-1983) caractérisée par les trop nombreux changements de tutelle ministérielle et l'absence de statut tant pour le FOFIFA que pour son personnel, ayant rendu difficile la mise en place d'une structure et d'une organisation ; par l'absence d'une politique

---

\*\* ORSTOM : Office de la recherche scientifique et technique outre-mer.

\*\*\* CIRAD : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement.

claire de recherche et de financement n'ayant pu permettre la mise en place d'une programmation fiable des activités de recherche ; par le nombre limité de chercheurs voués principalement au maintien et à la sauvegarde des patrimoines scientifiques ; par l'isolement scientifique du FOFIFA vis-à-vis des innovations extérieures ;

- une deuxième étape, de 1984 à 1988, marquée par la création du ministère de la Recherche scientifique et technologique pour le développement (MRSTD).

Dès cette époque, l'histoire du FOFIFA a pris une nouvelle orientation en adoptant un certain nombre de mesures et de décisions. Le MRSTD a décidé de restructurer le FOFIFA et de définir la stratégie de la recherche. Cette restructuration a eu pour conséquence immédiate la révision de son organigramme, la redéfinition de sa mission et de ses domaines d'intervention, ainsi que le renforcement de sa gestion scientifique et administrative, et le renforcement de sa capacité de recherche ;

- une troisième étape (à partir de 1989), qui doit se traduire par la concrétisation et le renforcement des grandes orientations prises durant l'étape précédente. Elle sera marquée par la publication officielle du Plan directeur de la recherche agricole (PDRA) et l'exécution du Programme national de la recherche agricole (PNRA).

### **Organigramme**

Suite à la restructuration en 1983 selon le décret n° 83/483 du 5 décembre 1983, l'organigramme du FOFIFA a été modifié comme il est présenté plus loin.

Cette restructuration portait essentiellement sur la création :

- de la direction générale ;
- du conseil d'administration ;
- du comité scientifique ;
- des centres régionaux de recherche ;
- du département de recherche-développement.

### **Réseau de stations**

Sur la carte, Madagascar a été découpé en régions homogènes et naturelles. Les régions homogènes ont été obtenues grâce à la superposition de cinq cartes relatives à la végétation naturelle, à la pédologie,

au relief, au climat et à la densité de la population. Et la définition des régions naturelles a pris en compte des critères tels que les cultures traditionnelles, les potentiels agricoles, et la valeur économique des sols.

Le réseau de stations actuel est composé de 31 implantations permanentes constituées de centres, de stations ou de sous-stations, avec des points d'essai dispersés dans les différentes régions homogènes et naturelles.

Ce bilan de la recherche servira de document de base pour l'élaboration du plan directeur de la recherche agricole à long terme qui prévoit entre autres, la réorganisation de ce réseau.

## **Méthode de travail**

L'élaboration de ce bilan de la recherche a nécessité la définition d'une méthode de travail tenant compte des objectifs : informations sur les acquis de la recherche et sur les perspectives de recherche.

Trois types de groupe de travail ont été définis.

- Groupe de travail interministériel pour la conception, le suivi et la coordination des travaux.
- Commissions consultatives, composées de chercheurs et développeurs de différentes spécialités, chargées d'établir les bilans par filière et de faire la synthèse des résultats des séances de travail.
- Groupes de rédaction, composés de chercheurs de différentes spécialités, chargés de la rédaction par filière.

Par ailleurs, la responsabilité scientifique du bilan a été assurée par M. Clet Pascal Ravohitrarivo, directeur scientifique du FOFIFA, et la rédaction a bénéficié de l'assistance de M. Claude Bailly du CIRAD.

Sur le plan de la réalisation, plusieurs étapes ont été suivies :

- rédaction des bilans par filière pour les dix années de recherches effectuées par le FOFIFA (1975-1985) ;
- rédaction par des chercheurs du CIRAD ayant travaillé à Madagascar, des bilans par filière et par Institut de recherche jusqu'en 1974 ;
- séances de travail pour ajuster les bilans du FOFIFA et du CIRAD, ponctuées de visites sur le terrain (station) et de contacts avec les paysans, les développeurs...;
- rédaction des fiches techniques par filière ;

- lecture et formulation des observations par les experts du CIRAD et les chefs de programmes du FOFIFA ;
- correction et finalisation par un groupe de travail *ad hoc* de la direction scientifique du FOFIFA ;
- édition du document.

• **Chercheurs du CIRAD ayant participé à la rédaction du bilan :**

- M Louis Stessels, agronome (IRCC )
- M. MJ. Brenière, entomologiste (IRAT)
- M. Michel Arraudeau, généticien (IRAT/IRRI)
- M. Claude Bailly, sylviculteur (CTFT)
- M. Paul Gueneau, technologue (CTFT)
- M. Berger, agronome (IRCT)
- M. Pierre Roche, agronome (à titre personnel)
- M. Noël Chabeuf, vétérinaire (IEMVT)
- M. Blancou, vétérinaire (IEMVT)
- M. Pierre Baudin, pathologiste (IRAT)
- M. Bernard Moreau, agronome (IRFA)
- M. Jean Kilian, agro-pédologue (IRAT)
- M. Germain Duverneuil, technologue (IRFA)
- M. Guy de Haut de Sigy, économiste rural (IRAT)

• **Chercheurs du FOFIFA ayant rédigé les fiches techniques :**

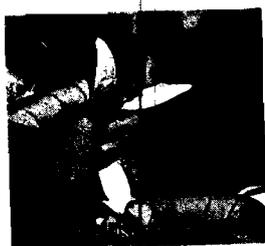
- Mme Randrianandrianina Louise, entomologiste
- M. Refeno Germain, physiologiste
- M. Andrianirina Gervais, sylviculteur
- M. Rakotomanana Jean Louis, pédologue
- Mme Rakotobe Fatou, biochimiste
- M. Rakotondravao, parasitologiste
- Mlle Raliniaina Modestine, vétérinaire
- Mlle Rabemananjara Dorothee I., agronome
- M. Randriamarotia Daphiné, agronome
- M. Ramalanjaona Gabriel, chimiste - technologue
- M. Rakotomalala Georges, phytopathologiste
- M. Randrianaivo Désiré, géographe - socio-économiste
- M. Rabeson Raymond, agro-pédologue
- M. Razafimanantsoa Edouard, zootechnicien

## Organisation actuelle du FOFIFA

(départements de recherche et domaines d'intervention)

Départements scientifiques	Domaines d'intervention
Département de recherches agronomiques et agro-économiques (DRAAE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amélioration des plantes</li> <li>• Fertilisation et techniques culturales</li> <li>• Protection phytosanitaire</li> <li>• Etude et amélioration des sols</li> <li>• Systèmes de culture</li> <li>• Production de semences de base</li> </ul>
Département de recherches zootechniques et vétérinaires (DRZV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amélioration de la race pour la production de viande et de lait</li> <li>• Amélioration de l'alimentation</li> <li>• Protection sanitaire</li> <li>• Production de vaccins</li> </ul>
Département de recherches forestières et piscicoles (DRFP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amélioration de la production forestière</li> <li>• Protection phytosanitaire</li> <li>• Défense et restauration des sols</li> <li>• Agroforesterie</li> <li>• Pisciculture et pêche</li> <li>• Technologie du bois</li> </ul>
Département de recherches technologiques (DRT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformation des produits et sous-produits agricoles et industriels</li> <li>• Conservation post-récolte</li> <li>• Petit machinisme et mécanisation</li> <li>• Hydraulique agricole</li> </ul>
Département de recherche développement (DRD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Economie et sociologie rurales</li> <li>• Systèmes agraires</li> <li>• Suivi-évaluation de l'utilisation et des impacts des résultats</li> <li>• Liaison entre FOFIFA et le développement (transferts de technologie)</li> </ul>
Département de recherches rizicoles ((DRR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amélioration des plantes</li> <li>• Fertilisation et techniques culturales</li> <li>• Systèmes de cultures à base de riz</li> <li>• Mécanisation</li> <li>• Protection phytosanitaire</li> <li>• Production de semences</li> </ul>
Centre de documentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Collecte et traitement des informations</li> <li>• Diffusion et publication</li> </ul>

# Production végétale



# Le riz

Le riz représente la base principale de l'alimentation du Malgache. Sa culture occupe, de ce fait, une importante place dans l'économie nationale du pays. C'est ainsi que les efforts déployés dans différents domaines de la recherche scientifique en matière de riziculture doivent permettre d'atteindre l'autosuffisance alimentaire.

Jusqu'en 1974, l'effort s'est porté surtout sur la culture du riz irrigué en vue d'une augmentation de la productivité à l'hectare dans différentes zones écologiques malgaches, ainsi que sur l'amélioration des qualités variétales. Une augmentation réelle du rendement, de l'ordre de 20 à 30 %, a été constatée. Par la suite, outre le riz irrigué, le riz pluvial, le riz de bas-fond, et le riz d'eau profonde et flottante furent l'objet de recherches occupant près de 1,3 million d'hectares de rizières. La production de riz en 1986 est estimée à 2,2 millions de tonnes. Il y a quelques années, le déficit de production a nécessité des importations importantes. L'autosuffisance en riz est une des priorités majeures qui doit être atteinte en 1990.

L'objectif essentiel est de mettre au point des techniques simples, faciles à utiliser par le paysan et à des prix modérés. Les techniques adoptées varient suivant les régions de culture.

## Historique et étapes de la recherche

### Amélioration variétale

L'amélioration variétale du riz a débuté en 1920 avec la création des premières stations agronomiques : Nanisana, Marovoay et lac Alaotra. Puis, cette recherche variétale a été intensifiée à partir de 1960 par la

création d'un réseau dense d'expérimentation à travers toute l'île. Cette recherche s'est effectuée en deux étapes.

- De 1960 à 1966 : inventaire et sélection des ressources locales. Introduction des variétés étrangères d'origines géographiques variées. Test de ces matériels locaux ou introduits dans le réseau d'expérimentation.

- De 1967 à 1977 : programme d'hybridation et essais d'utilisation de la mutagenèse pour l'amélioration des caractères des variétés proposées et la recherche de variétés à haut potentiel de rendement ayant de bonnes qualités agronomiques générales, une bonne qualité des grains et une bonne résistance aux maladies.

A partir de 1984, les travaux consistaient surtout en la continuation de la deuxième étape de la recherche variétale effectuée avant 1974 par l'IRAM : stabilisation (fin de sélection) et inscription en collection (collection centrale au lac Alaotra) puis tests multilocus des familles retenues. Des introductions de variétés étrangères ont été également effectuées.

La collection, qui comprenait 1 200 variétés environ dans les années 60, atteignait 2 600 variétés en 1975 et 3 600 variétés en 1985.

Madagascar a ainsi une longue tradition en matière de recherche variétale et on peut signaler que, dès les années 50, on possédait quelques variétés remarquables (Vary Lava 16, Vary Lava Marovoay 47, Makalioka 34, Ali Combo, Rojofotsy 1285).

## **Agronomie**

De 1961 à 1964, les techniques culturales susceptibles d'apporter une amélioration immédiatement vulgarisable ont été testées dans les principales zones écologiques de Madagascar et comparées aux matériels végétaux et aux techniques culturales traditionnelles.

De 1964 à 1968, un deuxième plan de campagne d'expérimentation régionale s'est fixé comme objectif la recherche du potentiel maximum de productivité pour les différentes zones écologiques malgaches.

A partir de 1975, des périmètres de démonstration ont été répartis chez les paysans producteurs de la région d'Antananarivo et de Fianarantsoa pour étudier l'équilibre de la fertilisation organominérale et la valeur fertilisante des ressources phosphatées locales.

Parallèlement, ont été menés, de 1974 à 1981, des essais systèmes de fumure organique de complément visant à mettre au point la fumure

minérale à utiliser en complément ou non des ressources locales. De 1978 à 1982, en collaboration avec le Programme engrais malgache (PEM/FAO), des actions de démonstrations de fertilisation ont été menées sur 223 parcelles d'essai. La même année, on étudiait également l'effet des supergranules d'urée comparativement à celui du perlurée.

En matière de riziculture pluviale, ce domaine ayant été peu abordé auparavant, un programme de recherche a débuté en 1977 ayant pour objectif la mise au point des techniques culturales et la fertilisation. Les études ont été menées de 1977 à 1980 sur les zones B7 et Moyen-Ouest et en différents points de la zone A2 et B8.

Une période d'arrêt a été constatée durant les années 1981-1982, faute de moyens financiers, bien que des études de fertilisation aient été démarrées dans la plaine de Mahajamba de 1980 à 1981.

A partir de 1983-1984, les opérations de recherche sur le riz ont été reprises pour la confirmation des résultats antérieurs et la recherche de fertilisation raisonnée par type de sol.

## **Protection phytosanitaire**

Les maladies du riz sont surtout connues depuis les années 50 et l'étude de la pyriculariose a surtout été développée après 1960, lorsque ce problème a pris une importance économique.

Une ébauche des principaux problèmes entomologiques de la riziculture a été réalisée dès 1929, indiquant l'importance de l'acridien *Locusta migratoria* (criquet), qui a nécessité la création du service antiacridien. L'inventaire des principaux insectes a été réalisé, et leur étude biologique reprise avec la pyrale du riz, *Maliarpha separatella* Ragonot, signalée pour la première fois à Marovoay en 1960.

La lutte contre les poux de riz dans la région des hauts plateaux s'est organisée au cours des années 60, orientée par le service de la défense des cultures.

## **Résultats acquis**

De nombreux résultats ont été obtenus et mis à la disposition des organismes de développement pour être vulgarisés auprès des paysans malgaches. Ces résultats sont variables selon les différentes zones

écologiques de l'île et intéressent plusieurs disciplines de la recherche agronomique.

## **Riz irrigué**

### **Connaissance des sols**

La reconnaissance des sols aptes à la riziculture malgache a fait l'objet de nombreuses prospections pédologiques à travers l'île. Des cartes pédologiques ont été établies et mises à la disposition des utilisateurs.

Néanmoins, l'étude de caractérisation doit être revue ultérieurement pour définir la nature et la localisation des sols au niveau des groupes pédologiques, afin de servir ainsi de base de travail dans le cadre du plan général de développement défini dans la partie *Pédologie* de ce document.

### **Amélioration variétale**

Des travaux importants de sélection ont été faits dans différentes régions de Madagascar.

- Prospections locales.
- Introductions variétales.
- Croisements et études de descendance.
- Sélections et tests multilocaux.
- Maintenance de collection.

### **Prospections locales**

Des prospections locales ont été entreprises dès 1910 qui ont permis de classer les riz malgaches en cinq types de riz : Lava, Vato, Madinika, Tsipala et divers.

Après d'autres récoltes, la collection centrale du lac Alaotra possédait alors un millier de cultivars locaux sans pour autant prétendre à une représentativité totale de la très vaste variabilité des riz malgaches.

De nouvelles prospections ont été réalisées en 1984 ; elles ont permis de récolter 320 échantillons.

### **Introductions étrangères**

Elles ont toujours été limitées en raison des contraintes imposées par la quarantaine. Néanmoins, la collection s'est enrichie progressivement des

meilleures variétés étrangères d'origines variées. C'est ainsi que 11 variétés de riz irrigué ont été introduites d'Indonésie pour leur valeur agronomique générale, dont l'une, 2787, est actuellement en cours de pré vulgarisation.

Par ailleurs, 383 variétés ont été introduites de l'IRRI pour leur précocité. Quelques-unes sont utilisées comme géniteurs dans un programme d'hybridation en riz irrigué et riz pluvial. On a identifié notamment :

- 9 variétés du Japon ;
- 9 variétés de l'IRAT-Montpellier, tolérantes aux sels ;
- 13 variétés venant de Chine.

### ***Collections***

Jusqu'aux années 50, il existait plusieurs centres de collections (Nanisanana, Toamasina, Alaotra, Marovoay, Bealanana). Puis ils ont été réduits à deux pour des raisons de commodité, d'efficacité et de coût. Une collection localisée au lac Alaotra qui comportait plus de 2 600 variétés en 1975, et une autre à Marovoay, spécifique pour le Nord-Ouest, ont permis d'obtenir 3 700 variétés en 1984.

### ***Croisements et études de descendance***

Les croisements réalisés ont été généralement du type croisement simple (local x introduit) car, malgré la très grande variabilité des cultivars locaux, certaines composantes génétiques n'existent pas à Madagascar.

A la fin de l'année 1975, 738 croisements ont été effectués depuis le démarrage des recherches, mettant en jeu 308 géniteurs. Par la suite, ce furent 22 croisements, utilisant 12 géniteurs, qui ont été réalisés.

### ***Résultats des essais multilocaux***

Un effort important a été fait de 1962 à 1975 concernant les essais de comportement en milieu paysan ; 917 variétés ont été ainsi testées dont 489 cultivars d'origine locale (variétés locales et hybrides créés localement) et 394 variétés introduites.

Ces essais étaient réalisés avec des intrants modérés mais suffisants — 60 à 90 N, 60 à 90 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 30 à 60 K<sub>2</sub>O —, et des techniques culturales rationnelles (labour, sarclage, entretien).

L'ensemble des résultats montre que des rendements très élevés peuvent être atteints, notamment sur les hauts plateaux. Le potentiel de rendement des variétés retenues est élevé, y compris celui des cultivars locaux. Le gain susceptible d'être apporté par les variétés améliorées

dans les conditions de cultures définies plus haut, de l'ordre de 20 à 40 %, est variable selon les diverses régions.

Les expérimentations réalisées par le FOFIFA de 1974 à 1976 ont abouti à la proposition de variétés.

<i>Antananarivo</i>	<i>Antsiranana</i>	<i>Flanarantsoa</i>	<i>Mabajanga</i>	<i>Toamasina</i>	<i>Toliary</i>
<u>Altitude 1 300 m</u>	1811	<u>Côte</u>	<u>Basse et moyenne altitude</u>	<u>Alaotra</u>	<u>Betioky</u>
1285	2152	1632	1583	<u>MK 34</u>	<u>Bezaha</u>
2821	2345		1329	462	1632
1632	1632	<u>Plateaux</u>	1811	1632	1129
2822	2507	1632	2152	2592	
		2523		2666	<u>Honrodava</u>
1814		2532	<u>Ankaizina</u>	2798	<u>Samangoky</u>
2067		2067	<u>MK 34</u>	2523	1811
2162			2612		2152
		<u>Ihosal</u>	462	<u>Côte</u>	2345
<u>Altitude 1 300 - 1 700 m</u>		752		1632	
1285		1583		2520	
473		1632			
1814				<u>Maroantsetra</u>	
<u>Altitude &gt; 1 700 m</u>				1055	
<u>Latsika</u>					

### Agronomie

Les recherches ont surtout porté sur la fertilisation minérale des rizières dans deux régions : l'ouest des hauts plateaux et Alaotra.

Sur les hauts plateaux, les différents effets des apports fertilisants ont été étudiés dans différents points d'essai dans les années 1961-1964. On a pu ainsi mettre au point une fumure moyenne pour différents groupes de sol, permettant d'atteindre des rendements déjà élevés. Cette fumure comportait 30 à 60 kg de N, 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 45 kg de K<sub>2</sub>O par hectare.

A partir de 1966, a été mise en place sur les hauts plateaux, au lac Alaotra et dans la région côtière, une expérimentation courbe de réponse aux apports d'éléments fertilisants. Il s'agissait en associant l'ensemble des techniques d'intensification (culturales, variétales, fertilisation) d'étudier la réponse du riz aux trois éléments N-P-K. Il a été également mis en évidence les besoins annuels en K et N, P n'étant généralement envisagé qu'en fumure de redressement.

Plus tard, compte tenu du coût élevé des engrais, les expérimentations ont visé essentiellement à définir les valeurs fertilisantes des ressources locales (phosphorite, guano) et à mettre au point la dose de fumure

minérale, en combinaison ou non avec les ressources locales (fumier, résidus de récolte). Il est apparu d'ailleurs que ces deux types de fumure étaient complémentaires pour dégager le meilleur rendement.

Des essais ont été réalisés également sur l'utilisation des supergranules d'urée comparée à la perlurée pour la fertilisation azotée.

Dans le bassin du lac Alaotra, les expérimentations ont montré que, compte tenu de la rapidité d'évolution des sols tourbeux, la fumure minérale n'est généralement pas envisageable et qu'il est nécessaire d'entretenir la fertilité du sol en  $K_2O$  par simple enfouissement des pailles, ce qui permet une restitution d'une grande partie de la potasse exportée par la plante tout en apportant de la matière organique.

Dans la région du Nord-Ouest, les résultats ont montré que les repiquages donnent de meilleurs rendements par rapport aux semis directs. Les résultats sont par ailleurs meilleurs en semis directs précoces qu'en semis tardifs. Les techniques culturales mises au point mettent en évidence l'importance des cultures améliorées pour obtenir une meilleure réponse aux engrais.

### **Protection phytosanitaire**

En entomologie, les recherches ont surtout porté sur les deux principaux ennemis du riz : le borer blanc (*Maliarpha separatella* Rag.) et les poux de riz (*Hispa gestroi* et *Trichispa sericea*) qui seuls posent des problèmes économiques réellement graves.

#### ***Le borer blanc***

La connaissance de la biologie, du comportement des larves et des adultes, de la dynamique des populations d'adultes et des parasites larvaires est actuellement acquise. La mise au point des méthodes de lutte intégrée reste la préoccupation majeure de la recherche : les bases d'étude de cette méthode de lutte sont assez avancées dans la région du lac Alaotra, principal grenier à riz de Madagascar.

Dès maintenant, on dispose de données suffisantes pour assurer la mise en œuvre d'une stratégie de lutte intégrée cohérente déterminée pour le suivi de la dynamique du ravageur dans la région du lac Alaotra et dans d'autres régions (hauts plateaux, Mahajanga, Tanandava).

#### ***Les poux du riz***

La biologie des deux espèces de poux du riz est connue principalement sur les hauts plateaux et au lac Alaotra. La lutte chimique reste

actuellement la seule méthode utilisée. On constate que le traitement systématique des pépinières se révèle plus économique que celui des rizières. Comme dans le cas du borer, un inventaire de la population parasitaire a été réalisé pour les deux régions précitées. Une stratégie de lutte adaptée à chaque région reste à définir.

### **Les maladies du riz**

Les maladies ainsi que les moyens de lutte ont fait l'objet de recherches depuis de nombreuses années.

Les maladies suivantes ont été signalées : le gigantisme (1952), l'helminthosporiose (1952), la pyriculariose (1951, 1957), le flétrissement bactérien (1970), la fusariose, la pyriculariose-helminthosporiose.

La présence de nématodes est également signalée, ainsi que certaines maladies à symptôme non encore bien déterminé (dessèchement sur pépinières, jaunissement des feuilles...).

Les maladies sont, par ordre d'importance :

- La pyriculariose due à *Pyricularia oryzae*

A partir des années 1960-1962, le problème de la pyriculariose prenait une importance économique certaine. Cette situation a amené les phytopathologistes à entreprendre, en étroite coopération avec les généticiens, un travail de recherche visant à connaître les résistances à conférer aux nouvelles variétés et à observer les comportements des variétés en grande culture.

La lutte contre la pyriculariose consiste surtout en la mise en œuvre de techniques de culture appropriées (apport d'engrais, travail du sol) et de désinfection des semences.

- Les bactérioses du riz

Les formes de bactérioses observées ou signalées à Madagascar sont :

- les stries translucides (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzicola*) ;
- le flétrissement bactérien des feuilles de riz (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*) ;
- la pourriture brune de la gaine foliaire (*Pseudomonas fuscovaginae*).

Aucun moyen de lutte n'a été préconisé par les organismes de développement.

- L'helminthosporiose : *Helminthosporium* sp.

Les attaques sont assez fréquentes et ont des incidences très variées selon les variétés et les conditions de milieu.

---

La lutte repose essentiellement sur l'utilisation des variétés les moins sensibles. Sur le plan agronomique, il faut corriger certains défauts majeurs du sol, l'engorgement en eau par exemple.

- Les nématodes

Deux types d'attaques ont été observés dus à *Aphelenchoides besseyi* et à *Ditylenchus angustus*.

L'inventaire des nématodes existant dans les rizières est en cours actuellement. La recherche des extraits nématicides végétaux locaux est une voie en cours d'exploration au FOFIFA.

### **Les adventices du riz**

Les mauvaises herbes constituent en riziculture un des facteurs de diminution de rendement. La recherche des moyens de lutte contre les adventices du riz a été entreprise, soit par des herbicides, soit par la définition des pratiques culturales appropriées.

## **Riz pluvial**

Les travaux de recherche concernant le programme riz pluvial sont moins diversifiés que ceux du riz irrigué et se situent principalement dans deux régions : les hauts plateaux et le Moyen-Ouest. Les recherches n'ont été commencées qu'en 1974.

### **Amélioration variétale**

La recherche variétale en riz pluvial durant la période de 1974 à 1984 s'est faite en trois étapes.

- De 1973 à 1978 : recherche de variétés adaptées à chaque zone écologique parmi le matériel végétal existant. Les tests et essais ont été conduits dans plusieurs localités : côte est, Nord, Moyen-Ouest, hauts plateaux, Nord-Ouest. Ils ont abouti à la vulgarisation des variétés suivantes :

- Nord : 2366 - 2319 - 2677 ;
- Côte est : 2407 ;
- Hauts plateaux : 2366 (altitude 1100 m) ;
- Moyen - Ouest : 2366 - 2319 - 2362 ;
- Alaotra : 2366 - 2376 - 2678 - 2679.

- Mise au point des méthodes de mesure au champ de la résistance du riz à la pyriculariose.
- Mise au point de méthodes d'inoculation en serre : hérédité des caractères de résistance à cette maladie, et évaluation durant le cycle de sélection des hybrides.

### **Agronomie**

Deux zones ont été concernées par les études agronomiques: le Moyen-Ouest et les hauts plateaux jusqu'à 1 500 m d'altitude. Les recherches ont porté sur la place de cette nouvelle spéculation dans le système de culture sur tanety ; les résultats ont abouti à la mise au point de fiches techniques dont les principaux points sont les suivants :

- Choix du terrain.
- Préparation du sol et du lit de semences.
- Précédents culturaux.
- Fertilisation.
- Semis (mode, densité).
- Lutte contre les mauvaises herbes.

En ce qui concerne la fertilisation, les expérimentations ont abouti à la définition des fumures organiques et minérales à préconiser, variables suivant les régions. Le choix d'un bon précédent cultural conditionne la réussite d'une culture de riz pluvial. Il a été préconisé la rotation suivante : maïs-arachide-riz pluvial ou manioc-arachide-riz pluvial sur les hauts plateaux, avec un apport de 45 N et de 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> au semis. Pour le Moyen-ouest, la rotation suivante est proposée : maïs-arachide ou soja-riz pluvial avec un apport de 30 N et de 30 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> au semis.

La fertilisation organique est toujours bénéfique sur riz pluvial pour les sols ferrallitiques des hautes terres. La fertilisation minérale dépend de la maîtrise convenable de l'ensemble des techniques culturales (entretien, lutte contre les adventices et les prédateurs).

Une culture continue de riz pluvial favorise l'installation des mauvaises herbes. L'utilisation des herbicides ne peut être généralisée pour des raisons économiques.

En conclusion, une culture de riz pluvial bien conduite avec la variété 2366 permet d'assurer des rendements de 15 à 20 quintaux à l'hectare sur les hauts plateaux et de 25 quintaux à l'hectare dans le Moyen-Ouest. Elle permet également une intensification du système de culture.

## Autres types de riziculture

Outre le riz irrigué et le riz pluvial, d'autres types de riziculture ont fait l'objet de récentes recherches. Ce sont :

- les rizicultures de bas-fond sans maîtrise d'eau, dont l'objectif était la recherche de variétés rustiques pouvant supporter une irrigation déficiente ou une hauteur d'eau assez importante. Elles sont plus productives que les variétés traditionnelles. Dans ce domaine, les résultats ne sont pas encore vulgarisables ;
- les rizicultures en eau profonde destinées aux zones marécageuses autour des lacs et de la zone de Marovoay en période de pluie. L'objectif était de rechercher des variétés rustiques à capacité d'élongation pouvant supporter une submersion. Comme dans le type de riziculture précédent, les résultats obtenus ne sont pas encore vulgarisables.

## Utilisation des résultats et perspectives

Les résultats obtenus sont utilisés en milieu rural essentiellement par diffusion auprès des paysans producteurs ou auprès des organismes de développement rural (SOMALAC, SAMANGOKY, FIFABE, ODEMO, ODR, MAMISOA).

L'**ODEMO** (Opération de développement du Moyen-Ouest) travaille sur la région de Tsiroanomandidy Fenoarivo sur 21 000 km<sup>2</sup> et encadre environ 21 600 exploitants agricoles représentant 17 000 hectares de rizières irriguées et près de 10 000 hectares de riz pluvial.

L'**ODEMO** vulgarise deux thèmes techniques.

- Amélioration de la technique culturale sans intrant, par exemple, utilisation de matériel végétal amélioré (riz irrigué, pluvial). La fumure organique est produite sur l'exploitation.
- Utilisation simultanée des techniques culturales améliorées et des fertilisants : fumiers de ferme, 5 à 10 t/ha, engrais minéraux et dolomie pour les cultures sur tanety, engrais minéraux (NPK) pour le riz irrigué.

L'ODEMO possède un centre multiplicateur de semences et produit principalement des semences de riz pluvial 2366.

L'ODR (Opération de développement rizicole) encadre 150 000 exploitants et travaille dans les Fokontany d'Antsirabe et d'Ambositra. Elle porte son effort sur l'amélioration des techniques culturales sans intrants exogènes. Cet effort est plus important pour le riz irrigué que pour le riz pluvial. De nombreux résultats ont été obtenus pour l'amélioration variétale à partir de variétés fournies par le FOFIFA. Les résultats obtenus en matière de calendrier cultural, de techniques culturales et de fertilisation ont été appliqués, mais avec des niveaux très variables suivant les différentes zones climatiques.

Les résultats acquis montrent que, grâce à la combinaison des variétés et à des techniques culturales améliorées, la productivité des rizières malgaches peut être augmentée. On peut dire que, d'une façon générale, l'impact des actions de la recherche et des opérations de développement a été modeste compte tenu de l'étendue de la riziculture. Le nombre très faible de centres multiplicateurs de semences (sept en 1974) ne permettait pas de produire suffisamment de semences de qualité pour faire face aux besoins.

Pour l'orientation des programmes, la recherche agronomique en riziculture doit adopter une démarche intégrant le développement par :

- le choix des thèmes de recherche relevant du besoin des utilisateurs immédiats ;
- la mise en place des expérimentations dans les conditions réelles des utilisateurs, ce qui permettrait de mettre au point des techniques agronomiques simples à la portée des organismes de développement, l'accent étant ainsi mis principalement sur l'intégration des différents systèmes de culture dans les principales zones écologiques de Madagascar ;
- la collaboration avec les organismes utilisateurs pour faciliter la transmission des résultats et l'évaluation de leur impact permettant, par la suite, une réorientation éventuelle ;
- la collaboration plus étroite entre les chercheurs de différentes disciplines.

## **Amélioration variétale**

Les recherches relatives à l'amélioration variétale seront à orienter dans différentes voies :

- Compétitivité avec les adventices, notamment dans les régions du Nord, de la côte est et du Sud-Est.
- Réponse aux faibles intrants à court terme et aux intrants moyens ou forts à long terme. Il serait plus judicieux de rechercher des variétés meilleures, utilisatrices d'intrants faibles ou modérés.
- Précocité pour tous les types de riziculture.
- Qualité technologique des grains.

L'effort principal sera porté sur la riziculture riz irrigué compte tenu de ses potentialités, et notamment dans les régions des hauts plateaux, du Nord, du Nord-Ouest, de l'Ouest et du Sud-Ouest.

Des recherches de variétés résistantes aux sels doivent être faites dans les régions de la Samangoky et de Marovoay, et des recherches de variétés résistantes au froid dans les rizières d'altitude.

En ce qui concerne le riz pluvial, la recherche de variétés résistantes à la sécheresse et à la pyriculariose susceptibles de répondre aux faibles intrants serait à poursuivre.

Dans le cas des rizicultures de bas-fond, la recherche sera surtout orientée vers la collecte et l'évaluation des ressources locales mettant l'accent sur la rusticité. La précocité n'est pas évidente, par contre la photopériode mérite réflexion. En riziculture d'eau profonde, l'on se tournera plutôt vers les variétés rustiques à capacité d'élongation supportant la submersion.

## **Agronomie**

Pour le sous-programme riz irrigué, il s'agit de la poursuite des activités suivantes :

- essai de fertilisation à long terme ;
- étude de modes d'apport de faibles doses de phosphore (dose et période d'application) ;
- étude des facteurs limitant la productivité du riz, notamment la toxicité ferrique ;
- étude des sources d'engrais locaux (azote organique et phosphates naturels).

L'accent est mis sur la conduite des expérimentations sur des terres paysannes ou dans les exploitations agricoles, notamment :

- la mise au point d'une fertilisation raisonnée par type de sol. Il s'agit de déterminer, par des études pédologiques et agronomiques, une

zonation des rizières permettant d'envisager un conseil approprié en matière de fertilisation acceptable au plan économique ;

- l'obtention de techniques agronomiques permettant de lutter contre les prédateurs et les maladies en jouant sur la nutrition des plantes, les cycles des cultures et les rotations.

Les recherches visant à l'intégration du riz irrigué dans un système de culture (cultures d'intersaison, mise au point de la double culture annuelle si la maîtrise de l'eau le permet) sont également prioritaires.

Pour le riz pluvial, les techniques culturales doivent participer à la lutte contre les adventices. Par ailleurs, l'intégration des systèmes de culture sur tanety doit être menée en collaboration avec les autres départements du FOFIFA et notamment avec le Département de recherche - développement.

### **Protection phytosanitaire**

En entomologie, l'élaboration des méthodes de lutte adaptées à chaque ravageur doit comporter en premier lieu l'analyse écologique du complexe plante-ravageur et de l'écosystème dont il dépend. Par la suite, une évaluation de l'impact économique des ravageurs doit aboutir à l'établissement de systèmes prévisionnels ou d'avertissement en vue de l'application d'une méthode de lutte intégrée (poursuite des recherches entreprises au CALA).

La mise en œuvre de cette méthode de lutte nécessite l'adaptation de la recherche en milieu rural faisant appel au concours des responsables de développement et du service de la protection des plantes. Ce dernier aura pour rôle d'assurer la mise en œuvre des résultats de la recherche par la formation des opérateurs chargés de l'avertissement et de la lutte et par l'organisation du réseau d'avertissement.

En phytopathologie du riz, outre l'étude des résistances aux maladies, il est nécessaire de poursuivre le contrôle phytosanitaire des rizicultures de façon permanente.

Le bilan des études déjà réalisées dans ce sens est vivement souhaité pour diverses zones écologiques.

## Références bibliographiques

- APPERT, J., 1967. *Maliarpha separatella* Ragonot (Lep. *Pyrallidae*), chenille mineuse de riz à Madagascar: écologie et lutte. Antananarivo, IRAM, 60 p. (Document IRAM n° 113).
- APPERT, J., 1968. Les insectes nuisibles aux cultures de Madagascar (notes techniques). Bulletin Agronomique de l'IRAT (22), 180 p.
- APPERT, J., 1970. *Maliarpha separatella* : observations nouvelles et rappel des problèmes entomologiques du riz à Madagascar. L' Agronomie Tropicale, 25 (4), p.329-367.
- APPERT, J., 1970. Les chenilles endophytes du riz à Madagascar. Groupe de travail sur les orientations et programmes de l'IRAT. Document IRAT.
- ARRAUDEAU, M., 1966. L'amélioration variétale du riz sur les hauts plateaux malgaches. L' Agronomie Tropicale (21), p. 144-156.
- ARRAUDEAU, M., 1987. Bilan des recherches en matière d'amélioration variétale, plantes vivrières. Paris, CIRAD, 23 p.
- ARRAUDEAU, M. ; DECHANET, R. ; NOTTEGHEM, J.L. ; SAYEHOC, P.L., 1974. Bilan des hybridations effectuées sur le riz. Synthèse et bilan de l'expérimentation variétale rizicole 1962-1973. Bilan de l'expérimentation pluriannuelle multilocale sur manioc à Madagascar. Antananarivo, IRAM, 162 p. (Document IRAM-IRAT n° 393).
- ARRIVETS, J. ; RANDRIANASOLO, H. ; RAFARALAHY, R., 1980. Compte rendu d'expérimentation 1975-1979. Essais ressources locales + engrais importés (province de Fianarantsoa). Antananarivo, FOFIFA-DRA, 7 p.
- AUBIN, J.P., [s.d.]. L'amélioration du riz à Madagascar. [s.l.], [s.n.], en cours de rédaction.
- BARAT, H., [s.d.]. Les maladies du riz. Bulletin IRAM (3).
- BAUDIN, P., 1988. Phytopathologie à Madagascar. 1<sup>re</sup> partie. Bilan des recherches agronomiques effectuées à Madagascar avant 1974. Paris, CIRAD, 28p. (Document IRAM n° 10).
- BAUDIN, P., 1988. Phytopathologie à Madagascar. 2<sup>e</sup> partie. Situation actuelle et perspective d'avenir. Paris, CIRAD, 41 p.
- BOURIQUET, G., 1946. Les maladies des plantes cultivées à Madagascar. In : Encyclopédie mycologique. Paris, Lechevalier, XII, 546 p.
- BRENIERE, J., 1960. Les insecticides en riziculture à Madagascar. Journées d'études sur les insecticides agricoles. [s.l.], [s.n.].
- BRENIERE, J., [s.d.]. Entomologie des cultures vivrières. Propositions et programmes, Madagascar. [s.l.], [s.n.], 16 p.
- CELTON, J., 1967. Fumure de redressement sur collines ferrallitiques à Madagascar: orientation future des travaux. In : Colloque sur la fertilité des sols tropicaux, Tananarive, 19-25 novembre 1967. Antananarivo, IRAM, 3 p. (Document IRAM n° 186).
- CELTON, J. ; VELLY, J., 1966. Fertilisation de redressement après diagnostic des carences minérales sur les sols des cultures sèches à Madagascar. Document IRAM n° 79.
- CELTON, J. ; VELLY, J. ; ARRAUDEAU, M., [s.d.]. Importance du choix variétal en fonction de la fertilisation. Colloque sur la fertilisation des sols tropicaux. In : Colloque sur la fertilité des sols tropicaux, Tananarive.
- DOBELMANN, J.P., 1976. Riziculture pratique. Paris, Presses Universitaires de France, 23 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1986. Rapport annuel de campagne 1974-1985. Agronomie. Antananarivo, FOFIFA, 44 p. dactylo.
- FOFIFA (CENRADERU), [s.d.]. Bilan de dix ans de recherche du département de la recherche agronomique, année 1975-1985. Antananarivo, FOFIFA, 99 p.
- FRAPPA, C., 1928. Note sur un ennemi du riz, du maïs et de la canne à sucre. Revue Pathologie Végétale (7), p. 194-197.
- FRAPPA, C., 1928. Les *Pamphidinae* nuisibles au riz à Madagascar. Bulletin Economique de Madagascar (6), p. 172-174.
- FRAPPA, C., 1929. Les insectes nuisibles du riz sur pied et en magasin à Madagascar. Revue Riz et Riziculture, p. 167-184.

- FRAPPA, C., 1936. Les *Pamphidinae* nuisibles au riz à Madagascar. Bulletin Economique de Madagascar (6), p. 172-174.
- FRAPPA, C., 1938. Une méthode nouvelle de lutte contre *Chrysomelae* du riz à Madagascar. Revue Riz et Riziculture (12), p. 33-39.
- GERMAIN, N. ; NHAN, H. ; VICARIOT, F., 1973. Evaluation des résultats techniques et économiques de l'opération Tanety par l'UER. Antananarivo.
- HAUT DE SIGY, G. DE, 1966. Enquête d'une agriculture pour les collines du Vakinankaratra. Premières investigations (compte rendu de tests culturaux à Ambohimandroso. Antananarivo, IRAM, 26 p. (Document IRAM n° 81).
- HAUT DE SIGY, G. DE, 1967. Aspects économiques de l'emploi d'une fumure azotée intensive dans des rizières de la région de Tananarive. In : Colloque sur la fertilité des sols tropicaux, Tananarive, 19-23 novembre 1967. Antananarivo, IRAM, 19 p. (Document IRAM n° 156).
- HAUT DE SIGY, G. DE, 1967. Aspects économiques et financiers du redressement de la fertilité des rizières dans le Vakinankaratra : région d'Antsirabe, République Malgache. In : Colloque sur la fertilité des sols tropicaux, Tananarive, 19-25 novembre 1967. Antananarivo, IRAM, 15 p. (Document IRAM n° 157).
- HAUT DE SIGY, G. DE, 1967. Résultats expérimentaux concernant la diversification des cultures après régénération de la fertilité des sols de colline de l'Ankaratra. In : Colloque sur la fertilité des sols tropicaux, Tananarive, 19-25 novembre 1967. Document IRAM n° 142, p. 1745-1757.
- IRAM, 1965. Problèmes d'utilisation des engrais minéraux en riziculture malgache. Antananarivo, IRAM. (Document IRAM n° 55).
- IRAM, 1965. Problèmes d'utilisation des engrais minéraux en rizière à Madagascar. Synthèse des résultats 1961-1965. In : 4<sup>e</sup> Colloque sur la conservation et l'amélioration de la fertilité des sols, Karthoum, nov. 1965. Document IRAM n° 65, 31 p.
- JONASTERA, C.W., 1966. Eléments de nématologie rizicole. IRAT.
- LUC, M., 1959. Nématodes parasites ou soupçonnés de parasitisme envers les plantes de Madagascar. Bulletin de l'IRAM (3).
- NGO CHAN BANG ; VELLY, J. ; KILLAN, J. ; LATRILLE, E. ; THIBOUT, F. ; VAILLE, J., 1967. Méthodes de diagnostic de carences minérales des sols en vases de végétation. I. Plante-test: le ray-grass ; II. Plante-test : le riz. In : Colloque sur la fertilité des sols tropicaux, Tananarive, 19-25 novembre 1967. Antananarivo, IRAM, 16 p. (Document IRAM n° 20).
- NOTTEGHEM, J.L. ; ANDRIATOMPO, M.G., 1978. Rapport de campagne 1977-1978 : résistance à la pyriculose. Antananarivo, CENRADERU-DRA, 20 p.
- NUQUE, F.L., 1988. Report on inventory of rice disease at Madagascar. [s.l.], [s.n.].
- RABELOLALA, J. ; RAJAONARISON, J.B. ; RAZAFINDRAMONJY, 1980. Etude de la fertilisation; ressources locales et fertilisation économique. Rapport de campagne 1979-1980 et synthèse. Antananarivo, FOFIFA.
- RAKOTONIRAINY, R., 1982. Bilan de l'amélioration variétale du riz. Antananarivo, FOFIFA-DRA.
- RAKOTONIRAINY, R. ; RAHARINIRINA, J., 1983. Liste descriptive des variétés de riz. Antananarivo, FOFIFA.
- RASOLOFO, R., 1978. Toro-lalana faharoa 1978. Vary an-tanety. Fiadiana amin'ny aretina. Famonoana ahidrasy. Antananarivo, FOFIFA.
- RASOLOFO, R., [s.d.]. Fiches d'études 1974. Antananarivo, FOFIFA.
- RASOLOFO, R. ; RALIARISON, V.A., 1971. Les maladies des cultures à Madagascar (de 1961 à 1971). Antananarivo, FOFIFA ; Département de recherches agronomiques. Division de pathologie végétale., 182 p.
- RASOLOFO, R. ; RAZAFINDRAINIBE, M., 1969. Traitement des semences et des plants de riz par voie humide à Madagascar. L'Agronomie Tropicale (8), p. 876-877.
- RAVELOJAONA, G., 1962. Rapport d'activité sur les prix du riz. In : Rapport annuel IRAM. Document IRAM, p. 152-162.
- RAVELOJAONA, G., 1963. Rapport d'activité 1963. In : Rapport annuel 1963, IRAM. Antananarivo, IRAM, Tome I, p. 44-52.
- RAVELOJAONA, G., 1970. Observations sur la dynamique des populations de *Trichispasereicea* nuisibles au riz à Madagascar. Comptes rendus de la Société Biologique de Madagascar, 164 (2), p. 464.
- RAVELOJAONA, G., 1970. Rapport d'activités 1970. Contribution à une monographie de *Trichispasereicea*,

coléoptère nuisible au riz à Madagascar. Antananarivo, IRAM.

RAVELOJAONA, G., 1970. Observations sur la dynamique des populations de *Trichispasericca* nuisibles au riz à Madagascar. Comptes rendus de la Société Biologique de Madagascar, 164 (2), 464 p.

RAVELOJAONA, G., [s.d.]. Observations sur le pou inerte du riz à Antsirabe et Betafo. Mission 24-25 janvier 1957. Rapport IRAM. [s.l.], [s.n.].

ROCHE, P., 1987. Bilan de la recherche agricole à Madagascar. Paris, CIRAD, 34 p.

ROCHE, P., [s.d.]. Bilan de la recherche. Rapport : agronomie, cultures vivrières : riz, fourrage. [s.l.], [s.n.].

ROTT, P., 1988. Maladies bactériennes du riz, de la canne à sucre et des cultures maraichères à la Réunion et à Madagascar. Rapport de mission en phytobactériologie à la Réunion et à Madagascar du 5 au 31 mars 1988. Montpellier, IRAT, 26 p.

ROTT, P. ; CHATENET, M. ; GRANIER, M. ; BAUDIN, P., 1988. Identification et détection de *Xanthomonas*

*albilineans* et *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* par immunofluorescence indirecte et techniques immunoenzymatiques (ELISA, Dot Blot). L'Agronomie Tropicale.

ROTT, P. ; NOTTEGHEM, J.L. ; FROSSARD, P., [s.d.]. Identification and characterisation of *Pseudomonas fuscovaginae* the causal agent of bacterial sheath brown rot of rice, from Madagascar and other countries. Plant diseases.[s.l.], [s.n.]. Sous presse.

VELLY, J., 1968. Possibilités d'amélioration de la culture intensive du riz à Madagascar. L'Agronomie Tropicale, 24 (8).

VELLY, J. ; ROCHE, P. ; CELTON, J., 1966. Les possibilités d'augmentation de la production rizicole après correction des carences minérales sur sol à Madagascar. Lake Charles (USA), Commission internationale du riz, FAO.

VUONG HUU HAI ; RODRIGUEZ, N., 1970. Lutte contre les nématodes de riz à Madagascar. Résultats d'expérimentation 1968-1969. L'Agronomie Tropicale, 25(1), p. 52-66.

# Le maïs

Le maïs constitue la deuxième céréale vivrière après le riz. Il entre pour une grande part dans la consommation intérieure (humaine, animale, industrielle), contribuant efficacement à atteindre l'objectif d'auto-suffisance alimentaire du pays.

La production évolue d'année en année, atteignant actuellement 140 000 tonnes. Généralement cultivé en paysannat, le maïs est présent dans presque toute l'île, mais son importance au point de vue vivrier est surtout grande dans le Sud, le Sud-Ouest, les hauts plateaux et le Moyen-Ouest.

Conscient du rôle que joue le maïs dans le contexte socio-économique du pays, le gouvernement a encouragé la relance de la culture de ce produit et a fixé comme objectif en 1990 la production de plus de 200 000 tonnes par an.

La recherche sur le maïs s'est préoccupée de l'amélioration variétale et des techniques culturales, notamment de la fertilisation en vue d'une augmentation du rendement.

## Historique et étapes de la recherche

La recherche maïsicole a démarré en 1961 à la station de l'IRAM au lac Alaotra.

Dans une première période de 1961 à 1965, on s'est efforcé de mettre au point les techniques culturales, la fertilisation ainsi que de recenser les

---

populations locales, d'améliorer les cultivars, d'introduire des variétés et lignées de l'étranger. Cet effort d'amélioration variétale s'est développé ensuite durant dix ans avec notamment l'obtention de formules d'hybrides. Puis, à partir de 1975, le programme maïs fut abandonné, faute de moyens, pendant une dizaine d'années avant de redémarrer en 1984.

## Résultats acquis

Les recherches entreprises sur le maïs ont abouti à des résultats concrets dans les domaines de l'amélioration des plantes, de l'agronomie et de la protection des plantes.

### **Amélioration variétale**

Le but de la recherche est de réunir dans un même produit une forte productivité et une bonne adaptation avec, comme finalité, une augmentation des rendements moyens.

Différentes opérations de recherche ont été menées pour parvenir à ce but, principalement :

- Prospection et introductions de matériels végétaux.
- Sélection puis obtention des lignées pures à partir du matériel local.
- Création d'hybrides à plusieurs voies.
- Essais multilocaux des hybrides retenus.

#### ***Prospection de matériel local***

Les prospections réalisées de 1960 à 1962 dans les cinq régions d'Ankaizina, d'Antananarivo, de Fianarantsoa, de Toliary et de la côte est — cette dernière étant très peu prospectée en raison de la très grande sensibilité des souches locales aux virus — ont permis de réunir une collection de plusieurs centaines de cultivars conduisant à 531 lignées maintenues en autofécondation en 1974.

#### ***Introductions***

Plus de trois cents matériels divers du monde entier ont été introduits. Certains d'entre eux ont été éliminés pour diverses raisons, les autres ont été maintenus par endogamie tous les ans.

### **Création variétale**

Les critères de sélection étant la productivité (rendement à l'hectare), la résistance/tolérance aux maladies cryptogamiques (notamment les rouilles), aux virus, et les autres qualités technologiques, il fallait :

- faire des études de caractérisation des populations locales prospectées et des lignées pures introduites ;
- pratiquer des travaux de fécondation sur les variétés locales sélectionnées ;
- obtenir des formules hybrides plus ou moins complexes.

Les séries de sélections récurrentes dans le matériel local, basées sur l'aptitude à la recombinaison ont permis la création de variétés synthétiques qui, croisées entre elles, dans un souci d'élargir la variabilité, ont donné une variété composite.

Une opération par sélection pedigree a été, en outre, menée sur quelques variétés de la collection pour l'obtention de lignées pures adaptées.

Ces travaux de sélection et d'hybridation ont abouti à la production :

- de variétés et de lignées pures (14) ;
- de variétés synthétiques (généralement un mélange de 8 lignées ayant atteint un niveau suffisant d'homozygotie) ;
- de polyhybrides (recombinaisons de variétés synthétiques et composites entre elles ; ils sont relativement stables en milieu paysan) ;
- d'hybrides intervariétaux (recombinaison de plusieurs lignées pures).

Ils permettent la création d'hybrides complexes tels que 287 (synthétique), 266 (polyhybride), 361 et 351 (hybrides à 3 voies), 376, 331, 382, 383 (hybrides doubles), parmi tant d'autres.

### **Essais multilocaux**

A la suite des essais de comportement multilocaux entrepris dans des régions traditionnelles de culture, un certain nombre de variétés ont été retenues pour la vulgarisation.

- Zone des hauts plateaux : 2 variétés, 10 hybrides, dont 2 polyhybrides.
- Zone côtes ouest et sud-ouest : 5 variétés améliorées et 1 hybride à 3 voies.
- Zone nord-ouest : 2 variétés, 1 synthétique et 1 polyhybride.
- Zone d'altitude moyenne.
- Befandriana - Mandritsara : 2 hybrides doubles ;
- Alaotra : 1 polyhybride blanc et 1 hybride intervariétal.

- Zone côte est : 2 souches locales.

On a constaté que dans tous les cas, à techniques culturales égales, les créations variétales assurent en moyenne un rendement supérieur de 40 % sur le maïs tout-venant cultivé par les paysans sur les hauts plateaux.

A la reprise des travaux par le FOFIFA en 1983-1984, la recherche a testé les variétés hybrides multipliées, a vérifié la stabilité des rendements des composites et a remis en place la collection par la reprise des introductions et de la multiplication de certaines variétés pour un programme d'évaluation variétale, commencement d'un travail de création variétale.

## **Agronomie**

Compte tenu de l'importance de la culture du maïs pour les petits producteurs des hauts plateaux, les recherches en agrotechnie ont été surtout orientées sur l'étude de la place du maïs dans les systèmes de culture, en mettant l'accent sur la réponse aux faibles intrants et à l'adaptation aux sols acides. Les expérimentations ont été de ce fait menées chez les paysans.

Dans le Moyen-Ouest, en revanche, où les possibilités de culture sont meilleures, les recherches en fertilisation s'orientaient vers la réponse aux intrants moyens. Dans cette zone, à l'inverse de la précédente, ce sont surtout des exploitations modernes qui sont intéressées par la culture du maïs.

Il faut noter toutefois, que de 1974 à 1984, il n'y a pas eu de programme de recherche agronomique proprement dit sur le maïs. Le maïs intervenait en tant que plant test dans les recherches relatives aux systèmes de culture, et à certaines techniques culturales et études spéciales.

Sur les hauts plateaux (Antananarivo, Fianarantsoa) et dans le Moyen-Ouest, l'étude de la fertilisation économique par utilisation des ressources locales (fumure organique et fumure minérale : phosphorite, guano, dolomie, phosphates locaux, et engrais importés) a permis d'obtenir un rendement acceptable après trois à quatre ans, de l'ordre de 40 à 50 quintaux à l'hectare de maïs-grain.

Sur défriche, il est recommandé d'appliquer une fertilisation mixte organo-minérale. L'enfouissement des pailles permet de réaliser une économie importante d'éléments minéraux.

Dans le Sud, le phosphore constitue le principal facteur limitant de la culture du maïs sur sable roux et sur sols ferrugineux tropicaux. Le guano se révélait avoir une action supérieure aux phosphates importés. Le fumier de ferme s'est montré également efficace (10 t/ha). Le précédent légumineux s'est montré favorable au maïs.

## Protection phytosanitaire

Les insectes ravageurs du maïs sont peu nombreux et sont en général des polyphages. Parmi les plus étudiés : *Heteronychus* (insecte terricole) et *Sesamia calamistis*, borer rose des tiges ainsi que les pucerons sont les plus importants. Les recherches ont surtout porté sur la mise au point de la lutte chimique contre *Heteronychus* et la lutte biologique contre le borer rose. Ce dernier a fait l'objet de nombreuses introductions de parasites entomophages dont, entre autres : *Apanteles sesamiae* et *Pediobius furrus*, qui se sont bien implantés partout dans l'île.

Par ailleurs, la biologie et le comportement du borer rose ont été très bien étudiés.

L'on signale également la présence de *Cicadulina mbila*, qui transmet le *streak*, maladie du maïs. Des ravages dus à *Heliothis armigera* peuvent devenir considérables sur le maïs. La biologie et la lutte chimique sont connues.

En phytopathologie, les maladies du maïs rencontrées à Madagascar sont :

- l'helminthosporiose (*Helminthosporium turcicum*) ;
- la mosaïque ;
- la pourriture de l'épi ;
- la rouille (*Puccinia sorghii*).

En plus, l'attaque de nématodes est aussi observée (*Pratylenchus* sp.).

Il faut noter aussi l'importance de l'attaque du *Striga* sur le maïs dans le nord. Cette mauvaise herbe parasite spécifique de certaines graminées provoque une diminution non négligeable de rendement aussi bien sur le riz que sur le maïs.

En ce qui concerne les moyens de lutte contre ces maladies, on a constaté que le maïs n'a pas été l'objet d'attaques massives et il se trouve à Madagascar sous des conditions phytopathologiques très satisfaisantes. Il n'est pas inutile de souligner l'importance de cette situation et la nécessité de la sauvegarder.

# Utilisation des résultats et perspectives

## Amélioration variétale

L'obstacle fondamental dans l'utilisation des résultats réside dans l'insuffisance de la production de semences de maïs. L'adoption des recommandations de la recherche sur les variétés devrait permettre d'augmenter les rendements par rapport aux variétés non améliorées.

Dans l'avenir, le thème réponse aux faibles intrants devrait être maintenu et complété par la précocité et la tolérance aux maladies. Par ailleurs, l'adaptation aux sols acides et la tolérance à la sécheresse ainsi que la précocité sont des orientations essentielles pour l'ouest et le sud. Pour la côte est, la recherche des variétés tolérantes aux virus est conseillée.

Par ailleurs, l'amélioration variétale sera envisageable à long terme avec pour objectif la production d'une formule type synthétique/polyhybride complexe à grande longévité, afin d'éviter un renouvellement fréquent des semences.

## Agronomie

Diverses formules de fertilisations adaptées à différentes situations sont actuellement disponibles. Mais leur impact demeure limité par suite du manque de diffusion auprès des utilisateurs, et de la difficulté d'approvisionnement en engrais par les paysans.

Compte tenu de l'importance du maïs pour les petits producteurs, les recherches en agrotechnie sont surtout orientées vers les systèmes de culture intégrant le maïs en mettant l'accent sur la réponse aux faibles intrants et à l'adaptation aux sols acides. En grandes plantations dans le Moyen-Ouest, où les sols sont plus riches, la fertilisation est axée sur la réponse aux intrants moyens.

Les activités de recherche devraient s'orienter vers la mise en place de dispositifs expérimentaux simples en milieu paysan.

## Protection phytosanitaire

L'extension des surfaces cultivées en maïs amène à considérer sérieusement le problème des ravageurs du maïs, le plus souvent polyphages. Entre autres, l'étude plus approfondie des relations plantes-ravageurs

serait indispensable dans la recherche des moyens de lutte. Parmi les méthodes de lutte connues, la lutte biologique, qui a fait ses preuves dans les années antérieures, mériterait d'être reprise d'une manière plus méthodique.

En phytopathologie, les maladies du maïs rencontrées à Madagascar sont :

- l'helminthosporiose, due à *Helminthosporium maydis* (= *Cochliobolus heterostrophus*), *Helminthosporium turcicum*, *Exserohilum turcicum*, *Bipolaris turcica* ;

- la rouille (*Puccinia sorghi*) ;

- la striure du maïs (MSV) ;

- la mosaïque de la canne sur maïs (SCMV).

Il faut aussi noter l'importance de l'attaque du *Striga* sur le maïs dans la région du nord. Cette mauvaise herbe, parasite spécifique de certaines graminées, provoque une diminution non négligeable de rendement aussi bien sur le riz que sur le maïs.

En ce qui concerne les moyens de lutte contre ces maladies, on a constaté que le maïs n'a pas été l'objet d'attaques massives et il se trouve à Madagascar sous des conditions phytosanitaires très satisfaisantes.

Il n'est pas inutile de souligner l'importance de cette situation et la nécessité de la sauvegarder.

Par ailleurs, la sélection variétale doit prendre en considération la mosaïque dans son programme de recherche et il faut veiller à ne pas introduire de nouvelles pathologies.

## Références bibliographiques

- APPERT, J., 1967. Les insectes nuisibles aux cultures de Madagascar. Bulletin Agronomique de l'IRAT (22), 117 p.
- APPERT, J., 1970. Les insectes nuisibles sur maïs en Afrique et à Madagascar. L'Agronomie Tropicale, 26 (4), p. 476-499.
- APPERT, J., 1971. Les Lépidoptères foreurs de graminées à Madagascar, aux Comores et aux Mascareignes. L'Agronomie Tropicale, 26 (4), p. 500-508.
- APPERT, J. ; RANAIVOSOA, H., 1969. *Sesamia calamistis* H. (*Lep. Noctuidae*), chenille mineuse des graminées. 1. : Observations sur la morphologie et le comportement larvaire, dégâts et moyens de lutte. Antananarivo, IRAM, 23 p. (Document IRAM n° 199).
- APPERT, J. ; RANAIVOSOA, H., 1971. Lutte contre les chenilles mineuses du riz et du maïs. Résultats d'activités de 1968 à 1970. Antananarivo, IRAM, 22 p. (Document IRAM n° 273).
- APPERT, J. ; RANAIVOSOA, H., 1971. Un nouveau succès de la lutte biologique à Madagascar : contrôle des foreurs de la tige de maïs par un parasite introduit *Pediobus furrus gaban* (*Hym. Eulophidae*). L'Agronomie Tropicale, 26 (3), p.327-331.
- ARRAUDEAU, M., 1987. Bilan des recherches en matière d'amélioration variétale : plantes vivrières. Paris, CIRAD, 23 p.
- ARRAUDEAU, M., 1987. Bilan de la recherche agricole effectuée à Madagascar avant 1974 en matière d'amélioration des plantes sur les cultures vivrières. Paris, CIRAD, 130 p.
- ARRAUDEAU, M. ; CHATEL, M. ; RAMANOELINA, M., 1974. Synthèse des résultats obtenus en amélioration variétale du maïs 1961-1973. Antananarivo, IRAM, p.140-157 (Document IRAM n° 393).
- ARRAUDEAU, M. ; LAVIGNE, R. ; GUILLOTEAU, S., 1971. Rapport annuel 1962. Station du lac Alaotra. Amélioration des plantes, section maïs. [s.l.], [s.n.].
- ARRAUDEAU, M. ; LAVIGNE, R. ; GUILLOTEAU, S., 1972. Rapport annuel 1962. Station du lac Alaotra. Amélioration des plantes, section maïs. [s.l.], [s.n.].
- ARRAUDEAU, M. ; LAVIGNE, R. ; GUILLOTEAU, S., 1973. Rapport annuel 1963. Station lac Alaotra. Amélioration des plantes, section maïs. [s.l.], [s.n.].
- ARRAUDEAU, M. ; LAVIGNE, R. ; GUILLOTEAU, S., 1974. Rapport annuel 1964. Station lac Alaotra : amélioration des plantes, section maïs. [s.l.], [s.n.].
- BAUDIN, P., 1988. Phytopathologie à Madagascar. Première partie : Bilan des recherches agronomiques effectuées à Madagascar avant 1974. Paris, CIRAD, 28 p.
- BAUDIN, P., 1988. Phytopathologie à Madagascar. Deuxième partie : Situation actuelle et perspectives d'avenir. Paris, CIRAD, 41 p.
- BRENIERE, J., 1987. Bilan des recherches entomologiques à Madagascar antérieures à 1974 en matière de cultures vivrières et de canne à sucre. Paris, CIRAD, 97 p.
- BRENIERE, J., 1987. Entomologie des cultures vivrières. Propositions et programmes, Madagascar. Paris, CIRAD, 16 p.
- BRENIERE, J. ; DUBOIS, J., 1965. Catalogues des insectes nuisibles aux cultures malgaches. Antananarivo, IRAM, 241 p. (Document IRAM n° 43).
- CIRAD-IRAT, 1987. Bilan de dix ans de recherche du département de la recherche agronomique 1975-1985. Antananarivo, FOFIFA, 99 p.
- DELOBEL, A., 1974. Deux *Enticospilus*, nouveaux parasites de *Sesamia calamistis*, borer rose du maïs à Madagascar. Bulletin de la Société entomologique de France, p. 98-197.
- ROCHE, P., 1987. Bilan de la recherche agricole à Madagascar. Paris, CIRAD, 34 p.

---

# Le manioc

Le manioc, introduit au XVIII<sup>e</sup> siècle, constitue un appoint dans l'alimentation des Malgaches et est également utilisé dans la fabrication des féculés et dans l'alimentation animale. La culture existe dans toute l'île sauf au-dessus de 1 500 mètres et couvre de grandes superficies (200 000 hectares). La production était évaluée à 1,4 million de tonnes en 1974, soit un rendement assez faible (statistique FAO). Elle a tendance à se développer au cours des dernières années. Le plan national 1986-1990 prévoit une production de 2,6 millions de tonnes, ce qui devrait entraîner une relance de la recherche.

L'augmentation de rendement à l'unité de surface reste l'un des objectifs essentiels de sa production afin d'assurer une meilleure récolte aux paysans et aux producteurs. Par ailleurs, la diminution des incidences parfois très graves selon les années des attaques de la mosaïque est l'un des objectifs principaux de l'amélioration variétale.

## Historique et étapes de la recherche

Les recherches sur le manioc ont débuté en 1929 à la station agronomique du lac Alaotra. Elles se sont développées à partir de 1935 et ont porté durant cette période sur l'amélioration variétale, en vue d'obtenir des hybrides à haut rendement, résistants à la mosaïque et aux pourritures des racines, adaptés aux diverses zones écologiques et en féculerie.

Ce programme d'amélioration a été arrêté après 1974 et jusqu'à ce jour concernant le manioc il n'y a pas de programme de recherche mené par le FOFIFA qui limite ses activités à l'entretien de la collection de clones installée depuis 1960 au lac Alaotra.

## Résultats acquis

Les recherches entreprises sur cette plante ont intéressé essentiellement l'amélioration variétale et la protection phytosanitaire.

### Amélioration variétale

L'on s'est efforcé de rechercher des variétés de manioc ayant les caractères suivants : rendement élevé en racines fraîches, teneur en fécule élevée, densité apparente forte, bonne résistance à la mosaïque et aux pourritures, bon port de plante couvrant rapidement le sol et ayant un bon taux de reprise.

Par ailleurs, d'autres thèmes ont été étudiés :

- résistance à la sécheresse pour le Sud ;
- tolérance au froid pour les zones d'altitude comprise entre 800 et 1 200 mètres et tolérance à l'hydromorphie passagère pour la côte est ;
- teneur en acide cyanhydrique inférieure à 15 mg pour 100 g de pulpes fraîches pour la consommation et à 25 mg pour les usages industriels.

Les recherches en amélioration ont duré quarante ans, de 1930 à 1974, et ont intéressé les prospections qui ont été réalisées dans diverses zones écologiques et ont porté sur les « types » ou les « formes » les plus répandus et les plus connus, le choix préférentiel se portant sur les cultivars présentant le moins possible de mosaïque.

Les introductions ont été faites avec prudence et ont été limitées, car on voulait éviter l'introduction de certaines maladies présumées absentes à Madagascar. Il y avait une grande variabilité locale de clones et donc, un grand potentiel de croisement et un potentiel de rendement local élevé, ce qui ne rendait pas nécessaire le recours aux introductions pour ce caractère.

La création variétale s'est faite par croisement de clones présentant les caractères recherchés dans la plus forte expressivité possible. Les créations obtenues (environ un clone de valeur pour 10 000 graines

semées) ont été nombreuses. Il existe une gamme de clones hybrides pour les différents usages (consommation et féculerie) qui ont été testés dans les essais multilocaux.

Les rendements obtenus avec les variétés améliorées amènent une plus-value de 50 à 80 % par rapport aux variétés locales. Les sept variétés suivantes ont été proposées à la vulgarisation en 1974 :

- Côte nord-ouest ..... H 43 et H 57
- Côte-est ..... H 54 et H 58
- Plateaux ..... H 54 et H 60
- Ouest et Sud ..... H 53 et H 54
- Moyen-Ouest ..... H 45 et H 53

Par ailleurs, en 1974, huit variétés en cours d'étude. Ces variétés sont : 55 860 - 56 879 - 55 956 - 56 064 - 56 255 - 55 814 et 55 061.

Ces variétés présentent de bonnes caractéristiques agronomiques et de bonnes tolérances aux maladies et sont susceptibles de passer en vulgarisation.

Il existe donc à Madagascar une gamme étendue de variétés améliorées pour diverses utilisations dans des zones géographiques différentes.

## **Agronomie**

Les formules de fertilisation à apporter sur la culture du manioc varient suivant le milieu et la nature du sol. Néanmoins, les essais de fertilisation ont montré l'efficacité des fumures organiques et des besoins marqués du manioc en azote et en potasse.

L'azote favorise le développement des tiges, alors que la potasse est un élément essentiel du rendement en racines et en féculles.

On préconise généralement :

- un apport de 10 à 20 t/ha de fumier de parc ;
- 200 kg/ha de phosphate bicalcique ;
- 150 kg/ha de chlorure de potassium.

## **Protection phytosanitaire**

En entomologie, l'inventaire des insectes du manioc a été réalisé en 1938, puis repris vers les années 60. Cet inventaire fait état également des ennemis du manioc au cours du stockage. Mais il n'y a pas eu

d'études spécifiques. La mise au point des méthodes générales de désinsectisation des denrées emmagasinées a cependant été réalisée par le service de la défense des cultures et des conditionnements (désinsectisation sous vide, technique d'enrobage) avec l'appui des services de la recherche.

Il a été signalé l'importance de *Bemisia manibotis*, vecteur de virose. La lutte contre les insectes au champ s'applique vers l'adaptation des techniques culturales et la recherche de résistance variétale plutôt que vers la mise en œuvre d'une lutte chimique trop coûteuse.

En phytopathologie, le manioc est attaqué par de nombreuses maladies :

- la mosaïque ;
- le dépérissement des sommités ou anthracnose ;
- les pourridiés, *Phaeolus manibotis* et *Clytocibe tabescens* ;
- la pourriture des tubercules ;
- la nécrose du cœur des tubercules ;
- les nématodes *Criconemoides* et *Pratylenchus*.

Il est à noter que la bactériose, très importante en Afrique, n'est pas signalée à Madagascar. Des mesures adéquates contre l'introduction de cette grave maladie sont d'une importance capitale. La lutte contre ces maladies importantes repose sur un programme de sélection et d'amélioration variétale, en particulier en ce qui concerne la mosaïque. Le programme d'amélioration du manioc a permis l'obtention de clones productifs et tolérants à la mosaïque, d'abord M 34 et M 43 et dans les années 70, H 57, H 58, H 62, H 64. Tous ces clones présentent un meilleur niveau de tolérance à cette maladie.

## **Utilisation des résultats et perspectives**

### **Amélioration variétale**

Les résultats ont été largement utilisés par les grandes plantations productrices de féculé (Vohidiala, Ambanja, Marovitsika), qui ont multiplié et planté, sur de larges surfaces, de nouvelles créations telles que H 35, H 49 et H 54 jusqu'en 1974.

Mais l'impact au niveau des petits planteurs a été réduit, dû à la faible capacité des centres multiplicateurs de manioc (Faharetana, Mandrare, Behara). Par ailleurs, comme le manioc n'assurait qu'un appoint alimentaire aux paysans, ces derniers se satisfaisaient d'un rendement médiocre par pied qui leur assurait néanmoins une récolte susceptible de combler le déficit en aliments. Seuls les paysans, se trouvant à côté des féculeries et pouvant de ce fait écouler leur production, étaient intéressés par les variétés améliorées.

L'augmentation des surfaces productives en même temps que l'amélioration de la productivité par la multiplication de variétés améliorées s'adaptant à différentes zones écologiques représenteraient les principaux objectifs de l'amélioration variétale.

Les thèmes de recherche prioritaires suivants sont suggérés : manioc doux, forte tolérance aux viroses et précocité. Par ailleurs, la confirmation des résultats obtenus antérieurement dans des régions autres que celles étudiées serait à faire.

## **Protection phytosanitaire**

En matière d'entomologie, il y a lieu de réactualiser l'inventaire des ravageurs du manioc. Les efforts de recherche doivent surtout s'orienter vers la protection contre les insectes du manioc séché qui occasionnent des pertes considérables. Il convient également de prendre en compte les ennemis du manioc dans le sol, en cours de culture, ainsi que les cochenilles nuisibles aux tiges et aux feuillages.

Il faut poursuivre l'effort pour l'obtention des clones résistants et adaptés aux différentes conditions du milieu. La mosaïque du manioc faisant l'objet de recherches importantes en Afrique, la recherche malgache se tiendra au courant de cette situation.

# L'arachide

L'arachide, cultivée surtout dans l'ouest du pays et dans la zone du lac Alaotra, est utilisée principalement pour la fabrication d'huile alimentaire, mais joue également un rôle dans l'alimentation humaine et animale.

La production, qui était de 50 000 tonnes en 1976, a diminué considérablement aux environs de 10 000 tonnes en 1986. Pour assurer une autosuffisance en huile, il est nécessaire de relancer la culture d'arachide. A cet effet, le plan national prévoit une production de 60 000 tonnes en 1990.

Pour réaliser cet objectif, il faut résoudre le problème de disponibilité des semences dans toutes les zones de culture et intégrer l'arachide dans un système d'association de cultures qui a pour avantage, non seulement d'assurer la production mais aussi en tant que légumineuse, d'améliorer et de maintenir la fertilité du sol. Par ailleurs, l'extension des surfaces cultivées vers le Nord-Ouest, le Sud, le Moyen-Ouest et le lac Alaotra, et les potentialités offertes par les différentes zones écologiques favorables de Madagascar imposent un important programme de recherche.

Ce programme est axé principalement sur la recherche des solutions les moins onéreuses, en insistant sur l'utilisation maximale des ressources locales principales et potentielles (fertilisation, variétés, moyens de lutte, etc.).

## Historique et étapes de la recherche

Les premiers travaux sur l'arachide datent de 1928, ils portaient sur une sélection généalogique des six variétés existant alors. Par la suite, des hybrides naturels ont été isolés et étudiés au cours des années 30.

## Références bibliographiques

- ARRAUDEAU, M., 1966. Fiche technique n° 6 : le manioc. Clones conseillés dans la région de Moramanga. Antananarivo, IRAM, 2 p.
- ARRAUDEAU, M., 1987. Bilan de la recherche agricole effectuée à Madagascar avant 1974 en matière d'amélioration des plantes sur les cultures vivrières. Paris, CIRAD, 130 p.
- ARRAUDEAU, M., 1987. Bilan des recherches en matière d'amélioration variétale, plantes vivrières. Paris, CIRAD, 23 p.
- ARRAUDEAU, M. ; CHATEL, M. ; RAMANOELINA, M., 1974. Bilan de l'expérimentation pluriannuelle multilocale sur manioc à Madagascar. Antananarivo, IRAM, 11 p.
- BAUDIN, P., 1988. Phytopathologie à Madagascar. Première partie : Bilan des recherches agronomiques effectuées à Madagascar avant 1974. Paris, CIRAD, 28 p.
- BAUDIN, P., 1988. Phytopathologie à Madagascar. Deuxième partie : Situation actuelle et perspectives d'avenir. Paris, CIRAD, 41 p.
- BRENIERE, J., 1987. Bilan de recherches entomologiques à Madagascar antérieures à 1974 en matière de cultures vivrières et de canne à sucre. Paris, CIRAD, 97 p.
- CHAZZEAU, J. ; GUTIERREZ, J., 1974. Evolution des populations de *Tetranychus neocalédoniens* André (Acariens, *Tetranychidae*) et de trois de ces prédateurs sur manioc dans le sud-ouest de Madagascar. Cahiers ORSTOM. Série Biologie, 25, p. 3-11.
- DADANT, R. ; BAUDIN, P. ; FRITZ, J. ; BARAT, M., 1954. La pourriture du coeur de manioc. Antananarivo, IRAM, p. 79-80.
- DULONG, R., 1970. Le manioc à Madagascar. Antananarivo, IRAM, 65 p.
- DULONG, R., 1971. Le manioc à Madagascar. L'Agronomie Tropicale, 26 (8), p. 804-811.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Rapport annuel 1974. Antananarivo, FOFIFA-DRA, 2 vol., 335 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1987. Bilan de dix ans de recherche du Département de la recherche agronomique, 1975-1985. Antananarivo, DRAAE, 99 p.
- FRAPPA, C., 1938. Les insectes nuisibles au manioc sur pied et aux tubercules de manioc en magasin à Madagascar. Revue de Botanique appliquée (197), p. 17-29.
- FRAPPA, C., 1938. Description de *Bemisia manibotis* n. sp. nuisible au manioc à Madagascar. Bulletin de la Société entomologique de France, 43 (1-2), p. 30-32.
- GUILLOTEAU, S., 1966. Fiche technique n° 8 : Clones de manioc préconisés à Madagascar. Antananarivo, IRAM, 7 p.
- GUILLOTEAU, S., 1967. Fiche technique n° 11. Manioc : hybride 458. Antananarivo, IRAM, 3 p.
- IRAM, 1962. Rapport annuel 1961. Antananarivo, IRAM, 136 p.
- IRAM, 1963. Rapport annuel 1962. Antananarivo, IRAM, 212 p.
- IRAM, 1964. Rapport annuel 1963. Antananarivo, IRAM, 2 vol., 284 p.
- IRAM, 1965. Rapport annuel 1964. Antananarivo, IRAM, 2 vol., 301 p.
- IRAM, 1966. Rapport annuel 1965. Antananarivo, IRAM, 2 vol., 348 p.
- IRAM, 1967. Rapport annuel 1966. Antananarivo, IRAM, 2 vol., 276 p.
- IRAM, 1968. Rapport annuel 1967. Antananarivo, IRAM, 2 vol., 371 p.
- IRAM, 1969. Rapport annuel 1968. Antananarivo, IRAM, 2 vol., 329 p.
- IRAM, 1970. Rapport annuel 1969. Antananarivo, IRAM, 245 p.
- IRAM, 1971. Manioc. In : Rapport annuel 1970. Antananarivo, IRAM, p. 149-151.
- IRAM, 1972. Rapport annuel 1971. Antananarivo, IRAM, 211 p.
- IRAM, 1973. Manioc. In : Rapport annuel 1972. Antananarivo, IRAM, p. 25-27.
- IRAM, 1974. Manioc. In : Rapport annuel 1973. Antananarivo, IRAM, p. 18-21.
- LAVIGNE, R., 1966. Fiche technique n° 7 : Méthode préconisée pour la fabrication du manioc sec dans la région du lac Alaotra. Lac Alaotra, IRAM, 2p.
- RASOLOFO, R. ; RALIARISON, A.V., 1971. Les maladies des cultures à Madagascar de 1961 à 1971. Antananarivo, IRAM, 182 p.
- ROCHE, P., 1987. Bilan de la recherche agricole à Madagascar. Paris, CIRAD, 34 p.

Puis des introductions en provenance de nombreux pays ont été réalisées. Les expérimentations avec les variétés retenues n'ont commencé qu'en 1963 dans cinq provinces, mais les travaux de recherche ont été arrêtés en 1974. La reprise des travaux par le FOFIFA se situe en 1976-1977 et est renforcée à partir de 1981 par des travaux d'amélioration variétale, par des recherches sur les techniques culturales et par la fertilisation dans quelques localités proches d'Antananarivo.

## Résultats acquis

Les recherches ont porté essentiellement sur l'amélioration variétale, l'agronomie et la protection phytosanitaire, mais c'est le premier point qui a fait l'objet des travaux les plus importants.

### Amélioration variétale

Les objectifs de l'amélioration variétale ont été groupés en trois catégories :

- Augmentation des rendements à l'unité de surface.
- Résistance aux maladies : rosette (viroses) et cercosporiose.
- Amélioration du rendement d'huile à l'hectare pour les arachides d'huilerie, et de la qualité de présentation pour l'arachide de bouche.

D'autres objectifs ont été également pris en considération : cycle végétatif ne dépassant pas cent trente jours, résistance à la sécheresse, possibilité de mécanisation.

Tout ceci a nécessité des introductions, des sélections et des hybridations ainsi que des essais multiloaux.

### Introductions et prospections

Les introductions effectuées à partir de dix-sept pays de tous les continents ont permis la constitution en 1974 d'une collection variétale composée de 334 variétés au lac Alaotra. Elles sont réparties en deux groupes, les variétés érigées (la grande majorité), et les variétés rampantes.

A partir de cette collection, des sélections dans le matériel introduit, des croisements naturels et dirigés ont été programmés.

### *Sélection dans le matériel introduit*

Certaines variétés introduites, n'étant pas homogènes, ont nécessité la réalisation de plusieurs cycles de fixation de leurs caractères intéressants,

par exemple Shulamith n° 313 d'Israël, pour l'obtention d'un matériel homogène.

### ***Croisements naturels***

On a détecté dès 1930 que des hybrides issus de croisements libres peuvent se former dans les champs. Par la suite, ces hybrides naturels ainsi que leurs descendances ont été criblés afin de connaître leur performance. Ces études ont conduit à l'isolement, entre autres, de l'hybride 414 qui a été vulgarisé pour son bon rendement.

### ***Hybridations créatrices***

Plusieurs séries d'hybridations ont été effectuées au cours des années 50 et 60. Elles ont utilisé un certain nombre de géniteurs, dont Valencia 247, reconnue pour son excellente qualité. Ces croisements ont donné naissance aux variétés dénommées SA (pour station Alaotra) ; la SA 156 en est un exemple particulièrement remarquable. Ce programme a été conduit en partie en collaboration avec le centre de Bambey au Sénégal, pour les criblages de la résistance à la rosette.

En 1962, sept cent cinquante hybrides étaient en étude, notamment pour ce qui concerne la dormance et l'héritabilité du caractère nombre de graines.

## **Agronomie**

Le programme arachide a fait une place importante à l'expérimentation sur les systèmes de fertilisation en utilisant les ressources locales. Les recherches ont été menées dans le faritany d'Antananarivo.

Les principaux résultats obtenus ont montré que :

- des doses croissantes de N, P, K associées à des ressources locales (poudrette de parc, fumier de ferme et dolomie) ont donné un bon résultat. Dans l'essai phosphore, pour un apport initial de 90 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, les doses d'entretien annuelles de 45 et 90 kg/ha ont permis la production de 30 quintaux de gousses à l'hectare ;
- pour une même fumure initiale de 2 t de dolomie, les doses d'entretien annuelles de 250 et 500 kg de dolomie/ha sont équivalentes ;
- en l'absence de fumier de parc, la fumure minérale doit fournir P et K ainsi que Ca et Mg ;
- sur un sol recevant régulièrement du fumier, l'apport d'hyperreno (150 kg/ha) et de la dolomie (200 kg/ha) en complément de 5 t/ha de poudrette de parc est suffisant ;

– la carence en phosphore se traduit par un fort pourcentage de gousses vides (75 %) tandis que la carence en bore entraîne la nécrose des graines. Le soufre semble être indispensable.

## Protection phytosanitaire

En matière d'entomologie, les ennemis de l'arachide sont peu étudiés à Madagascar. Un inventaire a été réalisé vers les années 60 qui signale l'importance des pucerons : *Aphis cracivora*, vecteur de la rosette, et des termites qui détruisent les gousses en favorisant le développement des aflatoxines.

En phytopathologie, les principales maladies de l'arachide décelées jusqu'à présent sont les suivantes : la pourriture bactérienne, les maladies des taches jaunes, les maladies à sclérotés, la rosette, la panachure, la maladie des bouts noirs, la fonte des semis, la moisissure des gousses et des graines, la pourriture du collet, la pourriture des gousses, l'oïdium et les taches brunes externes des gousses.

La rosette est actuellement la maladie la plus grave à Madagascar. La lutte contre la rosette repose sur la pratique de bonnes techniques culturales (semis précoce et à forte densité) et sur l'utilisation de variétés résistantes. Cette maladie est prise en compte dans la sélection variétale.

La cercosporiose due à *Cercospora arachidicola* n'est pas à négliger. Des moyens de luttés préventifs ont été préconisés (désinfection de semences, nettoyage minutieux de tous les débris végétaux avant plantation, culture de variétés à court cycle végétatif pour les régions où la maladie est assez sévère).

La bactériose, dont les dégâts sont plus importants lorsque le champ est cultivé pendant plusieurs années, s'élimine par amélioration des conditions culturales.

Les autres maladies, telles que les maladies à sclérotés, les taches brunes externes des gousses, ainsi que la pourriture des gousses et des graines due à des moisissures diverses sont limitées par :

- drainage du champ et nettoyage minutieux, et si possible par la pratique d'une rotation culturale ;
- désinfection des semences ;
- triage et désinfection des semences, suivi de buttage et de sarclage.

Néanmoins, les producteurs ont été sensibilisés aux possibilités des semences améliorées, ce qui est un élément favorable pour une extension de la culture.

# Utilisation des résultats et perspectives

## Amélioration variétale

En amélioration variétale, les répercussions socio-économiques sont difficilement quantifiables.

Il semble que l'impact a été réduit malgré un effort important de multiplication de semences de nouvelles variétés et de vulgarisation.

Si l'arachide de bouche a une importance non négligeable, la priorité semble devoir être l'arachide d'huilerie. Dans les deux cas, les thèmes majeurs sont les mêmes : résistance aux maladies, dont la rosette, et une bonne réponse à de faibles intrants.

Outre les introductions à poursuivre en raison des résultats passés, une orientation d'amélioration variétale est nécessaire, mais elle doit être limitée à un nombre de croisements restreints et soigneusement choisis. La dormance, la teneur en huile et la facilité d'arrachage constitueraient les critères de sélection prioritaires.

## Agrotechnie

L'étude sur le système de fumure serait à poursuivre. Par ailleurs, la culture d'arachide serait à introduire dans un système de culture en vue de préserver la fertilité du sol.

## Protection phytosanitaire

En matière d'entomologie, la lutte contre les pucerons vecteurs de maladie constitue une priorité.

Concernant les insectes du sol : impact économique, efficacité de la lutte chimique adaptée contre *Heteronychus* et *Sesamia* en culture de maïs (enrobage des semences) dans le cas d'une succession arachide-maïs.

Contre les défoliatrices : seuils de traitements, contrôle d'efficacité des produits, effets récurrents sur les acariens et les pucerons.

En phytopathologie, des études sur le test de nouvelles formulations de produits de traitements foliaires contre les taches de cercosporiose et de traitements de semences ont fait l'objet d'un programme actuel.

Le test de sensibilité de nouvelles variétés récemment introduites est en cours.

## Références bibliographiques

- ARRAUDEAU, M., 1987. Bilan de recherches agronomiques en matière d'amélioration variétale. Plantes vivrières. Antananarivo, IRAM, 23 p.
- ARRAUDEAU, M., 1987. Bilan de la recherche agricole effectuée à Madagascar avant 1974 en matière d'amélioration des plantes sur les cultures vivrières. Paris, CIRAD, 130 p.
- BAUDIN, P., 1964. Recommandations vulgarisables en matière de défense des cultures à Madagascar. Bulletin de l'IRAM (25), 63 p.
- BAUDIN, P., 1988. Phytopathologie à Madagascar. Première partie. Bilan des recherches agronomiques effectuées à Madagascar avant 1974. Paris, CIRAD, 28 p.
- BAUDIN, P., 1988. Phytopathologie à Madagascar. Deuxième partie : Situation actuelle et perspectives d'avenir, Paris, CIRAD, 41 p.
- BRENIERE, J., 1987. Bilan de recherches entomologiques à Madagascar antérieures à 1974 en matière de cultures vivrières et de canne à sucre. Paris, CIRAD, 97 p.
- BRENIERE, J., 1987. Entomologie des cultures vivrières. Proposition et programmes-Madagascar. Paris, CIRAD, 16 p.
- CIRAD-IRAT, 1987. Bilan de dix ans de recherche du département de la recherche agronomique, 1975-1985. Antananarivo, FOFIFA, 99 p.
- DUBOIS, J., 1965. Procédés de lutte contre les insectes de l'arachide à Madagascar. *In* : Compte rendu. Congrès de protection des cultures tropicales. Marseille, Chambre de commerce et industrie de Marseille, p. 425-427.
- DUFURNET, R., 1953. Situation des travaux sur l'arachide à la station agronomique du Lac Alaotra. Lac Alaotra, IRAM.
- FOFIFA (CENRADERU), [s.d.]. Rapport d'activité annuel. Equipe pluridisciplinaire. Campagne 1987-1988. Antananarivo, FOFIFA.
- FRAPPA, C., 1939. Note sur deux nouvelles chenilles nuisibles à l'arachide à Madagascar. Bulletin Economique de Madagascar (nouv. sér. 17), p. 51-54.
- IRAM, 1962. Rapport annuel 1961. Antananarivo, IRAM, 136 p.
- IRAM, 1963. L'arachide à Madagascar. Etude agronomique. Antananarivo, IRAM, 1,148 p.
- IRAM, 1963. L'arachide à Madagascar. Etude agronomique. *In* : L'arachide à Madagascar. Etude agronomique. Antananarivo, IRAM, 2, p. 157-279.
- IRAM, 1963. Rapport annuel 1962. Antananarivo, IRAM, 212 p.
- IRAM, 1964. Rapport annuel 1963. Antananarivo, IRAM, 284 p.
- IRAM, 1965. Rapport annuel 1964. Antananarivo, IRAM, 301 p.
- IRAM, 1966. Rapport annuel 1965. Antananarivo, IRAM, 348 p.
- IRAM, 1967. Rapport annuel 1966. Antananarivo, IRAM, 276 p.
- IRAM, 1968. Rapport annuel 1967. Antananarivo, IRAM, 371 p.
- IRAM, 1969. Rapport annuel 1968. Antananarivo, IRAM, 329 p.
- IRAM, 1970. Rapport annuel 1969. Antananarivo, IRAM, 245 p.
- IRAM, 1971. Travaux effectués à la station du lac Alaotra. Expérimentation régionale. *In* : Rapport annuel 1970. Antananarivo, IRAM, p. 71-77.
- IRAM, 1972. Rapport annuel 1971. Antananarivo, IRAM, 211 p.
- IRAM, 1973. Arachide. *In* : Rapport annuel 1972. Antananarivo, IRAM, p. 39-44.
- IRAM, 1973. Synthèse des travaux obtenus sur la culture de l'arachide à Madagascar. Antananarivo, IRAM (Document IRAM n° 387).
- IRAM, 1973. Synthèse des essais portant sur l'arachide. Campagne 1972-1973. Saison des pluies. Antananarivo, IRAM.
- IRAM, 1973. Vanille. *In* : Rapport annuel 1972. Antananarivo, IRAM, p. 75-82.
- IRAM, 1974. Arachide. *In* : Rapport annuel 1973. Antananarivo, IRAM, p. 22-25.
- MARQUETTE, J., 1972. Travaux sur l'arachide et le soja. Campagne 1970-1971. Antananarivo, IRAM, 72 p. (Document IRAM n° 324).
- MARQUETTE, J., 1973. Synthèse des résultats obtenus sur la culture de l'arachide à Madagascar. Antananarivo, IRAM, 16 p. (Document IRAM n° 360).
- ROCHE, P., 1987. Bilan de la recherche agricole à Madagascar. Paris, CIRAD, 34 p.

# Le soja

Le soja n'a été cultivé sur de grandes surfaces qu'à partir de 1967, même si quelques variétés avaient déjà été introduites plusieurs années auparavant.

L'objectif national est de produire environ 14 000 tonnes de soja en 1990, en régie et en paysannat, ce qui correspond à 2 500 tonnes d'huile alimentaire. Actuellement, les superficies en cultures sont encore très modestes.

Dans cette optique, la recherche agronomique a un rôle important à jouer pour la définition des techniques améliorées et la mise au point du matériel végétal adéquat pour une augmentation de rendement à l'unité de surface dans les diverses zones favorables à la culture du soja à Madagascar.

## Historique et étapes de la recherche

Les premières opérations de recherche ont débuté en 1967 par la constitution d'une première collection au lac Alaotra. D'autres introductions ont fait suite et ont été testées en plusieurs points de l'île, notamment sur les hauts plateaux. A partir de 1979-1980, des expérimentations agronomiques ont été menées dans le Moyen-Ouest et le Vakinankaratra, et cette culture n'a été inscrite parmi les programmes de recherche permanente du FOFIFA qu'à partir de 1982 où une équipe pluridisciplinaire fut créée.

Jusqu'en 1983, l'intervention de l'équipe soja fut localisée à Betsizaraina, à Ambatobe puis à Ampangabe et dans l'Alaotra et en 1984-1985, la zone d'intervention fut élargie à la région d'Ambatolampy.

## Résultats acquis

Les principaux résultats obtenus intéressent l'amélioration variétale, l'agronomie, l'entomologie et la phytopathologie.

## Amélioration variétale

### Introductions et collections

Les introductions de 104 variétés en 1967, suivies d'autres introductions et de l'élimination d'un certain nombre d'entre elles, amènent à une collection de 117 variétés en 1974.

Cette collection, située au lac Alaotra, fut ensuite maintenue sans être l'objet de travaux jusqu'en 1982.

Depuis 1983, la collection a fait l'objet d'observations plus suivies et constitue une banque de gènes pour les échanges internationaux.

### Essais multilocaux

A partir de 1982, onze variétés ont été implantées dans trois points d'essai sur les hauts plateaux pour étudier leur comportement par rapport à la variété Davis qui a un large spectre d'adaptation écologique. Ces trois points d'essai sont :

- Ambositra ;
- Antsirabe ;
- Ambatolampy.

Les variétés Davis et Acadian ont donné les meilleurs rendements à Ambatolampy. Pour Antsirabe, les variétés suivantes ont donné les meilleurs rendements :

Davis, Acadian, UFV1, HL 5-223, Improved-pellican.

## Agrotechnie

L'objectif essentiel en matière d'agronomie est la mise au point des techniques culturales et de la fertilisation ainsi que du type de rotation culturale à adopter.

Par ailleurs, l'on s'est attaché à rechercher les souches de *Rhizobium* efficaces pour la nutrition azotée du soja.

Les études ont été menées dans les zones suivantes :

- Ambohimandroso ;
- Ambatolampy ;
- Betsizaraina ;
- Ampangabe ;
- Ambatobe.

En matière de fertilisation, les recherches ont montré que l'apport de fumure de redressement en première année de culture ne suffit pas pour couvrir les besoins en éléments nutritifs de la plante pendant trois années de suite. Pour obtenir un rendement élevé, une fumure d'entretien est nécessaire en deuxième année.

L'apport d'engrais simple localisé donne de meilleurs résultats pour l'augmentation de rendement.

Il a été également démontré l'efficacité des engrais organiques locaux : fumier de parc, engrais organico-biologique (EOB), guano, gadoue, qui ont permis d'élever les rendements en graine au-delà de 1t/ha alors que le rendement courant oscillait autour de 700 à 800 kg/ha.

Une culture associée maïs-soja donne un meilleur rendement qu'une culture pure.

L'efficacité des souches locales et importées de *Rhizobium* sur la nutrition azotée de la plante a été étudiée corrélativement avec un apport calco-magnésien. Les premiers résultats ont montré que l'enrobage des semences par la dolomie, soit 30 kg de dolomie tamisée à l'hectare, donne dans tous les cas des rendements comparables à ceux obtenus avec un apport de dolomie à la dose de 2 tonnes à l'hectare.

## Protection phytosanitaire

L'inventaire des principaux ravageurs du soja, en 1982, a montré l'importance des lépidoptères défoliateurs, en particulier de *Vanessa cardin* dont l'étude biologique a été commencée en 1983 pour connaître son mode de vie et son cycle de développement. En vue de mettre au point les méthodes de lutte contre cet insecte, l'inventaire des parasites et prédateurs a été également réalisé : un microhyménoptère parasite d'œuf et un coléoptère parasite de larves de *V. cardin*, actuellement présents dans les plantations de soja des environs d'Antananarivo, d'Ambohimandroso et d'Ambatolampy.

La lutte chimique a été également abordée. On constate que certaines formulations de pyréthrinoïdes sont efficaces contre les larves de cet insecte. Les doses et fréquences d'intervention ont été déterminées.

Une préparation commerciale à base de *Bacillus thuringiensis* s'est montrée également efficace contre tous les stades larvaires de l'insecte.

Il a été également observé qu'une association maïs-soja limite les populations de larves de *Vanessa cardin*.

En matière de maladies, la cercosporiose, qui affecte les feuilles et les gousses de soja, semble être la plus importante.

Une pulvérisation de fongicide à base de cuivre et de zinèbe dès l'apparition de la maladie à la dose de 20 à 25 g de produit commercial pour 10 litres d'eau permet d'enrayer la maladie. Tandis que contre les nématodes à galles, un traitement des semences avec le Furan à la dose de 40 g/kg de semences s'est montré efficace.

L'importance des adventices sur la culture du soja a amené à réaliser des tests de produits herbicides en 1983.

## **Utilisation des résultats et perspectives**

### **Amélioration variétale**

Les introductions doivent être poursuivies pour rechercher des variétés plus performantes et adaptables à d'autres zones écologiques (non encore prospectées).

L'accent doit être mis sur les prospections des variétés résistantes aux maladies.

### **Agronomie**

Les acquis actuels doivent être exploités au maximum. Mais d'autres points doivent être abordés, notamment la définition des formules de fertilisation pour d'autres zones que celles déjà étudiées en vue de l'extension de la culture. D'autre part, l'intégration du soja dans d'autres systèmes de culture que le maïs, tels que le haricot et le riz pluvial, serait à étudier.

### **Protection phytosanitaire**

La mise au point d'une lutte intégrée contre les insectes et les maladies limitera l'utilisation des pesticides. D'autres zones de prospections seront à envisager aussi bien pour les maladies que pour les insectes.

## Références bibliographiques

- ARRAUDEAU, M., 1987. Bilan de la recherche agricole effectuée à Madagascar avant 1974 en matière d'amélioration des plantes sur les cultures vivrières. Paris, CIRAD, 130 p.
- BOURIQUET, G., 1946. Les maladies des plantes cultivées à Madagascar. In : Encyclopédie mycologique, BOURIQUET G. Paris, Lechevalier, 545 p.
- CIRAD-IRAT, 1987. Bilan de dix ans de recherche du Département de la recherche agronomique, 1975-1985. Antananarivo, FOFIFA, 99 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1984. Rapport d'activité et résultat acquis de 1979 à 1983. Equipe pluridisciplinaire. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1984. Rapport d'activités sur le soja. Equipe pluridisciplinaire. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1984. Synthèse des résultats acquis 1979 à 1983. Equipe pluridisciplinaire. Antananarivo, FOFIFA, 8 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1986. Rapport d'activité 1985. Antananarivo, FOFIFA, p.73-81.
- FOFIFA (CENRADERU), 1987. Rapport annuel, Soja. Division de pathologie végétale. Campagne 1985-1986. Antananarivo, FOFIFA, 9 p.
- RASOLOFO, R.; RALIARISON, A.V., 1971. Les maladies des cultures à Madagascar, de 1961 à 1971. Antananarivo, IRAM, 182 p.
- VUONG HUU HAI, 1968. Inoculation des légumineuses. Résultats de l'expérimentation 1968. Antananarivo, IRAM, 12 p. (Document IRAM n° 212).
- VUONG HUU HAI, 1970. Résultats des inoculations bactériennes des légumineuses à Madagascar. Antananarivo, IRAM, 18 p. (Document IRAM n° 232).

# Les légumineuses à graines

Les programmes de recherche concernant les légumineuses à graines ont été et restent très limités et sporadiques par suite de la modeste importance économique de ces produits et faute de demande précise de la part du développement.

Le pois du Cap (*Phaseolus lunatus* ou kabaro), qui est cultivé principalement dans les vallées de l'Onilahy, du Fiherenana, de la Manombo et du Mangoky, soit en culture de décrue, soit en culture irriguée, soit en culture pure ou associée, a fait l'objet de modestes travaux. La production totale de pois du Cap était de 20 000 tonnes en 1970 et un certain courant d'exportation existait. Les autres légumineuses telles que les petits pois, le pois azuki, le *Vigna* et le haricot n'ont pas fait réellement l'objet de recherche.

## Historique et étapes de la recherche

La recherche sur les légumineuses à graines a commencé dans les années 40 avec le programme de prospection et de sélection du pois du Cap.

Au début des années 60, des variétés de petit pois (*Pisum sativum*) furent introduites puis expérimentées en tests de comportement en 1966-1967 dans les régions d'Ambohimandroso-Onive et d'Ambohimanambola-Masindray, deux régions traditionnelles de cultures fort anciennes.

En 1967, quelques variétés de pois azuki (*Vigna angularis*) ont été introduites du Japon.

En 1969, deux variétés américaines de pois du Cap rentrent à Madagascar.

De 1970 à 1972, plusieurs introductions et études de comportements concernant les autres légumineuses alimentaires (américaine ou *Phaseolus radiatus*, voandzou ou *Voandzeia subterranea*, *Vigna unguiculata* ou voanemba, haricot ou *Phaseolus vulgaris*) ont été entreprises.

## Résultats acquis

On dispose actuellement encore, après des prospections locales et des introductions, d'un certain nombre d'espèces en collection à la station du lac Alaotra et de quelques variétés améliorées.

### Prospections et introductions

Celles-ci ont permis la constitution d'une collection de :

- 9 populations de 81 lignées locales et de 2 variétés introduites de pois du Cap ;
- quelques variétés de petits pois introduites dont Masindray et Antsirabe, locales, et Roi des fins verts et Serpettes ;
- 116 variétés rampantes et de 16 variétés érigées de *Vigna* ;
- 37 variétés introduites de haricots.

### Amélioration variétale

En ce qui concerne le pois du Cap, le but de la recherche est d'assurer aux produits une présentation commerciale compatible avec les normes du marché international. Il faut donc parvenir à :

- éliminer des productions, les graines tachées de rouge (mena maso) qui rendent le produit impropre à la commercialisation, en sachant que ces taches anthocyaniques sont un caractère génétiquement dominant ;
- avoir des lignées pures blanches plus productives, à grosses graines

(en sachant aussi que ce caractère est génétiquement double récessif) et résistantes à la sécheresse.

Pour atteindre ces objectifs, il a été pratiqué une sélection en pedigree avec autofécondation contrôlée de souches locales et des essais de comportement.

Dès 1972, des pieds d'élite à graines blanches peu tachées (9 % de jaune brun au cours de la conservation, dont le rendement est de 1,6 t/ha au lieu de 0,6 t/ha pour les variétés traditionnelles) ont été proposés à la vulgarisation.

Pour les petits pois, les variétés à rames Masindray et Antsirabe, les variétés locales et les variétés naines introduites Nain très hâtif d'Anonay et les variétés Roi des fins verts sont retenues.

Pour ce qui est du pois azuki, le rendement peut atteindre 2,6 à 3,7 t/ha avec les variétés introduites mais à condition d'un suivi sanitaire (traitements insecticides) et d'une bonne technique culturale (fertilisation, modes de semis...).

Les tests multilocaux, démarrés en 1972-1974 pour les autres légumineuses à graines, ont été abandonnés.

## **Protection phytosanitaire**

Les travaux ont porté essentiellement sur le haricot, et les principales maladies inventoriées sont :

- l'antracnose ;
- la rouille ;
- le flétrissement bactérien ;
- la tache brune des tiges ;
- la pourriture molle des tiges ;
- la cercosporiose.

Des études ont été faites pour trouver des moyens de lutte contre les maladies, et des mesures préventives ont été préconisées pour chaque maladie.

- Contre la rouille : pulvérisation foliaire de fongicide (30 g de Cuprosan + 5 cc d'adhésol à diluer dans 10 l d'eau) ; cadence de traitement, toutes les semaines.
- Contre l'antracnose : pulvérisation d'un mélange de 20 g de manèbe + 10 cc d'adhésol à diluer dans 10 l d'eau ou de Dithane M 45 ou M 22.
- Contre l'alternariose : désinfection des semences avant semis.

## Utilisation des résultats et perspectives

Les travaux de sélection du pois du Cap ont abouti à des clones à graines blanches apparemment stables, qu'il convient d'entretenir régulièrement. La recherche doit pouvoir fournir suffisamment de semences pour maintenir la pureté génétique des créations vulgarisées.

Pour les autres légumineuses, aucun résultat n'est passé en vulgarisation.

On constate que les légumineuses à graines ne semblent pas devoir être un programme prioritaire au FOFIFA jusqu'à présent puisqu'il n'y a pas de demande claire de la part des services de développement.

De plus, aucun programme n'a été mené à terme concernant ces types de cultures vivrières.

Il semble donc logique de ne demander au FOFIFA qu'un simple maintien des collections avec introductions éventuelles, le cas échéant. Les deux espèces à mettre en priorité sont, compte tenu de leur impact socio-économique régional, le pois du Cap (Toliary) et le haricot (Alaotra).

## Références bibliographiques

- ARRAUDEAU, M., 1987. Bilan de la recherche agricole effectuée à Madagascar avant 1974 en matière d'amélioration des plantes sur les cultures vivrières. Paris, CIRAD, 130 p.
- ARRAUDEAU, M., 1987. Bilan des recherches en matière d'amélioration variétale : plantes vivrières. Madagascar. Paris, CIRAD, 23 p.
- BAUDIN, P., 1964. Recommandations vulgarisables en matière de défense de culture. Antananarivo, IRAM, 63 p. (Document IRAM n° 25).
- BAUDIN, P., 1988. Phytopathologie à Madagascar. Première partie : Bilan des recherches agronomiques effectuées à Madagascar avant 1974. Paris, CIRAD, 28 p.
- BOURIQUET, G., 1946. Les maladies des plantes cultivées à Madagascar. *In* : Encyclopédie mycologique, BOURIQUET G. Paris, Lechevalier, 545 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Travaux effectués sur le pois du Cap. Campagne 1973-1974. *In* : Rapport annuel 1974. Antananarivo, FOFIFA, 1, p. 168-191.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Collections diverses (Soja - Vigna - Haricot - Arachide). Pois du Cap. *In* : Rapport annuel 1974. Antananarivo, FOFIFA, 2, p. 5-6.
- FOFIFA (CENRADERU), 1976. Rapport annuel 1975. Antananarivo, FOFIFA, 329 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1977. Rapport annuel 1976. Tomes I et II. Antananarivo, FOFIFA, 416 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1978. Rapport annuel 1977. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1986. Rapport annuel 1985. Antananarivo, FOFIFA, 141 p.
- CIRAD, 1988. Phytopathologie à Madagascar. Deuxième partie : Situation actuelle et perspectives d'avenir. Paris, CIRAD, 41 p.
- IRAM, 1968. Rapport annuel 1967. Tomes I et III. Antananarivo, IRAM, 371 p.
- IRAM, 1969. Rapport annuel 1968. Tomes I et II. Antananarivo, IRAM, 329 p.
- IRAM, 1970. Rapport annuel 1969. Antananarivo, IRAM, 245 p.
- IRAM, 1971. Pois du Cap. *In* : Rapport annuel 1970. Antananarivo, IRAM, p.147-148.
- IRAM, 1971. Soja. *In* : Rapport annuel 1970. Antananarivo, IRAM, p. 78-80.
- IRAM, 1971. Arachide. *In* : Rapport annuel 1970. Antananarivo, IRAM, p. 71-77.
- IRAM, 1972. Rapport annuel 1971. Antananarivo, IRAM, 211 p.
- IRAM, 1973. Arachide. *In* : Rapport annuel 1972. Antananarivo, IRAM, p. 39-44.
- IRAM, 1973. Pois du Cap. *In* : Rapport annuel 1972. Antananarivo, IRAM, p.47-54.
- IRAM, 1973. Soja. *In* : Rapport annuel 1972. Antananarivo, IRAM, p. 45-46.
- IRAM, 1974. Arachide. *In* : Rapport annuel 1973. Antananarivo, IRAM, p. 22-25.
- IRAM, 1974. Pois du Cap. *In* : Rapport annuel 1973. Antananarivo, IRAM, 32 p.
- IRAM, 1974. Haricot. Voanemba. Soja. Pois azuki. *In* : Rapport annuel 1973. Antananarivo, IRAM, p. 38-44.
- RANDRIAMBELOSON, D., 1973. Recherches de variétés de haricot résistantes à l'anthracnose à Tananarive. Mémoire (ingénieur en techniques agricoles). Antananarivo, Université de Madagascar, 39 p.
- RASOLOFO, R. ; RALIARISON, A.V., 1971. Maladies des cultures à Madagascar : 1961 à 1971. Antananarivo, IRAM, 182 p.
- VUONG HUU HAI ; ANDRIAMANANTENA, S., 1968. Inoculation des légumineuses. Résultats de l'expérimentation en 1968. Antananarivo, IRAM, 12 p. (Document IRAM n° 212).

# Le sorgho

Le sorgho constitue la principale ressource alimentaire dans les régions côtières d'extrême Sud.

Sa production oscillait autour de 6 000 tonnes dans les années 60. Sa culture est très localisée à la bande côtière. Elle constitue, dans cette région où les récoltes sont très variables et aléatoires d'une année à l'autre, la principale culture alimentaire des zones sableuses. Son extension dans les parties nord du sud de Madagascar, afin de compléter les autres cultures vivrières souvent très aléatoires, pourrait être envisagée. L'augmentation et la stabilité des rendements constituent les objectifs principaux de la recherche.

## Historique et étapes de la recherche

Le programme de recherche a débuté en 1962 par des prospections locales et des introductions. Puis la recherche s'est limitée à des programmes d'adaptation et d'introduction ou de sélections locales jusqu'en 1974. Au-delà de 1974, aucun programme n'a été réalisé au sein du FOFIFA.

## Résultats acquis

Les quelques travaux de recherche entrepris jusqu'en 1974 intéressaient l'amélioration variétale et la protection phytosanitaire.

---

## **Amélioration variétale**

L'objectif est l'amélioration et la stabilité des rendements par la recherche de variétés précoces, peu sensibles à la verse et résistantes à la cécidomyie (*Contarinia sorghicola*). Les programmes ont porté sur les introductions, les sélections locales, les essais variétaux et les prémultiplications semencières. Les expérimentations ont été menées à Toliary et au lac Alaotra.

### **Introductions**

La collection regroupait 171 variétés en 1962, 221 en 1965 pour n'en compter que 20 en 1974 par suite de l'élimination de nombreuses formes inadaptées. Les variétés les plus intéressantes sont : Akol 2 et Bazai 2.

### **Sélections locales**

A la suite de prospections locales, trois groupes de sorgho ont été retenus qui sont les suivants :

- Ampembabe, qui ont les meilleurs grains : une forme ;
- Sea-sea, les plus précoces : dix formes ;
- Maindinimainty, les plus résistants à la sécheresse : cinq formes ;
- Jago, les plus tardifs, sont éliminés pour cette raison.

Seuls Sea-sea et Maindinimainty ont été prospectés et suivis en sélection de façon détaillée en raison de leur plus grand intérêt et de l'extension de leur culture.

Les sélections ont d'abord été effectuées avec choix des types les plus représentatifs, puis par sélection pedigree avec autofécondation, en raison de l'allogamie partielle, dans les meilleures souches retenues.

### **Essais variétaux**

Les essais variétaux ont été conduits exclusivement à Ambovombe, site très sélectif et représentatif de l'extrême Sud malgache. Erakoky et Sampona ont été les deux autres sites retenus, proches d'Ambovombe.

### **Prémultiplications semencières**

Elles ont été réalisées à partir des souches maintenues en collection au lac Alaotra et qui ont donné les meilleurs rendements.

Les résultats obtenus datent de 1972 et ont donné quatre variétés dont le cycle varie de cent dix à cent soixante-dix jours avec un rendement de 1,35 t/ha à 2,82 t/ha. La variété Akol est la plus productive.

Elle est, en outre, la plus résistante à la verse, à la sécheresse et à la cécidomyie, et la plus précoce par rapport au témoin local : Beyolo.

## **Protection phytosanitaire**

Très peu d'études ont été menées sur le sorgho.

En entomologie, l'inventaire des principaux ravageurs en 1972 fut réalisé en vue d'évaluer leur importance économique et leur impact sur le rendement.

Les régions concernées ont été : Morondava, Ambovombe. Il a été indiqué l'importance de la cécidomyie (*Contarinia sorghicola*) et *Atherigona indica*.

Les charbons sont les principales maladies rencontrées sur le sorgho. Deux champignons en sont les responsables : *Ustilago sorghi* et *Ustilago reilianium* syn. *Sphacelotheca reiliana*.

La lutte contre les charbons consiste en mesures prophylactiques ainsi qu'en pratiques culturales appropriées.

## **Utilisation des résultats et perspectives**

### **Amélioration variétale**

Les variétés furent mises au point en 1972, et les premières multiplications faites en 1974. Ces variétés donnent de bons rendements et peuvent être utilisées pour une extension rapide dans d'autres zones. Parmi ces variétés, deux sont à maintenir : Akol 2 et Bazai 2, dont l'extension nécessite un relais de multiplication par les organismes compétents intéressés et un encadrement paysannal au niveau des cultivateurs pilotes. Aucune vulgarisation n'a été réalisée et, de ce fait, aucun impact sur le développement n'a été signalé. Dans l'avenir, compte tenu de l'intérêt limité du sorgho, les recherches devraient consister en simples introductions sans relance du programme.

### **Protection phytosanitaire**

En entomologie, l'impact économique des ravageurs du sorgho demeure inconnu ; une enquête approfondie serait indispensable, notamment

concernant *Contarinia sorghicola* et *Atherigona indica* qui seraient responsables d'importants dégâts dans d'autres pays, comme l'Inde.

Le sorgho est une plante intéressante au point de vue de la phytopathologie car elle peut être un hôte réservoir ou un hôte intermédiaire pour les pathogènes et autres graminées cultivées (comme la canne à sucre, le riz, le maïs...). Il est utilisé comme plante test de laboratoire et de serre.

## Références bibliographiques

- BOURIQUET, G., 1938. A list of parasite and diseases of cultivated plants. Plant Protection Bulletin.
- BOURIQUET, G., 1946. Les maladies des plantes cultivées à Madagascar. *In* : Encyclopédie mycologique, BOURIQUET G. Paris, Lechevalier, 545 p.
- DADANT, R. ; RASOLOFO, R. ; BAUDIN, P., 1961. Liste des maladies des plantes cultivées à Madagascar. Antananarivo, IRAM, 94 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Rapport annuel 1974. Tome II. Antananarivo, FOFIFA, 144 p.
- IRAM, 1963. Rapport annuel 1962. Antananarivo, IRAM, 212 p.
- IRAM, 1964. Rapport annuel 1963. Antananarivo, IRAM, 284 p.
- IRAM, 1965. Rapport annuel 1964. Antananarivo, IRAM, 301 p.
- IRAM, 1966. Rapport annuel 1965. Antananarivo, IRAM, 348 p.
- IRAM, 1967. Rapport annuel 1966. Antananarivo, IRAM, 276 p.
- IRAM, 1968. Rapport annuel 1967. Antananarivo, IRAM, 371 p.
- IRAM, 1969. Rapport annuel 1968. Antananarivo, IRAM, 329 p.
- IRAM, 1970. Rapport annuel 1969. Antananarivo, IRAM, 245 p.
- IRAM, 1971. Sorgho. *In* : Rapport annuel 1970. Antananarivo, IRAM, p. 164-166.
- IRAM, 1972. Rapport annuel 1971. Antananarivo, IRAM, 211 p.
- IRAM, 1973. Sorgho. *In* : Rapport annuel 1972. Antananarivo, IRAM, p. 62-63.
- IRAM, 1974. Sorgho. *In* : Rapport annuel 1973. Antananarivo, IRAM, p. 31.

# Le blé

Le blé n'a, jusqu'à une période récente, fait l'objet que de très peu de recherches agronomiques en raison de la très faible extension des cultures.

Mais les importations grandissantes de farine (25 000 tonnes), correspondant à un accroissement de la consommation de pain et à la présence d'une minoterie à Andranomanelatra (Antsirabe), justifient que l'on s'efforce d'assurer une production sur place. La production escomptée en 1990 est de 10 000 tonnes.

La recherche vise à promouvoir la culture du blé par la mise au point de variétés performantes et adaptées aux conditions de milieu ainsi que la mise au point des techniques de culture et de fertilisation, principalement dans la région d'Antsirabe.

## Historique et étapes de la recherche

L'introduction et le test de comportement des variétés européennes n'a commencé que vers les années 50 et 60, complétés en 1969 par les variétés modernes. Mais le programme de recherche blé n'a été effectué par le FOFIFA qu'en 1977-1978 en culture pluviale dans la région du Vakinankaratra.

Puis en mars 1979, grâce à une convention signée avec la Caisse centrale de coopération économique, un programme expérimental pour le développement de la culture du blé à Madagascar concernant la culture

---

en saison sèche et l'exploration des possibilités de culture en contre-saison fut entamé pour une durée de deux ans.

A la fin de 1985, la recherche a été entièrement confiée à la FIFAMANOR (organisme malgacho-norvégien pour le développement de la culture et de l'élevage), qui travaille essentiellement sur l'amélioration variétale en relation avec le CIMMYT (Mexico).

Seuls les travaux de maintien des variétés en collection se poursuivent à la station FOFIFA du lac Alaotra.

## Résultats acquis

Les expérimentations réalisées ont surtout intéressé l'amélioration variétale et l'agronomie.

### Amélioration variétale

L'objectif est la mise à la disposition de producteurs particuliers ou de groupements de producteurs du matériel végétal tolérant aux contraintes de l'environnement, tant physiques (climat et sol) que biologiques (maladies et parasites), permettant une production de qualité adaptée aux besoins des utilisateurs.

Deux gammes de variétés sont nécessaires : l'une pour les régions d'altitude en culture pluviale (zone des hauts plateaux), l'autre pour la culture de contre-saison en irrigué (lac Alaotra, Mahajanga, Toliary).

Les opérations de recherche en amélioration variétale comprennent les introductions, les criblages variétaux et les essais de comportement régionaux.

#### Introductions

Les origines variétales sont peu diversifiées.

Les variétés proviennent soit d'Afrique du Nord, soit du CIMMYT (à partir de 1969). La collection variétale de blé est basée au lac Alaotra et comporte 464 variétés.

#### Criblage variétal et essais variétaux

A la fin des années 60, FIFAMANOR a pris en charge une partie du criblage et des essais. Après une première multiplication, les variétés font

l'objet d'étude de comportement en station, puis sont placées en collection d'études où le criblage est réalisé selon le cycle, la résistance aux maladies et les qualités technologiques. A la suite de ces criblages, les variétés intéressantes sont retenues après deux ou trois cycles.

Les résultats obtenus en 1969 et concernant la région des hauts plateaux ont donné des variétés productives parmi les introductions anciennes : Florence - Aurore, *Pusa mentana*, Ariana. Mais ces variétés se révélant de plus en plus sensibles aux rouilles à la fin des années 60, les nouvelles introductions ont permis de définir d'autres variétés plus performantes.

Ce sont, notamment :

- En saison, Romany, Catches, Tobari 66, donnant des rendements variant de 2,5 à 3 t/ha.
- En contre-saison, non irriguée :
  - pour la région d'Antananarivo, Pitic 62, Super x, Tama et Nainari ;
  - pour le lac Alaotra, Pitic 62 ;
  - pour Analavory-Itasy, des rendements faibles ont été enregistrés en raison de l'alimentation hydrique insuffisante, de même à Toliary.
- En culture de contre-saison de décrue et irriguée, les variétés suivantes ont donné de bons rendements : Super x, Pitic 62, Romany, IBWSN 108, 114, 86, 83, lac 38, FIFA 895, CNT 7, Las 63.

Globalement, l'objectif de rendement est satisfaisant si on le compare à celui d'autres pays, à condition de suivre des techniques culturales judicieuses et efficaces.

## Agrotechnie

Les expérimentations ont porté, d'une part, sur la mise au point des techniques culturales et, d'autre part, sur la fertilisation suivant les types de sols :

- sols ferrallitiques et volcaniques en blé de saison ;
- sols hydromorphes en blé de contre-saison.

Ces essais ont permis de mettre en évidence que, pour le blé de saison, le choix du site de culture est déterminant. La fertilisation à adopter est soit une fertilisation de redressement, avec un apport de 135 N - 300 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 300 K<sub>2</sub>O + 2 t/ha de dolomie + 5 t/ha de fumier, soit plus progressive, avec 135 N - 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 60 K<sub>2</sub>O + 500 kg/ha de dolomie + 5 t/ha de fumier.

La préparation du sol permettant un enracinement profond favorise la nutrition du blé.

La date de semis a un rôle déterminant.

Elle est fixée à la première quinzaine de mai pour les hauts plateaux.

En culture irriguée, à Toliary, la rotation coton-maïs-blé semble réalisable. La culture du blé se comporte bien sur les sols riches des alluvions du Fiherenana où un semis précoce est indiqué (début mai).

En culture de décrue, à Mahajanga, la date de semis théorique est entre le 5 et le 20 avril.

## **Protection phytosanitaire**

Quatre types de maladies attaquent le blé à Madagascar. Les plus graves sont les rouilles : la rouille noire, la rouille brune et la rouille jaune.

Les autres maladies sont le charbon, l'helminthosporiose et la fusariose.

Les moyens de lutte consistent surtout dans l'utilisation de variétés résistantes.

Des études de distribution de souches virulentes de rouille pour le blé d'hiver et de printemps ont été menées à Arivonimamo en collaboration avec des organismes internationaux, en particulier, l'Institut Voor Plantenziektenkundig Onderzoek (Research Institute for Plant Protection).

## **Utilisation des résultats et perspectives**

Les retombées sont modestes sauf autour d'Antsirabe. Les recherches sont actuellement confiées à la FIFAMANOR, dont l'unité de recherche qui contribue à la fois à la recherche et à la vulgarisation en liaison avec le CIMMYT. Leur objectif principal est l'amélioration variétale et la sélection des lignées résistantes à la rouille noire et aux sols acides.

Pour réaliser cette sélection, on s'appuie sur les essais internationaux fournis par le CIMMYT. La FIFAMANOR possède d'autre part, en collection, 2 500 lignées de blé. On recherche principalement des géniteurs pour la résistance à la rouille noire (*Puccinia graminis* sp. *tritici*) et on teste la tolérance à l'acidité sur oxisol vierge. Le groupe Elite A1 est le plus prometteur. Par ailleurs, la station Mimosa de la

FIFAMANOR produit des semences de base et fournit aux paysans semenciers le matériel à multiplier avec les intrants exogènes nécessaires.

Les besoins exprimés par FIFAMANOR en matière de recherche agronomique portent sur les études de chaulage et d'amendement en fonction des types de sol, sur la production et la meilleure utilisation de fumier de ferme ainsi que sur la place du blé dans les systèmes de production en rizière, sur tanety (thème de recherche important pour le FOFIFA).

## Références bibliographiques

- ARRAUDEAU, M., 1987. Bilan de la recherche agricole effectuée à Madagascar avant 1974 en matière d'amélioration des plantes sur les cultures vivrières. Paris, CIRAD, 130 p.
- ARRAUDEAU, M. ; DECHANET, R., 1962. Recherche sur blé, orge, avoine à la station agronomique du lac Alaotra. Antananarivo, IRAM, 33 p.
- BAUDIN, P., 1988. Phytopathologie à Madagascar. Première partie. Bilan des recherches agronomiques effectuées à Madagascar avant 1974. Paris, CIRAD, 28 p.
- BAUDIN, P., 1988. Phytopathologie à Madagascar. Deuxième partie. Situation actuelle et perspectives d'avenir. Paris, CIRAD, 41 p.
- BOURIQUET, G., 1946. Les maladies des plantes cultivées à Madagascar. *In* : Encyclopédie mycologique, BOURIQUET G. Paris, Lechevalier, 545 p.
- CELTON, J. ; MARQUETTE, J. ; VELLY, J., 1972. Expérimentation menée sur le blé en 1971. Antananarivo, IRAM, 29 p. (Document IRAM n° 314).
- CORE, J.Y., 1973. Plaine de Morondava : résultats des travaux de la saison des pluies 1972-1973 et notes de synthèse de quatre années d'expérimentation. Antananarivo, IRAM, 43 p.
- CORE, J.Y. ; DOBOS, A., 1973. Rapport de campagne de contre-saison 1972 pour la SOMALAC. Antananarivo, IRAM, p. 29-37.
- DECHANET, R., 1964. Résultats obtenus sur blé, orge, avoine à la station agronomique d'Alaotra, année 1963-1964. Programme des travaux pour l'année 1965. Antananarivo, IRAM, 7 p.
- DECHANET, R., 1965. Résultats des recherches entreprises sur le blé, l'orge et l'avoine à Antsirabe. Année 1964. Programme des travaux pour l'année 1965. Antananarivo, IRAM, 15 p.
- DECHANET, R., 1966. Résultats des recherches entreprises sur blé, orge, avoine à Antsirabe- Betafo, année 1965. Programme des travaux pour l'année 1966. Antananarivo, IRAM, 10 p.
- DECHANET, R., 1968. Note sur les travaux effectués sur blé, orge et avoine à la station agronomique Alaotra. Campagne 1966-1967. Antananarivo, IRAM, 18 p.
- DOBOS, A., 1974. Expérimentation agronomique et diversification des cultures. Rapport de campagne contre-saison 1973. SOMALAC. Antananarivo, IRAT, p. 34-65.
- DOBOS, A., 1975. Expérimentation agronomique et diversification des cultures. Rapport de campagne, contre-saison 1974. SOMALAC. Antananarivo, IRAT (Document IRAT n° 8).
- DOBOS, A., 1976. Expérimentation agronomique et diversification des cultures. Rapport de contre-saison 1975. SOMALAC. Antananarivo, IRAT, p. 24-35. (Document IRAT n° 10).
- FOFIFA (CENRADERU), 1987. Bilan de dix ans de recherche du département de recherches agronomiques, 1975-1985. Antananarivo, FOFIFA, 99 p.
- FRITZ, J., 1953. Travaux sur le blé à la station agronomique du lac Alaotra. *In* : Compte rendu de recherches agronomiques de Madagascar. Antananarivo, IRAM, p. 114-116.
- IRAM, 1964. Résultats généraux d'expérimentation 1961-1962. Antananarivo, IRAM.
- IRAM, 1964. Recommandations vulgarisables en matière de défense des cultures à Madagascar. Antananarivo, IRAM, 60 p. (Document IRAM n° 12).
- IRAM, 1968. Blé. *In* : Rapport annuel 1967. Antananarivo, IRAM, p. 211-213.
- IRAM, 1969. Blé. *In* : Rapport annuel 1968. Antananarivo, IRAM, p. 223-229.
- IRAM, 1970. Blé. *In* : Rapport annuel 1969. Antananarivo, IRAM, p. 182-183.
- IRAM, 1971. Blé. *In* : Rapport annuel 1970. Antananarivo, IRAM, p. 219-220.
- IRAM, 1972. Blé. *In* : Rapport annuel 1971. Antananarivo, IRAM, p. 118-136.
- IRAM, 1973. Blé. *In* : Rapport annuel 1972. Antananarivo, IRAM, p. 55-58.
- IRAM, 1974. Blé. *In* : Rapport annuel 1973. Antananarivo, IRAM, p. 77-79.
- IRAM, 1979. Recherche agronomique sur la culture du blé à Madagascar. Rapport de mission, 28 mars-13 avril. Antananarivo, IRAM.

- MARQUETTE, J., 1972. Plaine de Morondava. Expérimentation agronomique. Résultats des travaux effectués au cours de la saison sèche 1972. Antananarivo, IRAM, 25 p. (Document IRAM n° 355).
- RASOLOFO ; BAUDIN, P., 1971. Les maladies des cultures à Madagascar de 1961 à 1971. Antananarivo, IRAM, 182 p.
- RASOLOFO ; RALIARISON, A.V., 1961. Les maladies des cultures à Madagascar. Antananarivo, IRAM.
- ROCHE, P., 1987. Bilan de recherche agricole à Madagascar. Paris, CIRAD, 34 p.
- VELLY, J. ; CELTON, J. ; MARQUETTE, J., 1971. Compte rendu des essais agronomiques. Convention développement agricole des hauts plateaux de Tananarive et du Moyen-Ouest. Antananarivo, IRAM, 55 p. (Document IRAM n° 309).
- VELLY, J. ; CELTON, J. ; MARQUETTE, J., 1972. Rapport de synthèse. Convention développement agricole des hauts plateaux de Madagascar et du Moyen-Ouest. Antananarivo, IRAM, 8 p. (Document IRAM n° 353).
- VELLY, J. ; CELTON, J. ; MARQUETTE, J., 1972. Développement agricole des hauts plateaux de Tananarive et du Moyen-Ouest. Essais agronomiques 1971-1972. Antananarivo, IRAM, 45 p. (Document IRAM n° 351).
- VELLY, J. ; CELTON, J. ; MARQUETTE, J., 1973. Expérimentation menée sur le blé en 1972. Antananarivo, IRAM, 37 p. (Document IRAM n° 358).
- VELLY, J. ; CELTON, J. ; MARQUETTE, J., 1973. Les possibilités de double culture annuelle en rizière sur les hauts plateaux de Madagascar. Antananarivo, IRAM, 19 p. (Document IRAM n° 369).
- VELLY, J. ; CELTON, J. ; OLIVIER, R. ; DAMOUR, M. ; NGO CHAN BANG, 1972. Etude de la carence en bore sur le blé. Essai en serre d'interaction bore-carbonate de calcium sur trois sols hydromorphes des hautes terres malgaches. Antananarivo, IRAM, 24 p. (Document IRAM n° 34).

# Le cotonnier

La recherche cotonnière a pour objectif essentiel la mise au point des techniques devant permettre la mise en place d'une industrie textile malgache, et ainsi la diminution de l'importation des tissus et la création d'un courant d'exportation, source de devises.

A l'heure actuelle, la capacité théorique des filatures nationales (SOTEMA, SUMATEX, FANAVOTANA) est de 20 000 tonnes de fibres, soit 55 000 tonnes environ de coton graines.

La production nationale est actuellement d'environ 15 000 tonnes de coton-fibre, soit 40 000 tonnes de coton-graine. Son augmentation, qui est donc nécessaire pour rentabiliser l'outil industriel en place, doit être envisagée en tenant compte de la répartition géographique des industries textiles :

- Nord-Ouest : 6 500 tonnes de fibres.
- Sud-Ouest : 13 500 tonnes de fibres.

Durant ces vingt dernières années, l'évolution de la culture cotonnière s'est caractérisée par une augmentation considérable des superficies (de 3 000 ha en 1965 à 32 000 ha en 1985) et la variation des rendements, qui passent de 1 600 kg/ha pour la période de 1965 à 1970 à 1 400 kg/ha pour la période de 1981 à 1985, après avoir été de 2 000 kg/ha pour la période de 1971 à 1975.

La culture intensive (culture de décrue dans le Nord-Ouest, culture irriguée dans le Sud-Ouest) décroît en importance relative de 1975 à 1985 à l'avantage de la culture pluviale qui, en 1985, représente presque la moitié des surfaces et 30 % de la production.

Parallèlement, le centre de gravité de la culture cotonnière se déplace vers le Sud-Ouest.

## Historique et étapes de la recherche

Si la présence des premiers cotonniers introduits est signalée dès avant 1900, la première station fut créée à Marovoay en 1904, où furent testées des variétés américaines et égyptiennes.

Très rapidement, le parasitisme apparaît comme le principal facteur limitant l'extension de la culture.

A partir de 1950, l'IRCT entreprit des prospections pédologiques pour déterminer les différentes zones favorables à cette culture, et après des expérimentations conduites dans les années 50, trois types de culture possibles furent définis :

- pluviale ;
- irriguée ;
- de décrue.

Les problèmes phytosanitaires furent abordés avec succès de 1956 à 1957. A partir de 1960, les équipes de recherche du Nord-Ouest (Majunga) et du Sud-Ouest (Toliary) réalisèrent, jusqu'en 1974, des recherches dans le domaine de la sélection, de l'agronomie et de la lutte contre les parasites destinées à préciser les normes techniques dans les trois types de culture. Il faut noter que la recherche a bénéficié durant cette période d'une certaine aisance budgétaire qui n'était pas sans liaison avec les cours mondiaux du coton, alors assez élevés.

Le FOFIFA prit la relève de l'IRCT en 1976 sur les stations Nord-Ouest et Sud-Ouest avec des moyens diminués, et s'efforça de poursuivre partiellement les programmes concernant la génétique, la lutte contre le parasitisme et l'agronomie.

Depuis 1983, une convention passée avec HASYMA a permis au FOFIFA de poursuivre les actions de recherche en périmètres irrigués (Fiherenana, Mangoky) et cultures de décrue concernant :

- l'introduction de nouvelles espèces ;
- l'alimentation minérale en zone de décrue et en zone irriguée ;
- la fertilisation en zone irriguée du Fiherenana et du Mangoky ;
- la lutte contre les ravageurs (essais de nouveaux produits pour prévenir d'éventuelles accoutumances des insectes vis-à-vis des insecticides vulgarisés) ;

– l'inventaire qualitatif et quantitatif de la faune du cotonnier par l'installation de pièges lumineux, ce qui permet de suivre l'évolution et la pullulation des populations de parasites.

## Résultats acquis

Les résultats acquis intéressent l'agronomie, la recherche variétale et la lutte contre le parasitisme. Ils sont plus ou moins importants selon les types de culture.

### Amélioration variétale et génétique

L'amélioration de la productivité et de la technologie des fibres comme la résolution de certains problèmes liés au parasitisme du cotonnier figurent parmi les objectifs des programmes variétaux. Les principaux thèmes abordés dans ce domaine concernent :

- l'introduction, la sélection et la création des variétés ;
- le maintien et l'entretien de la collection ;
- la détermination des variétés les plus adaptées aux différentes régions et aux différents modes de culture (variétés destinées aux milieux irrigués du Sud-Ouest, aux cultures de décrue du Nord-Ouest et de l'Ouest et aux zones de culture pluviale) ;
- l'expérimentation et la sélection variétale visant à rechercher des variétés performantes et résistantes (tolérantes) aux principales maladies du cotonnier (bactériose pour les cultures irriguées, ramulariose et verticilliose pour les deux autres types de culture) ;
- l'amélioration du rendement à l'égrenage et, pour les cultures de décrue particulièrement, l'obtention d'une bonne maturité et d'une finesse micronaire satisfaisante.

Les travaux de recherche entrepris en station et en essais multilocaux aboutirent aux diffusions successives des variétés suivantes, classées par type de culture et par région.

#### Culture irriguée

Dans le Sud-Ouest (bas Mangoky, région de Toliary), sont vulgarisées :

- Stoneville 2B en 1953, soie moyenne américaine, de cycle court, assez plastique, dont le rendement à l'égrenage doit être amélioré.
- Acala 4-42 en 1956, caractérisée par un plus fort rendement à l'égrenage, une meilleure ténacité, une plus grande finesse micronaire et un rendement supérieur.

- Acala 1517-C en 1965, avec de longues soies, une productivité améliorée et une meilleure ténacité.
- A partir de 1957, les problèmes de bactériose amènent à recourir à Acala 1517-BR, qui résiste à la race I de *Xanthomonas malvacearum* (bactériose), mais cette variété est sensible à la verticilliose.
- Acala 1517-BR-SMP, en 1968, une sélection d'Acala 1517-BR, la remplace en 1973. Elle apporte une nette amélioration de la productivité, mais n'est pas assez résistante à la bactériose ;
- Samir 730 (1517-C x Reba T.K.1 avec retour sur Acala 1517-C et sur Acala 4-42) plus tolérante à la bactériose, est vulgarisée en 1973 en même temps qu'Acala SJ.1, très productive, à fibres de bonne qualité et tolérante à la verticilliose.

### **Culture de décrue (baiboho en particulier)**

Comme dans toutes les régions de culture de coton à Madagascar, la première variété vulgarisée fut Stoneville 2B à partir de 1955.

Acala 1517-C, de très bonne longueur de soie, prend la relève en 1965.

Acala SJ.1, qui est très productive (rendement de 7 % supérieur à celui d'Acala 1517-C), est utilisée depuis 1973-1974.

### **Culture pluviale**

Les variétés vulgarisées, tant dans le Sud-Ouest (régions de Toliary, d'Ihosy et du moyen Fiherenana) que dans le Nord-Ouest, ont été, successivement :

- Stoneville 2B, à partir de 1957 ;
- remplacée en 1967 par Stoneville 7.A (647), qui a un meilleur rendement ;
- puis SMP.68 et SMP.69, deux résélections de Stoneville 7.A (647), apportèrent une meilleure qualité technologique en ténacité, allongement et rendement à l'égrenage ;
- en 1973, Stoneville 7.A « 702 », de meilleure productivité et plus précoce, mais malheureusement sensible à la verticilliose et à la ramulariose, est vulgarisée jusqu'en 1976.

Dans le même temps, Acala SJ.1 est cultivée, dans le Nord-Ouest surtout ; puis SB 72610, apporte une amélioration quant à la longueur de fibre, mais est malheureusement sensible à la ramulariose.

En matière d'amélioration variétale, il faut noter que si un certain effort a pu être maintenu pour la recherche en station, les recherches en réseaux d'essais multilocaux, nécessaires pour la confirmation des résultats obtenus, n'ont pu être menées.

Les variétés actuellement vulgarisées demeurent celles définies en 1974.

## Agronomie

Les recherches en agronomie sont axées sur les thèmes suivants :

- types de culture et analyses des caractéristiques physiques des sols ;
- conduite des irrigations ;
- fertilisation et maintien de la fertilité ;
- techniques et pratiques culturales ;
- entretien des plantations.

Les résultats sont consignés dans les tableaux qui suivent.

<i>Types de culture et caractéristiques des sols</i>	<i>Conduite d'irrigation</i>	<i>Fertilisation et maintien de la fertilité</i>	<i>Techniques et pratiques culturales</i>	<i>Entretien des plantations</i>
<b>Culture irriguée</b>				
Plaine du Iherenana (Toliary) Sols d'alluvions à tendance verticale	Irrigation d'appoint qui apporte en même temps des éléments minéraux	Simple fumure azotée, maintiennent le rendement à 2,5 t/ha de coton-graine, réponses nettes aux engrais azotés*, urée, 300 kg/ha** Pas de problèmes pour le phosphore	Enfouissement des résidus des récoltes et semis précoces	Inclure une légumineuse (pois du Cap) dans la rotation ou en culture dérobée (arrière-effet azoté)
Sables roux dunaires de Toliary	Irrigation d'appoint	Matière organique apportée par l'ancien chevelu racinaire du sisal, dont la minéralisation s'accélère pendant les cultures	Limiter le travail du sol et apport organique***	Rôle prépondérant de l'antaka en rotation
Périmètre du bas Mangoky Baiboho lourds	Définition de doses et fréquence d'irrigation et débit (d'attaque et d'entretien). Problème de salinité de la nappe	Pas de carence en éléments fertilisants. Application complémentaire de fumure azotée. Très bon rendement en coton-graine	Labour assez profond, bon drainage, sous-solage tous les trois ou quatre ans	Mise au point de techniques d'application des herbicides
Baiboho légers et sable roux	Irrigation d'appoint	Nécessité d'apporter 200 kg/ha d'urée et 100 kg/ha d'urée de sulfate de potasse (45 u/ha de K <sub>2</sub> O) pour maintenir le rendement autour de 3 t/ha	Enfouissement des résidus	Rotation : 1 an antaka 3 ans coton

\* Réponse nette aux apports d'azote tardifs (70 jours).

\*\* Dose d'urée en fonction des précédents, fumés ou non, allant de 150 à 300 kg/ha.

\*\*\* Apport organique de renouvellement.

<i>Types de culture et caractéristiques des sols</i>	<i>Conduite d'irrigation</i>	<i>Fertilisation et maintien de la fertilité</i>	<i>Techniques et pratiques culturales</i>	<i>Entretien des plantations</i>
<b>Culture de décrue</b>				
Région de Majunga Baiboho, sols alluvionnaires, sols progressivement épuisés	Alimentation hydrique à partir de réserve du sol de nappe phréatique par capillarité. Une ou deux irrigations d'appoint de l'ordre de 800 m <sup>3</sup> (4) Irrigation de semis par aspersion dans ces baiboho légers si nécessaire	Très grande régularité de l'alimentation hydrique ; autorise de très hauts rendements (2,5 à 3,5 t/ha) ; 4 éléments indispensables, NSK, d'où formule préconisée, en kg/ha (1). Urée (300) + supertriple (101) + KCl (243) + bore (5) (6) (rendement 4,5 t/ha)	Culture de contre-saison uniquement. Labour et pulvérisation des semis directs. Travaux de binage. Enfin, binage-sarclage (2). Enfouissement des résidus	Sarclage
Région de Miandrivazo Alluvions de Tsiribihina		Mêmes besoins en fumures. Fort potentiel de production. Important problème d'azote et de bore (3)	Culture de contre-saison	
<p>(1) Dose d'engrais à moduler selon les parcelles et leur évaluation.  (2) Importance de localisation d'engrais en profondeur.  (3) Importance des doses relatives d'azote et de bore souvent prépondérante.  (4) Une ou deux irrigations d'appoint de 600 à 800 m<sup>3</sup>/ha à 70-90 jours, si absence de nappe fonctionnelle.  (5) Apport de potassium sous forme de sulfate de potasse préférable, et tout particulièrement en première année de remise en culture.  (6) Problème P à confirmer selon les zones alluvionnaires.</p>				
<i>Types de culture et caractéristiques des sols</i>	<i>Conduite d'irrigation</i>	<i>Fertilisation et maintien de la fertilité</i>	<i>Techniques et pratiques culturales</i>	<i>Entretien des plantations</i>
<b>Culture pluviale</b>				
Région d'Ankazoabo Ensemble de cuvettes de sable roux plus ou moins humifère, souvent hydromorphe en profondeur.		Suivre problème de phosphore et de potassium ; 200 kg/ha d'urée produit 2,6 kg de coton-graine en plus		Rotation : antaka (1 an) et coton (4 ans). Application d'herbicides (fluométuron) à 3 kg/ha, qui réduit de 65 % le temps de sarclage
Vallée d'Ihosal sols vertiques		Fertilisation limitée à apport de N et P. Dans certaines zones, problème de phosphore, soufre et bore	Restitution systématique par enfouissement des résidus	
Région de Manakara sur alluvions		Bonne réponse aux fumures azotées et au phosphore	Effet positif d'un an d'antaka + 3 ans de coton. Intérêt de semis centré le 15 octobre	Herbicides (difluraline) enfouis lors de la préparation des terrains

<i>Types de culture et caractéristiques des sols</i>	<i>Conduite d'irrigation</i>	<i>Fertilisation et maintien de la fertilité</i>	<i>Techniques et pratiques culturales</i>	<i>Entretien des plantations</i>
<b>Culture pluviale (suite)</b>				
Région du moyen Fiherenana Zone de Bemmaraha, sols rouges méditerranéens		Nécessité d'une fumure de croisière NSPBO, rendement 1,5 t/ha	Effet positif de l'antaka	
Régions de Manombo et Androka Alluvions « récentes », colluvions, sols vertiques, sables vertiques sable roux..., région de Morondava (alluvions anciennes) et région du Moyen-Ouest autour de 1 000 m d'altitude avec des périodes froides. Nord-Ouest				
Région d'Ambohibe Ensemble d'alluvions peu anciennes évoluées en conditions d'hydro- morphie prononcée	Irrigation d'appoint (de germination et pendant la campagne)	Déficience en soufre et phosphore. Intérêt des apports organiques. Maintien de fertilité	Utilisation de l'antaka. Bonne préparation de sol	

En conclusion, on peut dire que si, en matière de culture irriguée et de décrue, les normes techniques permettant d'assurer une bonne production cotonnière ont été définies, les acquis en matière de culture pluviale sont beaucoup plus fragmentaires et peu exploitables en raison de la diversité des situations.

## **Lutte contre le parasitisme**

Dans ce domaine, il fallait résoudre non seulement le problème du parasitisme mais aussi celui du coût des traitements, sans cesse en évolution. L'apparition du phénomène d'accoutumance chez certains parasites, consécutif à la répétition des traitements, a nécessité :

- des études particulières ;
- l'ajustement ou le changement des produits utilisés ;
- la mise au point des méthodes d'appréciation de l'évolution de l'accoutumance.

Les principales opérations de recherche entomologique entreprises sur le cotonnier ont été consacrées à définir :

- l'inventaire du complexe parasitaire par zone de culture ;
- la dynamique spécifique des différents déprédateurs ;
- de nouvelles matières actives (actions spécifiques, doses optimales, association de produits) ;
- les modalités d'utilisation des produits (fréquence de traitement, techniques et modalités d'application) ;
- des méthodes de suivi du parasitisme face aux traitements ;
- des possibilités de lutte biologique (recherche et élevage d'entomophages) et de lutte intégrée (lutte agronomique, lutte biologique et lutte chimique associées).

Les principaux parasites dangereux du cotonnier sont :

- *Heliothis* ;
- *Earias* ;
- *Spodoptera* ;
- *Aphis gossypii*.

### **Culture irriguée**

#### ***Périmètre du bas Mangoky***

Concernant l'évolution du parasitisme, on a pu observer successivement au cours des cinq dernières années :

- une augmentation des populations d'acariens et des cochenilles qui a rendu nécessaire l'utilisation d'insecticides systémiques ;
- une accoutumance des populations d'*Earias* à l'endrine, un organophosphoré qui a dû être remplacé par le monocrotophos ;
- une augmentation de la pression des pucerons (*Aphis gossypii*) consécutive à l'utilisation des traitements aériens, d'où la nécessité de recourir à des insecticides systémiques.

Face à ces évolutions et aux problèmes économiques croissants liés aux traitements, il a été mis au point une technique de comptage susceptible d'être utilisée pour déclencher des traitements à la demande.

Les nombreuses études entreprises dans ce périmètre ont abouti à la diffusion d'une fiche technique des méthodes recommandées.

- Utilisation exclusive de produits insecticides très spécifiques, à doses très précises, sur des périodes très brèves.
- Semis le plus groupés possible.
- Techniques culturales adéquates limitant l'exubérance.
- Destruction des résidus de cotonniers après la récolte avec création d'intercampagnes sans cotonniers ni malvacées.

- Réduction de l'intervalle entre traitements au lieu d'une augmentation des doses des produits en cas de débordement.

En 1985, de nouvelles formulations d'insecticides efficaces contre les défoliateurs du cotonnier ainsi que contre les piqueurs-suceurs sont mises à la disposition des vulgarisateurs.

Des méthodes de lutte biologique et intégrée avec recours aux entomophages et aux entomopathogènes ont été mises au point. Ainsi, pour lutter précocement contre *Heliothis armigera*, afin de retarder les premiers traitements, on a utilisé *Trichogramma brasiliensis*. Contre *Earias insulana*, on a eu recours à *Prachymeria* (un entomophage local) et à *Trichospilus* (un entomophage introduit).

Des parasites d'œufs d'*Heliothis*, quatre parasites d'*Earias* ainsi qu'une maladie virale ont été mis en évidence.

En matière de lutte chimique, on a préconisé l'emploi des insecticides systémiques, du DDT, et spécifiquement des pyréthrinoïdes contre *Earias*.

#### **Périmètre de Toliary**

Tout comme dans la vallée du Mangoky, on note un accroissement des populations de pucerons, nécessitant l'emploi d'insecticides systémiques. On a observé également une accoutumance d'*Earias* à l'endrine.

Pour le suivi et le contrôle du parasitisme, la station de Toliary a mis au point en 1957 des tests de toxicité et de résistance d'*Earias* à l'endrine par la méthode de Matthews (trempage) puis en 1963 et en 1970, une méthode d'élevage d'*Earias* en milieu artificiel.

Les normes techniques et les méthodes de lutte intégrée préconisées sont les mêmes que dans le Mangoky.

#### **Culture de décrue**

En plus d'une forte prolifération d'*Arphis gossypii* et de l'accoutumance d'*Earias* à l'endrine, due au passage du traitement au sol au traitement aérien, qui a nécessité le recours à des insecticides systémiques, d'autres problèmes ont été relevés dans ces cultures de décrue, notamment :

- un parasitisme très précoce dû à *Spodoptera* et à un complexe de piqueurs qui amenèrent à généraliser les interventions très précoces, soit systématiques, soit sur alerte ;
- l'apparition de très fortes pressions d'*Heliothis*, d'où des traitements à intervalles réduits ;
- la présence de pucerons durant la période froide, qui nécessite l'utilisation de produits systémiques.

### **Cultures pluviales**

Concernant ce type de culture, l'éparpillement des plantations paysannes ne permet pas un traitement de masse, les parcelles non traitées ou non détruites constituant alors une niche pour les parasites. Ici, les mesures préventives (destruction des cotonniers après la récolte) prennent une grande importance.

### **Les maladies du cotonnier**

Les maladies du cotonnier causent des dégâts peu importants mais toutefois non négligeables. Peu de moyens de lutte ont été expérimentés à Madagascar. Parmi ces maladies, citons :

- l'altération pigmentaire ;
- la bactériose ;
- la bigarrure des feuilles ;
- l'enroulement des feuilles ;
- le flétrissement et la fanaison ;
- le mildiou aréole ;
- la pourriture des racines.

La verticilliose (*Verticillium dabilae*) est présente dans le Sud-Ouest, de Toliary à Morombe.

La principale maladie est la bactériose due à *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* qui attaque les feuilles et les capsules, tant dans le Sud-Ouest que dans le Nord.

Le faux mildiou ou mildiou aréole dû à *Ramularia arcola* est responsable des taches blanchâtres qui peuvent provoquer la chute des feuilles. Cette maladie a été combattue efficacement par pulvérisation de Benomyl.

Pour la désinfection des semences, après les différents tests menés au laboratoire, en serre et en stations, on est actuellement en phase de test de confirmation des résultats à grande échelle.

## **Utilisation des résultats et perspectives**

L'encadrement par la CFDT de la culture du coton a été une condition très favorable à la diffusion des résultats de la recherche (facilitée d'ailleurs par une évolution alors favorable des prix du coton).

Les variétés diffusées sont issues de ces résultats.

- La variété Acala SJ.1 est vulgarisée en culture irriguée à Toliary et en décrie dans le Nord-Ouest ; elle a remplacé Acala 1517-BR.
- Stoneville 7A est vulgarisée en culture pluviale dans la région de Toliary.
- Samir 730, créée à la station FOFIFA de Tanandava, est actuellement vulgarisée sur le périmètre de Samangoky, succédant à Acala 1517-BR.

Les spécifications techniques de la lutte chimique contre le parasitisme sont également fournies par la recherche, et les expérimentations conduites en agronomie ont permis de donner les indications nécessaires à la mise en place d'une culture intensive. Le maintien de cette culture intensive actuelle implique un suivi très strict tant sur le plan agronomique que sur le plan phytosanitaire et variétal.

En matière de culture pluviale et paysannale dans le Sud-Ouest, l'absence de recherche, notamment en agronomie, se fait cruellement sentir (rendement très bas).

Les orientations futures s'inscrivent dans le cadre général ci-dessous :

- Dans le Nord-Ouest (et en culture intensive), il convient de suivre l'évolution de la fertilité et l'évolution du parasitisme face aux techniques actuelles. Peu de recherches nouvelles, mais des ajustements sont à prévoir au vu des résultats d'enquêtes et des tests divers.
- Dans le Sud-Ouest, l'accent doit être mis sur la mise au point de la culture pluviale en milieu paysan et sur la définition des techniques à préconiser pour les différents types de milieux rencontrés.
- L'approche doit être pluridisciplinaire et effective dans une optique de recherche-développement prenant en compte les composantes économiques au plan thématique ; ces lignes directrices se traduisent dans les priorités établies.

### **Génétique**

- Faire le point des variétés actuellement vulgarisées et récemment introduites (nécessité de prendre en compte les qualités technologiques).
- Mettre en place un réseau d'expérimentations multilocales.
- Poursuivre l'amélioration variétale pour créer de nouvelles variétés performantes et résistantes (lutte intégrée).

### **Agronomie**

- Analyser les systèmes de culture en place dans le paysannat du Sud-Ouest et définir une fumure de base en culture pluviale permettant

d'assurer un rendement minimal en culture paysanne dans des conditions économiquement rentables.

- Suivre les bilans minéraux dans les cultures intensives.

### **Entomologie**

- Faire le point sur les seuils de résistance d'*Heliothis* et d'*Borias* aux pyréthrinoïdes vulgarisés et de *Spodoptera littoralis* aux anciens produits.
- Introduire et tester de nouveaux produits.
- Définir un moyen de lutte économiquement efficace contre *Spodoptera littoralis* (ravageur sans gravité jusqu'en 1980, devenu très envahissant).
- Suivre le comportement du parasitisme face aux traitements.
- Mettre au point les méthodes de lutte intégrée applicables dans les différentes situations.

### **Phytopathologie**

- En ce qui concerne la bactériose, la nouvelle souche, race 20, apparue au début des années 80 en Afrique, capable de surmonter la résistance de toutes les variétés commerciales, n'a pas encore été observée à Madagascar.
- De grandes précautions doivent être prises pour ne pas introduire cette maladie par les graines.
- Continuer les tests de nouveaux produits pour la désinfection de semences et la réactualisation par type de culture des principales maladies actuelles du cotonnier à Madagascar.

## Références bibliographiques

- BAUDIN, P., 1988. Phytopathologie à Madagascar. 2<sup>e</sup> partie. Situation actuelle et perspectives d'avenir. Paris, FOFIFA-DRA, 41 p.
- BERGER, M., 1979. Bilan des recherches cotonnières effectuées dans le Nord-Ouest au cours des 17 dernières années (1960-1976). Coton et Fibres Tropicales (4).
- BERGER, M., 1987. Bilan des recherches effectuées à Madagascar par l'IRCT avant 1974. Paris, CIRAD, 29 p.
- BERGER, M., 1987. Contribution à l'amélioration de la recherche agronomique en ce qui concerne la culture cotonnière à Madagascar. Paris, CIRAD, 36 p.
- BLANGUERNON, [s.d.]. L'expérimentation cotonnière dans la zone d'Ihosy. Paris, CIRAD.
- BOULLAND, H., 1963. Le coton dans la région de Tuléar. Coton et Fibres Tropicales, 17 (2), p. 339-360.
- BOURIQUET, G., 1946. Les maladies des plantes cultivées à Madagascar. In : Encyclopédie mycologique, BOURIQUET G., Paris, Lechevalier, 545 p.
- BOURNIER, J.P., 1975. Bilan des recherches effectuées en entomologie sur la station de Tuléar au cours des 15 dernières années (1960-1974). Paris, CIRAD, 41 p.
- BOURNIER, J.P. ; VAISSAYRE, M., 1977. Activité phytosanitaire de l'IRCT à Madagascar. Coton et Fibres Tropicales (3).
- CAYALA, V., 1924. Les variétés de coton à Madagascar. Paris, CIRAD.
- CRETENET, S., 1950. Rapport de prospection pédologique dans la région du Bas-Mangoky et sur la plaine de Befandriana. Paris, CIRAD.
- CRETENET, S., 1968. L'expérimentation cotonnière dans la région de Miandrivazo. Paris, CIRAD.
- CRETENET, S., 1979. Bilan des recherches effectuées en agronomie dans le Sud-Ouest de Madagascar au cours des 15 dernières années (1960-1974). Coton et Fibres Tropicales (3).
- DELATTE, R., 1956. Situation du problème coton en 1956. Paris, CIRAD.
- DUCHESNE, 1906. Agriculture pratique des pays chauds : essai 1904-1905. Paris, CIRAD.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Rapport annuel 1974. Antananarivo, FOFIFA-DRA, 2 vol., 335 p.
- FOFIFA (CENRADERU), [s.d.]. Rapport annuel 1975. Antananarivo, FOFIFA-DRA, 329p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1977. Section II. Cultures industrielles. Coton. In : Rapport annuel 1976. Tome II. Antananarivo, FOFIFA-DRA, p. 23-30.
- FOFIFA (CENRADERU), 1978. Cotonnier. In : Rapport d'activité 1977. Antananarivo, FOFIFA-DRA, p. 25-44.
- FOFIFA (CENRADERU), 1986. Cotonnier. In : Rapport d'activité 1985. Antananarivo, FOFIFA-DRA, p. 119-126.
- FOFIFA (CENRADERU), 1988. Rapport définitif. Programme de phytopathologies tests de produits pour désinfection des semences du cotonnier. Campagne 1986-1987. Convention FOFIFA-HASYMA. Devis estimatif des dépenses. Antananarivo, CENRADERU-DRA, 23 p.
- FONTILLON, CH., 1927. Etude technologique des cotonniers de Madagascar. Coton et Fibres Tropicales.
- FRANQUIN, P., 1962. La culture sèche du cotonnier dans le Sud-Ouest de Madagascar. Orientation pour l'expérimentation en fonction de quelques données climatiques et des caractéristiques hydriques des sols. Coton et Fibres Tropicales, 17 (3), p. 377-394.
- FRAPPA, C., 1975. Sur le parasitisme à Madagascar. Paris, CIRAD.
- HOCHRENTNER, 1926. Cotonniers malgaches. Revue de Botanique Appliquée.
- IRAM, 1964. Recommandations vulgarisables en matière de défense des cultures à Madagascar. Antananarivo, IRAM, 60 p.
- KAISER, R., 1975. Bilan des recherches faites en agronomie sur le périmètre irrigué du Bas-Mangoky, au cours des 15 dernières années (1960-1974). Coton et Fibres Tropicales (3).
- MARTIN, J.P., 1955. Rapport d'expérimentation sur l'ensemble du pays. Paris, CIRAD.
- MASSAT, 1962. Le cotonnier en culture de décrue dans la région de Majunga. Coton et Fibres Tropicales, 17 (3).

- PERRIER, BATHIE DE LA, 1909. Les parasites du cotonnier à Madagascar. Revue de Botanique Appliquée.
- PERRIER, BATHIE DE LA, 1924. La culture du cotonnier à Madagascar. Revue de Botanique Appliquée.
- PERRIER, BATHIE DE LA, 1926. La culture du cotonnier à Madagascar. Revue de Botanique Appliquée.
- RASOLOFO, R. ; RAKOTOMALALA, G.M. ; RANDRIAMIZAKA, M., 1988. Rapport Coton. Convention FOFIFA-HASIMA. Test de produits pour désinfection des semences de cotonniers culture de décrue. Campagne 1986-1987. Antananarivo, FOFIFA-DRA, 16 p.
- RASOLOFO, R. ; RAKOTOMALALA, G.M. ; RANDRIAMIZAKA, M., 1989. Rapport Coton. Convention HASYMA-FOFIFA (Nord-Ouest) 1988. Antananarivo, FOFIFA-DRA, 17 p.
- RASOLOFO, R. ; RAKOTOMALALA, G.M. ; RANDRIAMIZAKA, M., 1989. Rapport de campagne sur le test de produits pour désinfection de semences du cotonnier. Campagne 1987-1988. Antananarivo, CENRADERU-DRA, 28 p.
- RASOLOFO, R. ; RALIARISON, A.V., 1971. Les maladies des cultures à Madagascar de 1961 à 1971. Antananarivo, FOFIFA, 182 p.
- RICHARD, L., 1960. Les sols du Bas-Mangoky et leur aptitude à la culture cotonnière. Paris, CIRAD.
- TRELLU, A., 1965. Les essais de culture cotonnière dans la région de Diego-Suarez. Paris, CIRAD.
- VAISSAYRE, M., 1977. Contribution à la connaissance du complexe entomophage en culture cotonnière dans le Sud-Ouest de Madagascar. Coton et Fibres Tropicales (1).
- VAISSAYRE, M. ; RAZANAMINO, J.R., 1975. Bilan des recherches cotonnières faites en entomologie sur le périmètre du Bas-Mangoky. Paris, CIRAD.
- VAYSSIERE, P., 1931. Sur le parasitisme des cotonniers à Madagascar. Revue de phytopathologie et d'entomologie agricole.

# Le caféier

Le café constitue la culture la plus importante pour l'exportation et représente, en valeur, plus de 50 % des exportations agricoles et 43 % des recettes totales en devises. Le tonnage exporté atteint environ 50 000 tonnes par an pour une production en café vert de 81 000 tonnes.

On estime que la caféiculture intervient directement ou indirectement sur l'existence de plus de 30 % de la population de l'île.

La production provient pour la plus grande part des plantations de type artisanal, et intéresse surtout *Coffea canephora* (Robusta), largement répandu dans les zones est et nord du pays. La culture de *Coffea arabica* est limitée aux zones d'altitude et sa production est modeste en comparaison de celle de *C. canephora* var. Robusta.

Cette production stagne depuis les années 75 après avoir atteint à cette date l'objectif, fixé par le gouvernement, d'un potentiel de 80 000 tonnes de café marchand par an.

L'objectif global de la recherche caféière à Madagascar est de définir les moyens d'intensifier la production de café marchand par la mise en place d'un programme de prospection et de sélection pour la création d'un matériel végétal performant, et de déterminer les méthodes culturales les mieux adaptées à ce matériel et aux diverses conditions de milieu.

L'ensemble de la recherche intéresse quatre sous-ensembles : le *Coffea canephora*, le *Coffea arabica*, les *Coffea arabusta* et les *Mascarocoffea*.

## Historique et étapes de la recherche

La recherche caféière a véritablement débuté à Madagascar en 1957 à la station d'Ilaka-Est de l'IRAM (Institut de recherches agronomiques de Madagascar), dont la gestion était assurée par l'ORSTOM.

En 1961, le Gouvernement malgache confie, par convention, la responsabilité de l'ensemble des recherches sur le café, et notamment dans les stations d'Ilaka-Est et de Kianjavato précédemment créées, à l'IFCC (Institut français du café et du cacao).

La première station, spécialisée dans la recherche proprement dite, s'est consacrée essentiellement à un programme de sélection et d'expérimentations agronomiques ; la seconde était plus orientée vers le passage au développement des clones retenus.

Parallèlement, une prospection systématique des gîtes de caféiers sylvestres malgaches (*Mascarocoffea*) a été entreprise dès 1960 et a permis de créer ainsi une collection botanique unique au monde et d'un grand intérêt scientifique.

La station de Sahambavy a été créée en 1972 pour l'étude du *Coffea arabica*.

Le 1<sup>er</sup> janvier 1974, l'ensemble des structures de recherches caféières, dont l'IFCC assurait la gestion, a été repris par le Centre national de la recherche appliquée au développement rural (CENRADERU/FOFIFA).

Depuis cette date, malgré une réduction des moyens affectés à cette recherche et des difficultés nées des changements de structure, on s'est efforcé de poursuivre les travaux de recherche dans le domaine de la caféiculture.

## Résultats acquis

### L'amélioration du matériel végétal

Dans ce domaine, la recherche s'est attachée à :

- faire des prospections et des introductions pour constituer un pool génétique ;
- tester l'adaptation des espèces collectionnées ;

- faire des sélections et des hybridations ;
- mettre en valeur et multiplier le matériel clonal sélectionné ;
- amorcer ensuite le démarrage d'une sélection générative par création d'hybrides vigoureux et productifs.

### Prospections et introductions

Il s'agit là de pouvoir disposer d'une base génétique suffisamment large pour adapter la sélection aux besoins exacts présents et futurs.

Les prospections faites en 1956 et 1957 dans la province (Faritany) de Fianarantsoa et dans les Mascareignes (Madagascar, Réunion, Comores), ainsi que les introductions, ont permis de constituer des collections caféières.

<i>Espèces conservées</i>	<i>Localisation de la collection</i>	<i>Nombre de clones et d'espèces</i>	<i>Provenance</i>
<i>C. canephora</i>	Ilaka-Est	209	Province de Fianarantsoa, Zaïre, Java, Gabon
<i>C. arabica</i>	Ilaka-Est Sahambavy	151	Rwanda, Zaïre, Ethiopie Brésil
<i>Mascarocoffea</i>	Kianjavato	43	Mascareignes (Madagascar, Réunion, Comores)
<i>C. excelsa</i>	Ilaka-Est	15	Introductions anciennes
<i>C. liberica</i>	Ilaka-Est	2	Introductions anciennes
<i>C. congensis</i>	Ivoloina puis Ilaka-Est	7	Introductions anciennes
<i>C. congesta</i> ( <i>C. canephora</i> <i>C. congensis</i> )	Ilaka-Est	84	Hybridation à Ilaka-Est

Concernant ces collections, on peut mentionner quelques observations :

- Coffea canephora* La base génétique est convenable.
- Coffea congensis* La base génétique des hybrides *congesta* diffusés à Madagascar semble étroite. Collection à étoffer pour des travaux d'hybridations futures. On a noté une interincompatibilité provoquant des anomalies technologiques au niveau des hybrides.
- Coffea arabica* Sans doute à étoffer pour les travaux futurs.
- Mascarocoffea* Collection importante et d'un grand intérêt scientifique.

### **Sélection végétative**

La sélection végétative vise à obtenir rapidement un matériel végétal de qualité pouvant être diffusé massivement.

### ***Coffea canephora***

Pour l'objectif visé, des essais comparatifs de bouturage et de comportement de clones en parcs à bois et des tests polyclonaux en stations et hors stations à Ambanja, Tamatave, Andapa, Mananjary, Kianjavato, Manakara, Sambava et Nosy-Be ont été effectués. Des essais multilocaux ont été démarrés.

De nombreux tests polyclonaux de triage en station (Ilaka-Est 17 tests de 1961 à 1974), à l'occasion desquels les clones étaient classés par rapport au témoin HB (il s'agit d'un clone de référence utilisé comme témoin dans les essais polyclonaux) en fonction des paramètres suivants : production, diamètre des graines ou granulométrie, fructification, groupement des récoltes ont permis à la fin de 1973 de préconiser et de proposer à la diffusion 27 clones d'élites et 22 clones choisis.

Par la suite, le FOFIFA ajoutait 29 clones supplémentaires à cette liste par exploitation des parcelles de sélection plantées après 1971.

Il faut noter que la réalisation de plantations clonales oblige toujours à mettre en place un mélange de clones sous peine de stérilité (*Coffea canephora* est allogame et diploïde, alors que *Coffea arabica* est autogame et tétraploïde).

On dispose donc d'un matériel sélectionné abondant, de nombreux clones existent et sont très performants.

Les essais polyclonaux hors station ont été peu nombreux, et il y a une lacune dans le domaine de l'adaptation locale des clones. Les résultats en ce domaine ne sont pas à la mesure du nombre important de clones élites repérés.

### ***Coffea arabica***

Les travaux n'ont commencé qu'avec la mise en place de la station de Sahambavy en 1972 et ne sont effectifs que depuis 1976. Un premier catalogue de 28 lignées et de 24 pieds élites préselectionnés à partir des populations introduites d'Ethiopie a pu être établi en 1985.

La sélection dans les descendances des croisements inter-origines (Ethiopie x Rwanda ; Ethiopie x Catura) a donné des résultats très prometteurs en termes de productivité et de tolérance à la rouille (*Hemileia vastatrix*). Des variétés préselectionnées à la station de

Sahambavy sont actuellement disponibles pour des essais multiloaux et de pré vulgarisation dans les différentes zones de production de *C. arabica*.

### **Amélioration des espèces et hybridations**

Ces opérations sont consacrées à l'étude et à l'exploitation du potentiel génétique de *C. arabusta* d'une part et de l'absence de caféine des *Mascarocoffea* d'autre part.

Ces travaux, essentiellement d'ordre scientifique, butent sur des problèmes de stérilité et de caractères biochimiques et organoleptiques des hybrides obtenus ; ils nécessitent encore des mises au point et des recherches fondamentales plus appropriées dont les résultats viendront à l'appui des recherches en cours sur l'amélioration variétale.

Il semblerait que la sélection directe de descendances à basse teneur en caféine au sein des espèces cultivées de caféiers soit sans conteste la voie la plus rapide pour obtenir un produit de commercialisation à basse teneur en caféine.

### **Sélection générative et autres thèmes de recherche**

Il s'agit de disposer d'un matériel de qualité plus rustique que les clones et pouvant être diffusé dans les régions d'accès difficile.

Un certain nombre de tests de descendance furent ainsi mis en place. Cette recherche visant à la production de semences n'a pas débouché sur des résultats applicables.

Enfin, des recherches particulières destinées à mieux connaître les phénomènes intervenant dans les programmes d'amélioration (étude de la disjonction, de la distance génétique et du greffage) ont été menées depuis une vingtaine d'années avec des spécialistes d'autres organismes, comme l'ORSTOM.

## **Agronomie**

Un très grand nombre d'essais ont été mis en place, surtout sur *Coffea canephora* var. Robusta. L'analyse des résultats obtenus permet d'établir un bilan.

Concernant la création de matériel végétal (conduite de pépinière, bouturage), on dispose d'un éventail complet de résultats pour la conduite des parcs à bois, des propagateurs, des pépinières, et pour les techniques de bouturage.

Pour l'établissement des plantations, les essais ont prouvé que :

- la plantation doit être faite, en saison chaude, avec des plants mis en motte sans habillage. En saison fraîche, le mode de plantation est sans effet si on utilise un antitransparent ; l'habillage des feuilles et des racines est à déconseiller ;

- l'ombrage le plus léger est le plus favorable. Sans ombrage, les caféiers sont irréguliers, trapus, jaunâtres et peu productifs. Une plantation sans ombrage et sans engrais n'est pas viable, sauf si on implante un couvert de *Flemingia* ;

- la densité optimale de plantation se situe autour de 1 800 pieds à l'hectare.

Concernant les méthodes culturales, de nombreux essais ont permis de dégager deux types de conclusion.

- Le sarclage manuel se révèle supérieur à tous les autres traitements pour l'entretien des plantations. Des essais orientatifs d'herbicides ont été menés dans les années 70 avec de l'Amitril (10 kg/ha) et du Kartril T et d'autres herbicides.

- L'essai de taille n'a pas donné de résultats probants susceptibles d'être vulgarisés.

La réhabilitation des anciennes plantations demande un programme de conversion et de régénération. Ce programme n'a malheureusement pas donné de résultats exploitables.

Les recherches concernant la physiologie végétale et la nutrition minérale ont un intérêt économique qui s'ajoute à leur intérêt scientifique car elles ont pour objectif la mise au point des formules de fumure et leur contrôle.

Les résultats ont montré que la fumure de base à conseiller est l'azote sous forme d'urée, et que l'application du fumier seul peut résolument être conseillée dans les conditions de la vulgarisation. Les résultats obtenus avant 1974 avaient permis de définir une formule équilibrée, alors à conseiller en considération de la situation économique.

## **Protection phytosanitaire**

### **Maladies du caféier**

Si le café subit l'attaque de nombreuses maladies (rouille, plitriose, anthracnose, maladie du filament, nécrose du collet, pourriture rouge

des boutures), seul le pourridié, présent sur les plantations alluviales de la côte est, a une importance économique.

- Le pourridié blanc à *Clitocybe tabescens* attaque surtout *C. canephora* var. Robusta et *C. canephora* var. Kouilou dans la zone côtière, et il est très fréquent en terres alluvionnaires inondées. La lutte actuelle consiste à arracher totalement et à brûler les plants atteints dans le but d'empêcher l'extension des taches de pourridié par transmission de la maladie de proche en proche.

- Le pourridié noir, dont l'agent causal est *Phellinus lamaensis*, se rencontre sur *C. canephora* var. Robusta et Kouilou dans les régions côtières. Le moyen de lutte envisagé est identique à celui du pourridié blanc.

La lutte contre la phtiriose (association cochenille-champignon), qui attaque surtout *C. canephora* var. Robusta consiste en un grattage de la couche fongique et en une application d'insecticides.

La rouille (*Hemileia vastatrix*) est surtout présente sur *C. arabica* dans la zone des hauts plateaux et a une certaine importance. La lutte consiste surtout en une sélection de clones résistants (caféiers endémiques) et dans l'amélioration des techniques culturales (apport d'engrais, dosage de l'ombrage).

Il faut noter que si les principaux problèmes du *C. canephora* sur la côte est ont été abordés, ceux concernant le *C. arabica* ne sont qu'esquissés.

### **Ravageurs**

Le programme, démarré seulement en 1971, vise à définir une méthode de lutte contre les parasites économiquement gênants à Madagascar, puis à étudier la biologie de ces parasites et leur interaction avec le milieu.

En entomologie, ont été étudiés :

- *Dulinus unicolor*, contre lequel le Dicrotophos a été testé (efficacité et rémanence de ce produit). On a noté un effet répulsif très net de *Flemingia congesta* ;

- *Antestiopsisolymercis galtei* (punaise), dont 80 % des œufs peuvent être parasités) ;

- *Prophantis smagdarina* (pyrale des cerises), préoccupant dans la région de Mananjary ;

- la phtiriose : on a mis au point une méthode de lutte préventive par épandage de 60 g d'Aldripoudre à 5 % par pied au moment de la plantation.

## Technologie

Dans ce domaine, l'objectif est de définir une technologie complète (usinage, conditionnement et stockage) pour avoir un produit de qualité. Les expériences entreprises concernent :

- la durée de fermentation ;
- la méthode de stockage à moyen terme (six mois en moyenne) du café marchand sur la côte est ;
- les essais d'usinage industriel ;
- la méthode de séchage sur bache plastique noire, déjà mise au point, et destinée aux planteurs individuels.

## Utilisation des résultats et perspectives

Les résultats de la recherche concernant les clones sélectionnés ont été assez peu utilisés, faute d'avoir pu préciser suffisamment l'adaptation locale.

N° sortie OC	1	2	3	4	5	6	7
N° clone	HB	K725	H865	K 26	K 43	K 55	K 60
Granulométrie	18,9	17,8	21,4	20,9	28,3	20,2	18,5
Caféine (mg)	2,4	2,37	2,20	1,60	2,20	2,11	2,56
N° sortie OC	8	9	10	11	12	13	14
N° clone	23-1-57	32-2-57	153-59	278-59	295-59	338-59	356-59
Granulométrie	19,9	20,4	20,3	18,7	18,9	18,5	18
Caféine (mg)	1,5	2,25	2,50	2,3	2,8	2,2	-

L'opération café-poivre (OCP) de la côte est a vulgarisé en 1985 les clones indiqués dans le tableau.

Les travaux de recherche prioritaires à entreprendre à court terme ont été définis.

- Mise en place d'essais d'entretien des plantations par voie chimique, c'est-à-dire par utilisation des herbicides. Madagascar connaît en ce

domaine un retard certain, et la maîtrise parfaite des herbicides est indispensable pour la réhabilitation des grandes plantations.

- Réalisation d'essais d'adaptation locale des clones élites. Madagascar possède un matériel végétal amélioré très abondant ; il est nécessaire de pouvoir rapidement identifier, pour chaque situation de culture régionalisée, une dizaine de clones.

- Etude des modalités d'association des cultures vivrières aux caféiers dans le cadre de l'objectif national d'autosuffisance alimentaire (liaison avec le département recherche-développement).

- Mise au point de la densité et de la taille du caféier.

- Poursuite des actions de tri et de classement des clones déjà sélectionnés (notamment pour l'arabica).

Enfin, il faut noter que le FOFIFA devrait s'efforcer de poursuivre l'effort de vulgarisation concernant l'emploi du couvert améliorant de *Flemingia congesta* et la sauvegarde de la qualité de la production au niveau du petit producteur.

## Références bibliographiques

- BARAT, H. ; DADANT, R. ; BAUDIN, P., 1959. Le dépérissement du caféier d'Arabie sur les plateaux. Bulletin de l'IRAM (3), p. 81-83.
- BAUDIN, P., 1964. Recommandations vulgarisables en matière de défense des cultures à Madagascar. Bulletin de l'IRAM (25), 63 p.
- BOUDRAND, J.N., 1974. Le bouturage du caféier canephora à Madagascar. Café, Cacao, Thé, 18 (1), p. 31-48.
- BOURIQUET, G., 1934. Les maladies du caféier à Madagascar. L'Agronomie Tropicale (193 ; 194 ; 195 ; 196 ; 197).
- BRAUDEAU, J. ; CAMBRONY, H.R. ; CAPOT, J. ; DUBLIN, P. ; ETASSE, C., 1962. Les principes de la sélection des caféiers *canephoroides* et *libero-excelsoïdes*. Leur application aux travaux des centres de recherche de l'Institut français du café et cacao en Côte-d'Ivoire, à Madagascar et en République centrafricaine. Café, Cacao, Thé, 6 (2), p. 89-104.
- BRAUDEAU, J. ; CAMBRONY, H.R. ; CAPOT, J. ; DUBLIN, P. ; ETASSE, C., 1962. Les principes de la sélection des caféiers *canephoroides* et *libero-excelsoïdes*. Leur application aux travaux des centres de recherche de l'Institut français du café et cacao en Côte-d'Ivoire, à Madagascar et en République centrafricaine. Café, Cacao, Thé, 6 (3), p. 169-186.
- BRAUDEAU, J. ; CAMBRONY, H.R. ; CAPOT, J. ; DUBLIN, P. ; ETASSE, C., 1962. Les principes de la sélection des caféiers *canephoroides* et *libero-excelsoïdes*. Leur application aux travaux des centres de recherche de l'Institut français du café et du cacao en Côte-d'Ivoire, à Madagascar et en République centrafricaine. Café, Cacao, Thé, 6 (4), p. 318-320.
- CESTAC, Y. ; SNOECK, J., 1982. Les essais de densité, de dispositifs de plantation et de taille sur caféiers Robusta en Côte-d'Ivoire. Café, Cacao, Thé, 26 (3), p. 183-198.
- CHARRIER, A., 1971. Etude de la pollinisation des caféiers cultivés par marquage du pollen au phosphore (32 P) et au soufre (35 S) radioactifs. Café, Cacao, Thé, 15 (3), p. 181-190.
- CHARRIER, A., 1972. L'intercompatibilité des clones de caféiers cultivés sur la côte est malgache. Café, Cacao, Thé, 16 (2), p. 111-122.
- CHARRIER, A., 1975. Contribution à l'étude génétique des *Mascarocoffea*. In : Septième colloque international sur la chimie des cafés, Hambourg (9-14 juin 1975). ASI, p. 483-495.
- CHARRIER, A., 1976. La structure génétique des caféiers spontanés de la région malgache (*Mascarocoffea*). Leurs relations avec les caféiers d'origine africaine (*Eucoffea*). Café, Cacao, Thé, 20 (4), p. 245-250.
- CHARRIER, A., 1978. La structure génétique des caféiers spontanés de la région malgache (*Mascarocoffea*). Leurs relations avec les caféiers d'origine africaine (*Eucoffea*). Mémoires ORSTOM (87), 223 p.
- CHARRIER, A., 1978. Résultats des études et des expérimentations réalisées au Cameroun, Côte-d'Ivoire et à Madagascar sur l'espèce *Coffea arabica* collectée en Ethiopie par une mission ORSTOM en 1966. Paris (14), 100 p.
- CHASSEVENT, F., 1972. Composition et caractéristiques chimiques de *Coffea* sauvages de Madagascar. VII - Recherche de l'acide chlorogénique et de composés voisins dans les graines de caféiers sauvages. Café, Cacao, Thé, 16 (2), p. 161-166.
- CHASSEVENT, F. ; DALGER, G. ; GERWIG, S. ; VINCENT, J.C., 1974. Contribution à l'étude des *Mascarocoffea* : étude des fractions lipidiques et insaponifiables. Relation éventuelle entre les teneurs en caféine et acides chlorogéniques. Café, Cacao, Thé, 18 (1), p. 49-56.
- GIRAD-IRAT, 1987. Bilan de dix ans de recherche du département de la recherche agronomique, 1975-1985. Antananarivo, FOFIFA, 99 p.
- COSTE, R., 1966. Les caféiers sylvestres de Madagascar. Café, Cacao, Thé, 10 (3), p. 207-208.
- DADANT, R., 1957. Le pourridié du caféier à Madagascar. Café, Cacao, Thé, 1 (3), p. 126-131.
- DECAZY, B., 1975. Contribution à l'étude biologique et écologique du « tigre du caféier » (*Dulinius unicolor Sign*) à Madagascar. Café, Cacao, Thé, 19 (1), p. 19-34.

- DUCROIX, A. ; HAMONNIERE, M. ; PASCARD, C. ; POISSON, J., 1975. Structure du mascaroside, hétéroside diterpénique de *Coffea vianneyi* Leroy. Café, Cacao, Thé, 19 (1), p. 57-58.
- EUVERTE, G., 1957. L'association agriculture-élevage et la caféiculture sur la côte est malgache. Café, Cacao, Thé, 1 (2), p. 75-78.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Génétique des caféiers et amélioration variétale. In : Rapport annuel 1974. Antananarivo, FOFIFA, 1, p. 60-116.
- FOFIFA (CENRADERU), 1976. Rapport annuel 1975. Antananarivo, FOFIFA, 329 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1977. Programme génétique des caféiers. In : Rapport annuel 1976. Tome II. Antananarivo, FOFIFA, p. 39-50.
- FOFIFA (CENRADERU), 1978. Les cultures pérennes. In : Rapport d'activité 1977. Antananarivo, FOFIFA, p. 104-112.
- FOFIFA (CENRADERU), 1986. Programme café. In : Rapport d'activité 1985. Antananarivo, FOFIFA, p. 101-118.
- LANAUD, C., 1979. Inventaire des espèces de caféier en collection à Madagascar. Rome (IT), Mission FAO.
- LANAUD, C. ; ZICKLER, D., 1989. Premières informations sur la fertilité des hybrides pentaploïdes et hexaploïdes entre *C. arabica* (*Eucoffea*) et *C. resinosa* (*Mascarcocoffea*). Café, Cacao, Thé, 24 (3), p. 169-176.
- LAVABRE, E.M., 1964. La phtiriose du caféier à Madagascar. Café, Cacao, Thé, 8 (4), p. 275-292.
- LAVABRE, M., 1966. Curculionidés de quelques cultures arbustives d'Afrique et de Madagascar. [s.l.], [s.n.].
- LEROY, J.F. ; PLU, A., 1966. Sur les nombres chromosomiques des *Coffea* malgaches. Café, Cacao, Thé, 10 (3), p. 216-218.
- LOUARN, J., 1972. Introduction à l'étude génétique des *Mascarcocoffea* : nouvelles déterminations de leurs nombres chromosomiques. Café, Cacao, Thé, 16(4), p. 312-316.
- LOUARN, J., 1976. Hybrides interspécifiques entre *Coffea canephora* et *Coffea eugenioides*. Café, Cacao, Thé, 20 (1), p. 433-452.
- LOUARN, J. ; CHARRIER, A., 1972. Considérations sur le choix des géniteurs *C. canephora* par analyse de leur descendance en fécondation libre. Paris, IFCC, 25 p.
- NOIROT, M., 1978. Polyploïdisation des caféiers par la colchicine. Adaptation de la technique sur bourgeons axillaires aux conditions de Madagascar. Mise en évidence de chimères péricleines stables. Café, Cacao, Thé, 22 (3), p.187-194.
- ORNANO, M.D. ; CHASSEVENT, F. ; POUGNEAUD, S., 1967. Composition et caractéristiques chimiques de *Coffea* sauvages de Madagascar. Recherche de la caféine et d'autres méthylxanthines dans la feuille et les graines de caféiers sauvages et cultivés. Cafamarine et trigonelline contenues dans les graines de trois caféiers sauvages. Café, Cacao, Thé, 11 (3), p. 235-249.
- ORNANO, M.D. ; CHASSEVENT, F. ; POUGNEAUD, S., 1967. Composition et caractéristiques chimiques de *Coffea* sauvages de Madagascar. Isolement et étude de la structure de la cafamarine, substance de *C. buxifolia*. Café, Cacao, Thé, 11 (4), p. 343-350.
- ORNANO, M.D. ; CHASSEVENT, F. ; POUGNEAUD, S., 1968. Composition et caractéristiques chimiques de *Coffea* sauvages de Madagascar. Caféine et autres méthylxanthines présentes dans les feuilles de vingt-quatre caféiers sauvages avant et après greffage sur caféiers cultivés. Café, Cacao, Thé, 12 (2), p.144-156.
- RASOLOFO, R. ; RALIARISON, A.V. ; NANY, F. ; RAKOTOMALALA, G.M. ; RABARIJOELA, P.C., 1985. Les problèmes en pépinières du *Coffea arabica* sur les hauts plateaux Antananarivo, FOFIFA, 12 p.
- RAVOHITRARIVO, C.P., 1980. Croisements contrôlés entre *Coffea canephora* Pierre ex-Froehner et le groupe *Congusta*. Etude de la variabilité des descendances et des problèmes liés à l'amélioration des caféiers cultivés diploïdes. Thèse (doctorat de troisième cycle). Antananarivo, Centre national de la recherche appliquée au développement rural, 252 p.
- RAVOHITRARIVO, C.P., 1985. Etude de la fertilité femelle de descendances de différents types de croisement entre *Coffea canephora* Pierre ex Froehner et le groupe *Longusta*. Antananarivo, FOFIFA, p. 52-66 (Archives du FOFIFA n° 2).
- RAVOHITRARIVO, C.P., 1986. Comportement héréditaire de la teneur en caféine chez *Coffea* Pierre ex-Froehner. Antananarivo, FOFIFA, p. 45-56. (Archives du FOFIFA n° 3).
- ROSTOLAN, J. DE ; POISSON, J., 1970. Structure partielle de la cafamarine. Café, Cacao, Thé, 14 (1), p. 47-49.
- SNOECK, J., 1963. La taille du caféier Robusta à Madagascar. Café, Cacao, Thé, 7 (4), p. 421-432.

- SNOECK, J., 1965. Epoque et modes de plantation du caféier Robusta à Madagascar. *Café, Cacao, Thé*, 9 (2), p. 116-125.
- SNOECK, J., 1966. La régénération des caféiers *canephora* sur la côte est malgache. *Café, Cacao, Thé*, 10 (4), p. 305-310.
- SNOECK, J., 1967. Premiers résultats d'essais d'engrais minéraux sur caféiers *canephora* à Madagascar. In : Colloque sur la fertilité des sols tropicaux.
- SNOECK, J., 1967. Essais de nutrition minérale du caféier Robusta en pépinière sur la côte est malgache. *Café, Cacao, Thé*, 11 (4), p. 297-311.
- SNOECK, J., 1968. La rénovation de la caféiculture malgache à partir des clones sélectionnés. *Café, Cacao, Thé*, 12 (3), p. 223-235.
- STESSELS, L., 1973. Utilisation de l'énergie solaire pour la conservation du café en région tropicale humide. *Projet de magasin industriel de stockage, Café, Cacao, Thé*, 17 (2), p. 142-158.
- STESSELS, L., 1974. Chargeur pneumatique de café en parche pour séchoir Okrassa équipé d'un calorifère Milletherm. [s.l.], [s.n.].
- STESSELS, L., 1987. Bilan de la recherche agricole effectuée à Madagascar avant 1974. *Recherches Caféières*. Paris, GIRAD, 31 p.
- STESSELS, L., 1987. Bilan des recherches caféières réalisées à Madagascar. *Analyse des résultats*. Paris, CIRAD, 56 p.
- STESSELS, L. ; FRIEDMANN, M., 1972. Utilisation de l'énergie solaire pour la conservation du café en région tropicale humide. *Café, Cacao, Thé*, 16 (2), p. 135-148.
- VERLIERE, J., 1966. Valeur fertilisante des deux plantes utilisées dans les essais de paillage du caféier : *Tithonia divasifolia* et *Flemingia congesta*. *Café, Cacao, Thé*, 10 (3).

# Le poivrier

Le poivre constitue environ 2 % des recettes en devises des exportations agricoles. Actuellement, il existe une forte demande sur le marché international qui justifie le développement soutenu de la culture de poivre.

La production annuelle (1986) est estimée à 2 800 tonnes. L'objectif du Programme d'investissement public est la production de 4 500 tonnes en 1990, dont 1 000 tonnes de poivre vert. Mais, d'une année sur l'autre, la production est très variable. Ceci est dû notamment aux aléas climatiques (sécheresse...) et aussi à la présence de maladies sévissant plus ou moins sérieusement.

Pour atteindre les objectifs de production visés, les travaux de recherche sont axés particulièrement sur :

- l'augmentation de la productivité (rendement par pied) et de la qualité des produits ;
- la création de clones résistants ou tolérants aux maladies du dépérissement.

## Historique et étapes de la recherche

La sélection du poivre a débuté à la station d'Ivoloina (Tamatave) en 1958 par une série d'introductions. La mise en place d'études de comportement commença en 1966 à Ivoloina, en 1968 à Nosy-Be, et à Manakara en 1970.

Parallèlement à ces introductions, ont eu lieu des sélections de matériel local dans du matériel végétal issu des prospections.

A partir de 1974, les travaux de recherche sont beaucoup plus centrés sur la lutte contre le dépérissement, qui a pris de l'ampleur dans le nord-ouest de l'île. Des moyens de lutte appropriés, prophylactiques et curatifs d'une part, agronomiques, génétiques et biologiques d'autre part, ont fait l'objet d'études approfondies.

Après une courte période (1981-1982), la recherche sur le poivre a repris à partir de 1982-1983 avec un financement de la Caisse de stabilisation des prix du poivre, permettant :

- la reprise des travaux en cours ;
- le rééquipement en matériels des centres et stations concernés par la recherche sur le poivre ;
- l'intensification de la recherche des moyens de lutte contre le dépérissement de la pipériculture.

## Résultats acquis

Sont successivement présentés, en ce qui concerne la recherche sur le poivre, les résultats obtenus en amélioration des plantes, en agronomie et en protection phytosanitaire.

### Amélioration variétale

Comme tout programme d'amélioration génétique de plantes, celui du poivre commençait par des introductions et des prospections d'espèces génétiquement variées avant d'entamer la sélection et l'amélioration variétale proprement dite et les études de comportement en station et hors station.

#### Introductions et prospections

Suite à une série d'introductions et de prospections locales, nous disposons actuellement dans les stations de recherche d'Ivoina, de Tamatave, de Manakara et de Nosy-Be d'une importante collection variétale (195 clones) composée de deux types : le type Bangka (à feuilles rondes et à grappes denses, plus productif mais tardif, moins sensible aux maladies, donnant un produit de meilleure qualité) et le type Lampong (à feuilles allongées et à grappes longues et peu denses,

peu productif mais hâtif, plus résistant aux maladies) et leurs intermédiaires.

Les prospections sont très limitées, et orientées préférentiellement sur les plants issus de semis naturels en vue d'obtenir une plus grande diversité génétique.

### Programmes

Les programmes en amélioration variétale ont porté essentiellement sur la tolérance et la résistance aux maladies et sur la qualité du produit exportable (densité, richesse en oléorésine), dans le souci toutefois d'un gain de rendement.

Les hybridations sont très difficiles sinon impossibles à réaliser sur le poivrier. En effet, on ne connaît pas jusqu'à présent les modes de pollinisation des fleurs. Ces dernières sont très petites et l'épi floral présente d'abord soit un stade protogyne (l'organe femelle mûrit avant l'organe mâle) soit un stade protandre (l'organe mâle mûrit avant l'organe femelle) plus ou moins long avant d'être hermaphrodites.

On espérait donc trouver une variabilité génétique exploitable entre les variétés ou espèces collectionnées et entre les semis naturels des clones préalablement repérés.

Des essais de comportement ont été démarrés en 1967 en parcelle, comportant dix-neuf clones repérés dans la collection pour leur productivité. Des essais comparatifs de comportement entre ces clones ont pu être mis en place à Ivoloïna, Nosy-Be et Manakara.

De ces expériences, les rendements sur six années d'essais montrent clairement l'intérêt des trois clones suivants :

Clones	Poids (kg/pied)		Rapport sec/vert	Poids de 100 graines
	Vert	Sec		
IV 1	12,8	3,6	28 %	5,52 g
IV 38	11,2	3,2	29 %	5,68 g
IV 187	10	2,9	29 %	5,23 g

Les deux premiers sont vulgarisés depuis 1974, le troisième peut servir de remplacement en cas de besoin. Ces trois clones sont de purs Bangka (grappes denses).

Par ailleurs, cinq autres clones sont susceptibles d'avoir de l'intérêt à court terme ; il s'agit des clones III, 41, 36, 57 et 137, tous du type

Bangka, avec des graines plus grosses que les précédents (entre 5,7 et 6,5 g aux 100 graines).

Il faut remarquer que seul le critère productivité a été pris en compte pour le choix de ces clones.

Le clone amélioré S 49 est considéré comme tolérant à la maladie du dépérissement.

Il convient d'ajouter à cette liste six clones nouvellement présélectionnés, issus de semis, parmi lesquels figurent :

- I 191, issu du clone n° 1 ;
- I 1 et 16, issus du clone S 49.

### **Essais**

La production intensive des boutures, nécessaire pour la vulgarisation des clones performants retenus, a nécessité une mise au point des techniques de bouturage des feuilles venant de rameaux orthotropes (donnant des plantes érigées sur tuteur et entrant en production plus de cinq ans après la plantation) et des feuilles prélevées sur des rameaux plagiotropes (cette technique est encore à améliorer) ou des ramifications horizontales (produisant une plante à port en buisson, basse, entrant très vite en production — en moins de trois ans).

Cette méthode de bouturage est du type bouture de feuille à alon sur substrat sableux sous ombrière.

## **Agronomie**

En agronomie, les essais mis en place à Ivoloïna et Manakara ont eu pour but de déterminer :

- la fertilisation optimale ;
- la densité de plantation pour les plants issus des boutures orthotropes et plagiotropes ;
- les plantes de couverture à utiliser.

### **Plants orthotropes**

La fertilisation préconisable par pied est :

- à Ivoloïna : urée (175 g) + Super triple (50 g) + chlorure de potasse (75 g) ;
- à Manakara : KCl (100 g) + urée (200 g) [phosphate tricalcique, 2 kg en fumure de fond].

La densité de plantation est de 2 500 pieds (2 m x 2 m) à l'hectare en culture extensive ou chez le paysan, et de 3 300 pieds à l'hectare en culture industrielle (2 m x 1,50 m).

Par ailleurs, le paillage augmente le rendement, surtout si on ajoute des fertilisants minéraux.

### **Plants plagiotropes**

La densité de plantation conseillée est de 20 000 pieds à l'hectare (1 m x 0,5 m).

Il est avantageux pour le paysan de pratiquer une association de ces deux types de plants.

## **Protection phytosanitaire**

Quatre maladies attaquent la pipériculture dans la région du Nord :

- les maladies des craquelures des fruits, observées en 1963 ;
- la lèpre ou fruits noirs, observée en 1962 ;
- la phtiriose, observée en 1963 ;
- le dépérissement.

Actuellement, le principal ennemi est la maladie du dépérissement, qui se présente sous forme de pourriture du collet. Elle est causée par *Phytophthora palmivora piperina*, qui a été isolé dès 1974. Différents modes de lutte ont été étudiés, notamment :

- une lutte prophylactique et curative par l'utilisation de fongicides ;
- une lutte agronomique par un bon drainage des plantations et une bonne fertilisation ;
- une lutte génétique par la recherche des clones tolérants ou résistants et par un système de greffage du poivrier amélioré sur une variété endémique (le tsiperifery) résistante à cette maladie.

## **Utilisation des résultats et perspectives**

Les techniques de bouturage mises au point par la recherche ont permis la fourniture auprès de l'OCP de 30 000 plants en deux ans (1972-1974),

de plantules issues des clones IV 1 et IV 38, ces deux clones étant passés en vulgarisation ainsi que le clone S 49. Malheureusement, l'utilisation de ces clones est limitée.

Compte tenu des ravages récents causés par le complexe maladies, il semble nécessaire d'avoir un thème de recherche poivre axé exclusivement sur la connaissance de la tolérance et de la résistance au complexe parasitaire.

L'amélioration et la création variétale constituent l'objectif principal pour créer des clones résistants à cette maladie. Cet objectif nécessitera :

- une meilleure connaissance de la biologie florale pour permettre les travaux d'hybridation ;
- une prospection dans les zones productrices pour détecter d'éventuelles variabilités génétiques provenant des plants issus de semis naturels ;
- la création d'une variabilité génétique par culture de tissu (opération non encore abordée) ;
- la recherche d'une lutte curative moins onéreuse ;
- l'amélioration du rendement de bouturage par culture de meristèmes pour disposer d'un maximum de plants à vulgariser (opération non encore abordée) ;
- la mise au point d'une technique agronomique rentable et applicable par les paysans (association de cultures par exemple) ;
- l'appui de la recherche à l'opération de promotion pour la production du poivre par la formation des agents sur le terrain.

## Références bibliographiques

- ARRAUDEAU, M., 1987. Bilan de la recherche agricole effectué à Madagascar avant 1974 en matière d'amélioration des plantes sur les cultures vivrières. Paris, CIRAD, 130 p.
- ARRAUDEAU, M., 1987. Bilan des recherches en matière d'amélioration variétale : plantes vivrières. Madagascar. Paris, CIRAD, 23 p.
- BAUDIN, P., 1988. Phytopathologie à Madagascar. Première partie : Bilan des recherches agronomiques effectués à Madagascar avant 1974. Paris, CIRAD, 28 p.
- BAUDIN, P., 1988. Phytopathologie à Madagascar. Deuxième partie : Situation actuelle et perspectives d'avenir. Paris, CIRAD, 41 p.
- BOURIQUET, G., 1946. Les maladies des plantes cultivées à Madagascar. In : Encyclopédie mycologique, BOURIQUET G., Paris, Lechevalier, 545 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Le poivrier. In : Rapport annuel 1974. Antananarivo, FOFIFA, 2, p. 99-102.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Poivre. In : Rapport annuel 1974. Antananarivo, FOFIFA, 3, p. 111-116.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Ny Fahafatesan'ny voly pilipily (Fiche d'études préliminaires). Antananarivo, FOFIFA, 4 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Poivrier. In : Rapport annuel 1974. Antananarivo, FOFIFA, 2, p. 8-10.
- FOFIFA (CENRADERU), 1976. Fiche d'études préliminaires sur le dépérissement du poivrier. Antananarivo, FOFIFA, 3 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1978. Fomba fanaovana tsabo pilipily raovao ary fanaovana ody amin'ireo izay tratry ny aretina. Antananarivo, FOFIFA, 8 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1978. Note à l'Académie Malgache sur deux fiches d'études bilingues sur le dépérissement du poivre dans le faritany d'Antsiranana. Antananarivo, FOFIFA, 6 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1984. Résumé des études et travaux sur le dépérissement du poivrier. Antananarivo, FOFIFA, 4 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1987. Bilan de dix ans de recherche du Département de recherches agronomiques du FOFIFA : Années 1975-1985. Antananarivo, FOFIFA, 99 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1987. Fiche d'études sur le dépérissement du poivrier (réédition). Antananarivo, FOFIFA, 7 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1987. Ny fahafatesan'ny voly pilipily. Antananarivo, FOFIFA, 7 p.
- IRAM, 1967. Rapport annuel 1966. Antananarivo, IRAM, 276 p.
- IRAM, 1968. Rapport annuel 1967. Antananarivo, IRAM, 371 p.
- IRAM, 1969. Rapport annuel 1968. Antananarivo, IRAM, 329 p.
- IRAM, 1970. Rapport annuel 1969. Antananarivo, IRAM, 245 p.
- IRAM, 1971. Poivrier. In : Rapport annuel 1970. Antananarivo, IRAM, p. 138-141.
- IRAM, 1972. Rapport annuel 1971. Antananarivo, IRAM, 211 p.
- IRAM, 1974. Rapport annuel 1973. Antananarivo, IRAM, 93 p.
- IRAM, [s.d.]. Travaux sur poivrier. In : Rapport annuel 1972. Antananarivo, IRAM, p. 89-95.
- RAMALANJAONA, G. ; DUFOURNET, R. ; GOUAUT, H., 1973. Rapport de synthèse et de clôture relatif aux travaux effectués sur poivriers pour la période août 1972-août 1973. Antananarivo, IRAM, 54 p.
- RASOLOFO, R. ; RALIARISON, V.A., 1971. Maladies des cultures à Madagascar : de 1961 à 1971. Antananarivo, FOFIFA, 182 p.

# Le vanillier

Madagascar est de loin le premier producteur et exportateur de vanille dans le monde. L'exportation d'une moyenne annuelle de 1 000 tonnes rapporte l'équivalent en devises de plus de 60 milliards de francs malagasy (FMG) par an. La production provient surtout du secteur paysannal et est concentrée dans les régions d'Andapa, d'Antalaha, de Sambava et de Vohémar.

Mais, depuis quelques années, cette production tend à baisser. Cette baisse est due à plusieurs raisons :

- les calamités naturelles (cyclones) ;
- la perte de confiance des planteurs compte tenu du prix à la production ;
- la diminution des surfaces cultivées (arrachage du vanillier au profit du riz pluvial) ;
- le vieillissement des plantations et la recrudescence des maladies, notamment celles du dépérissement des racines.

De plus, la hausse actuelle du prix FOB a renforcé la concurrence, non seulement des produits de substitution (vanilline de synthèse notamment), mais aussi des pays anciens ou nouveaux producteurs (Indonésie, Mexique, Brésil...).

La situation de quasi-monopole dont jouit le pays est donc très fragile. Le plan 1976-1990 prévoit un niveau d'exportation de 1 000 tonnes en 1990.

Il est donc urgent de renforcer la capacité de production et d'améliorer la qualité des produits exportés.

Pour atteindre ces objectifs, la recherche doit mettre en œuvre un programme visant à :

- augmenter la production nationale (rendement élevé des variétés, extension de culture) ;

- lutter contre les maladies du dépérissement des racines ;
- améliorer la qualité technologique de la vanille.

## **Historique et étapes de la recherche**

La recherche vanillère a démarré en 1950 à la station vanille d'Antalaha par une série d'introductions des espèces exotiques et de prospections locales. Les travaux de croisements et de mise au point des techniques de semis de graines de vanillier ont été aussitôt entrepris.

Les programmes de semis, puis de passage en terre des individus retenus se sont développés au cours des années 60. Les hybridations, l'amélioration progressive des milieux de semis et l'étude des descendance se sont poursuivies jusqu'en 1975 dans le cadre du programme d'amélioration variétale de la vanille.

En 1984, des essais multilocaux ont été mis en place dans les quatre fivondronana (secteurs) producteurs de vanille : Andapa, Antalaha, Sambava et Vohémar.

## **Résultats acquis**

Les opérations de recherche vanillère concernent particulièrement la génétique, l'agronomie et la protection des plantes.

### **Génétique**

L'amélioration arôme-résistance aux maladies est un objectif complexe malgré l'apparente simplicité de l'énoncé. Ces deux caractères sont en effet polyfactoriels et polygéniques.

Pour y parvenir, plusieurs opérations de recherche sont nécessaires.

### **Introductions et prospections**

Les introductions et les prospections faites dans toute l'île des espèces endémiques ont permis la constitution d'une collection d'une centaine d'espèces à la station vanille d'Antalaha en 1974. Un certain nombre de

ces espèces ont disparu. Parmi les espèces restantes (une vingtaine), qui sont actuellement bien entretenues, figurent celles qui suivent :

Espèces utilisées	Caractéristiques
<i>Vanilla fragrans</i>	Présente un arôme particulièrement développé (forte teneur en vanilline), résistance moyenne à faible à la fusariose ; communément cultivée à Madagascar.
<i>Vanilla tabitensis</i>	Proche de <i>Vanilla fragrans</i> , mais d'arôme moins bon, un peu plus résistante à la fusariose (déperissement des racines).
<i>Vanilla phaeniba</i>	Très rustique et assez résistante à la maladie, possède peu d'arôme et est fréquemment stérile.
<i>Vanilla pompona</i>	Moyennement résistante à la fusariose, gousses moins aromatiques (faible teneur en vanilline) Bonne végétation et grosses gousses en forme de bananes.
<i>Vanilla</i> sp. 33	Apparentée à <i>Vanilla phaeniba</i> , bonne résistance à la fusariose, robustesse moyenne.
<i>Vanilla decaryana</i> et <i>Vanilla madagascariensis</i>	Endémique à Madagascar, espèces aphyllées et rustiques, présentent une pollinisation naturelle des fleurs

### Croisements ou création variétale

Les programmes de croissance ont été centrés sur *Vanilla fragrans*, (l'espèce cultivée) et sur les espèces introduites qui ont été retenues pour leurs caractères intéressants.

Pratiquement, tous les croisements sont ensuite croisés en retour (backcross sur *Vanilla fragrans*).

Plusieurs hybrides (environ 70) ont été créés à la station vanille, certains pouvant être retenus pour des études de comportement multilocales.

Dans le cadre du programme d'amélioration variétale, et notamment des études de descendance, la recherche a pu mettre au point les milieux

Hybrides retenus	Caractères principaux
<i>V. fragrans</i> auto-fécondé F1	Parfois de meilleur arôme, résistance inchangée.
<i>V. fragrans</i> auto-fécondé F2	Vigueur hybride nette.
<i>V. fragrans</i> x <i>V. tabitensis</i> varuaapape 55-295	Bons résultats : bonne tolérance au déperissement, croissance rapide, bonne fertilité. Bon arôme et teneur en vanilline très élevée.
<i>V. fragrans</i> x <i>V. sp. 33</i>	Vigueur hybride (hétérosis) remarquable, mais assez forte, stérilité moyenne (53 %) liée à la vigueur. Fruits de mauvaise présentation et peu d'arôme. Assez forte résistance à la fusariose mais forte sensibilité au mildiou.
<i>V. fragrans</i> x <i>V. sp. 33</i> x <i>V. fragrans</i>	Très forte stérilité, vigueur faible.
<i>V. fragrans</i> x <i>V. phaeniba</i>	Identique à <i>V. sp. 33</i> , mais stérilité plus élevée (90 %). Bonne résistance au <i>Phytophthora</i> .
<i>V. fragrans</i> x <i>V. pompona</i>	Bonne vigueur et très belles gousses, mais forte sensibilité aux maladies. Arôme faible à moyen, teneur en vanilline faible.
<i>V. pompona</i> x <i>V. sp. 33</i>	Identique au <i>Vanilla fragrans</i> x <i>Vanilla pompona</i> mais plus sensible aux maladies.

nutritifs favorables à la germination des graines ; en effet, les graines du vanillier possèdent un embryon indifférencié ; elles ne peuvent germer que sur des milieux nutritifs *in vitro* :

- le milieu nidine ;
- le milieu Hoagland ;
- le milieu Knudson C.

### **Culture de méristèmes**

De même, en vue d'une diffusion à grande échelle des variétés élites créées, des recherches sur les méthodes de multiplication *in vitro* ont été entreprises, d'abord à la station vanille depuis 1967, ensuite à l'étranger (à Strasbourg, en France), faisant l'objet d'une thèse de doctorat d'Etat. Le protocole mis au point permettrait actuellement l'obtention de plus de deux millions de plants par an à partir d'une culture de bourgeons axillaires sur un milieu Knudson additionné d'une dose moyenne de benzylaminopurine.

### **Essais multilocaux**

Ils ont commencé en 1984, leur étude est donc en cours de réalisation.

## **Agronomie**

Des essais agronomiques ont été faits à la station vanille concernant :

- les tuteurs favorables (*Glyricidea maculata*, *Jatropha curcas* ou pignon d'Inde, filao, *Coffea*, etc.) ;
- la densité des plantations ;
- la pratique culturale et les modes d'entretien des plantations (fauchage, réglage de l'ombrage par la taille de tuteur).

Malheureusement, il y a peu de documents explicitant les résultats en agronomie. Il n'y a pas eu d'essais en milieu paysan.

## **Protection phytosanitaire**

Le vanillier est attaqué en culture par un certain nombre de maladies et de parasites, dont les plus importants sont :

- la maladie des racines ;
- le mildiou ;
- l'anthracnose ;
- les maladies des taches brunes des tiges ;
- la dépérissement.

La maladie la plus importante est le dépérissement des racines, qui longtemps a été connu sous le nom de fusariose. Mais, actuellement, la recherche attribue cette maladie à un *Phytophthora parasitica*. La biologie, ainsi que l'épidémiologie de cet agent, sont connues. Trois méthodes de lutte ont été préconisées pour pallier ce dépérissement.

- La lutte prophylactique, en vue de mettre les plants dans les conditions les plus favorables de résistance (ensoleillement, assainissement...).
- La lutte curative, par traitement avec les matières actives adéquates, efficaces et rentables pour réduire l'épiphytie.
- La lutte biologique, qui se fait soit par association de culture soit par le système de greffage du vanillier sur un vanillier sauvage endémique et résistant au *Phytophthora*.

Les autres maladies sont de moindre importance.

## Technologie

La recherche s'est attachée aussi à l'amélioration des techniques de préparation des fruits du vanillier pour réduire ou pour éliminer les pertes dues au mauvais séchage. Elle a adapté le fonctionnement d'un séchoir à air chaud de type Roucadil PFMT destiné au séchage des prunes. Ce séchoir peut fonctionner à basse température pour éviter une trop forte dessiccation des gousses.

## Utilisation des résultats et perspectives

Aucune variété n'est vulgarisée ; seules sont diffusées auprès des paysans les techniques culturales adéquates.

Un certain nombre de clones peuvent être proposés à la vulgarisation, en particulier le 55.295. Les résultats déjà obtenus en culture de méristèmes permettent d'envisager la diffusion de ces clones.

Les techniques de préparation améliorées sont utilisées par tous les réparateurs-stockeurs d'Antalaha et de Sambava.

A partir des éléments acquis et compte tenu des techniques mises à notre disposition, il est nécessaire de poursuivre les travaux d'amélioration variétale pour pouvoir maîtriser la résistance aux maladies cryptogamiques (création des variétés résistantes ou tolérantes).

Les études à effectuer par la suite porteront sur la poursuite des suivis des plantations modèles installées chez les paysans et les planteurs des fivondronana, et la pré vulgarisation à partir de l'année 1987 de sept clones provenant d'hybrides, créés à la station d'Ambohitsara, résistants à la maladie du dépérissement.

## Références bibliographiques

- ARRAUDEAU, M., 1987. Bilan des recherches en matière d'amélioration variétale des plantes vivrières à Madagascar. Paris, CIRAD, 23 p.
- ARRAUDEAU, M., 1987. Bilan de la recherche agricole effectuée à Madagascar avant 1974 en matière d'amélioration des plantes sur les cultures vivrières. Paris, CIRAD, 130 p.
- BARAT, H., 1959. Tendances actuelles dans l'étude des moyens de lutte contre la fusariose du vanillier. Bulletin de l'IRAM (3), 3 p.
- BAUDIN, P., 1988. Phytopathologie à Madagascar. Première partie : Bilan des recherches agronomiques effectuées à Madagascar avant 1974. Paris, CIRAD, 28 p.
- BAUDIN, P., 1988. Phytopathologie à Madagascar. Deuxième partie : Situation actuelle et perspectives d'avenir. Paris, CIRAD, 41 p.
- BOURIQUET, G., 1946. Les maladies des plantes cultivées à Madagascar. In : Encyclopédie mycologique, BOURIQUET G. Paris, Lechevalier, 545 p.
- BOURIQUET, G., 1957. Le vanillier et la vanille dans le monde. Mémoire de l'Institut scientifique de Madagascar (8).
- DEQUAIRE, J., 1970. L'amélioration du vanillier à Madagascar. Antananarivo, IRAM.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Vanille. In : Rapport annuel 1974. Antananarivo, FOFIFA, 2, p. 14-19.
- FOFIFA (CENRADERU), 1976. Vanille. In : Rapport annuel 1975. Antananarivo, FOFIFA, p. 220-222.
- FOFIFA (CENRADERU), 1977. Programme vanillier. In : Rapport annuel 1976. Antananarivo, FOFIFA, 2, p. 61-73.
- FOFIFA (CENRADERU), 1978. Vanille. In : Rapport d'activité 1977. Antananarivo, FOFIFA, p. 115.
- FOFIFA (CENRADERU), 1979. Rapport technique et financier 1977-1978. Vanille. Antananarivo, FOFIFA, 53 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1980. Fiche d'étude sur le dépérissement du vanillier. Antananarivo, FOFIFA, 5 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1980. Rapport technique et financier 1978-1979. Vanille. Antananarivo, FOFIFA, 5 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1981. Rapport technique et financier 1979-1980. Lutte sur le dépérissement du vanillier. Amélioration de la production de la vanille. Antananarivo, CENRADERU, 17 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1981. Le dépérissement du vanillier. Fiches d'études. Année 1980. Antananarivo, FOFIFA, 7 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1983. Compte rendu des travaux et études sur le dépérissement du vanillier 1981-1982. Antananarivo, FOFIFA, 17 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1985. Compte rendu des travaux et études sur le dépérissement du vanillier et amélioration de la production 1983-1984. Antananarivo, FOFIFA, 16 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1986. Vanille. In : TITORS. Antananarivo, FOFIFA, p.119-126.
- FOFIFA (CENRADERU), 1987. Bilan de dix ans de recherches du Département de la recherche agronomique, 1975-1985. Antananarivo, FOFIFA, 99 p.
- FOFIFA (CENRADERU), [s.d.]. Rapports annuels DRA/FOFIFA 1974-1985. [s.l.],[s.n.].
- FOFIFA (CENRADERU), [s.d.]. Rapport d'activité annuel sur le dépérissement du vanillier, 1973 à 1987. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1987. Rapport technique et financier annuel sur le dépérissement du vanillier. Année 1985-1986. Antananarivo, FOFIFA, 12 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1988. Travaux et études sur le dépérissement du vanillier. Rapport technique et financier 1986-1987. Antananarivo, FOFIFA, 14 p.
- IRAM, 1962. Rapport annuel 1961. Antananarivo, IRAM, 136 p.
- IRAM, 1963. Rapport annuel 1962. Antananarivo, IRAM, 212 p.
- IRAM, 1964. Rapport annuel 1963. Antananarivo, IRAM, 284 p.
- IRAM, 1965. Rapport annuel 1964. Antananarivo, IRAM, 301 p.
- IRAM, 1966. Rapport annuel 1965. Antananarivo, IRAM, 348 p.
- IRAM, 1967. Rapport annuel 1966. Antananarivo, IRAM, 276 p.

- IRAM, 1968. Rapport annuel 1967. Antananarivo, IRAM, 371 p.
- IRAM, 1969. Rapport annuel 1968. Antananarivo, IRAM, 329 p.
- IRAM, 1970. Rapport annuel 1969. Antananarivo, IRAM, 245 p.
- IRAM, 1971. Vanille. *In* : Rapport annuel 1970. Antananarivo, IRAM, p. 121-137.
- IRAM, 1972. Rapport annuel 1971. Antananarivo, IRAM, 211 p.
- IRAM, 1973. Vanille. *In* : Rapport annuel 1972. Antananarivo, IRAM, p. 75-82.
- IRAM, 1973. Vanille. *In* : Rapport annuel 1973. Antananarivo, IRAM, p. 45-51.
- RAKOTONDAMANANA ; RANORO, S.Y.G., 1984. La qualité de la vanille des régions productrices de Madagascar. Mémoire (ingénieur en sciences agronomiques). Antananarivo, Université de Madagascar, 110 p.
- RASOLOFO ; RABENANTOANDRO ; RANOMENJANAHARY, S., 1980. Le dépérissement dans la province de Diégo-Suarez. Antananarivo, FOFIFA.
- RASOLOFO ; RABENANTOANDRO, Y. ; RANOMENJANAHARY, S. ; RAKOTOMALALA, G.M. ; RALITIANA, V., 1980. Le dépérissement du poivrier et du vanillier dans la province de Diégo-Suarez (Antsiranana) à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA, 12 p.
- REFENO, G., 1983. Culture *in vitro* des tissus du vanillier. *Aparsmad* (16), p.45-46.
- REFENO, G., 1986. Contribution à l'étude de la méristogénèse chez *Vanilla planifolia* Andr. (*Orchidaceae*) et de ses applications. Thèse de doctorat d'Etat ès sciences naturelles. Strasbourg, université Louis Pasteur.
- REFENO, G.; ROUX, J., 1984. Transformation du méristème racinaire en méristème caulinaire chez *Vanilla fragrans*. *Archives d'Anatomie Microscopique* (73), 309 p.

# Les cultures fruitières

Les fruits jouent un rôle économique non négligeable à Madagascar, aussi bien sur le marché intérieur que sur le marché d'exportation.

En 1988\*, Madagascar exportait :

- 1 639 tonnes de litchis, dont 1 623 tonnes pour les litchis frais classiques et 15 tonnes pour les ramboutans ;
- 44 tonnes de bananes vertes ;
- 64 tonnes de mangues ;
- 2 tonnes d'agrumes.

Actuellement, il est encore possible d'augmenter notablement le volume de ces exportations car les marchés extérieurs existent.

Les principaux pays demandeurs sont :

- Allemagne fédérale, Angleterre, Belgique, France, Hollande, Suisse, Mayotte et la Réunion pour les litchis ;
- France pour les bananes ;
- France, Comores, la Réunion pour les mangues et les agrumes.

La stratégie adoptée en vue de développer les cultures fruitières dans les différentes zones écologiques de l'île a été explicitée à l'occasion de l'enquête réalisée à la demande du Gouvernement de la République malgache par l'ex-Institut français de recherches fruitières d'outre-mer (IFAC) \*\* en 1959.

---

\* Source : Service du conditionnement, Antananarivo.

\*\* IFAC, devenu IRFA : Institut de recherches sur les fruits et agrumes.

- Création d'une station expérimentale fruits dans chaque zone écologique, à savoir :

- la station de Mangatsa en 1962 pour l'anacardier, puis pour le manguier ;

- la station d'Ivoloina en 1961 pour les fruits tropicaux.

- Incitation à la culture fruitière par la création d'un organisme de type « coopérative » comme l'UCOFRUIT, qui serait susceptible d'encadrer les planteurs et d'assurer l'écoulement des produits à des prix rémunérateurs tout en assurant la liaison entre recherche et vulgarisation

- Transformation des produits par la création d'usines de fabrication de jus (SOJUFA, Antsirabe, en 1966), de conserves (SEVIMA et ROCHEFORTAISE, Ambohimahasoa) et de transformation des noix d'anacardier (SOMAHABIBO, Mahajanga, en 1962).

- Création d'un courant d'exportation de certaines espèces de fruits dits exotiques, tels que les letchis, les manguiers, les papayers, vers l'Europe.

A l'heure actuelle, les fruits ne sont pas considérés dans le plan national de développement comme un programme prioritaire.

Peut-être serait-il intéressant de ne pas négliger totalement cette filière qui occupe une place de plus en plus importante sur le marché local et qui, pour certaines espèces comme le letchi, la mangue, la banane, la papaye intéresse beaucoup actuellement certains créneaux d'exportation, même pour des tonnages assez modestes.

## Historique et étapes de la recherche

Au terme d'une mission effectuée par l'IFAC en décembre 1959 à la demande du Gouvernement malgache, un potentiel important de productions fruitières a été mis en évidence.

En 1960, l'IRFA et les autorités ont retenu d'un commun accord les trois grandes orientations suivantes :

- Le développement de la culture bananière sur la côte est.

Cette culture bénéficie des conditions climatiques et pédologiques favorables de cette zone.

Dès 1960, des essais de transport de bananes ont été entrepris : les régimes conservés en cales à 12 °C étaient en bon état après trois semaines de voyage.

Ce fruit satisferait donc bien aux exigences de l'exportation.

A la fin de cette même année, l'organisation et l'aménagement des installations portuaires prévues à cet effet ont été mis en place et les objectifs ont également été définis.

L'IRFA assura un appui permanent à la coopérative bananière et mit en oeuvre toutes les recherches nécessaires à sa promotion.

La station d'Ivoloina, près de Toamasina, a ainsi été créée, si bien que le volet « bananier » prit très rapidement une place prépondérante dans le dispositif de recherche de l'IRFA à Madagascar.

- L'exploitation de l'anacarde (se reporter à la rubrique *Anacarde*).
- La création et le développement des cultures d'agrumes, de palmier dattiers, de la vigne et de fruits divers dans le secteur sud.

Le projet détaillé sur l'agrumiculture, présenté par l'IRFA en 1962, aurait permis l'implantation d'une culture de type industriel avec, par ailleurs, la réhabilitation des plantations familiales traditionnelles.

En effet, Madagascar, par l'existence d'une diversité de climats, convient à des agrumicultures de type méditerranéen comme de type tropical.

En attendant la mise en oeuvre du projet, la recherche s'est efforcée de délimiter les zones aptes à la culture des agrumes en fonction des exigences climatiques propres à chaque espèce et des utilisations envisagées. Quatre (4) régions ont été définies : l'Ouest (Morondava et Toliary) et la montagne d'Ambre pour les pomelos et limes ; le plateau central (Ankazobe et Ambalavao) pour l'oranger et le mandarinier ; l'Est pour le pomelo et le citronnier.

Compte tenu du contexte parasitaire, déterminant pour cette culture, il était nécessaire d'asseoir toute politique de développement sur un matériel végétal sûr et garanti indemne du point de vue sanitaire.

A la station d'Ivoloina, des études de comportement et des essais porte-greffes ont été mis en place et des collections et des parcs à bois ont été constitués.

Les techniques d'implantation des pépinières ont été bien maîtrisées malgré les contextes parasitaires difficiles.

Mais, malheureusement, ce programme d'agrumiculture élaboré par l'IRFA demeura sans suite.

Par ailleurs, des introductions et des collections de mangues (39 variétés importées, dont 4 de Floride) ont été réalisées à la station de Mangatsa (Mahajanga) et un essai comparatif de comportement de 45 variétés, dont 6 locales, a été réalisé en 1964.

En 1974, le FOFIFA prit la relève de l'IRFA, mais la réduction du volume budgétaire en 1980 n'a permis que le maintien des collections sans possibilité de mener d'autres expérimentations.

Concernant les fruits tempérés, une station agricole d'observations et de multiplications de jeunes plants existe à Antsirabe, mais elle est placée sous la tutelle du MPARA. Cette station bénéficiait de l'appui de l'Opération suisse en 1969-1970.

Cette collaboration visait la promotion de la pommiculture dans le Vakinankaratra et permettait la création de la ferme d'Etat de Betampona, spécialisée dans la pomme.

## Résultats acquis

Les résultats des recherches sur les fruits obtenus jusqu'à présent sont des résultats ponctuels relatifs à une zone bien déterminée (station de recherche) qui méritent d'être testés au plan multilocal ; par ailleurs, certains doivent être réactualisés.

La majorité des résultats rapportés ici, par espèce fruitière, a été obtenue grâce aux activités de recherche menées par l'ex-IFAC jusqu'en 1974 sur station expérimentale fruits.

A partir de 1974, les activités entreprises à Madagascar par le FOFIFA ont été généralement limitées à la simple maintenance des collections existantes par suite d'un manque de personnel qualifié, de moyens matériels de travail, et, surtout, de financement.

Les résultats sont rapportés par espèce ; quant au bilan relatif à la technologie il est inclus dans la partie *Technologie* de ce document.

### Le bananier

Dès le début de la mise en œuvre du volet « bananier » du programme d'expérimentations sur les arbres fruitiers, les recherches suivantes ont été menées :

- prospection de zones favorables à cette culture : Antsiranana et Maroantsetra ;
- évaluation du matériel végétal existant ;
- contrôle de la qualité du fruit tant à son départ de Madagascar qu'à son arrivée en Europe.

Par ailleurs, une assistance auprès du producteur et une formation de vulgarisateurs ont été fournies et organisées.

Les recherches sur le bananier ont couvert plusieurs disciplines telles que la génétique, l'agronomie, la physiologie, les techniques culturales et enfin la protection sanitaire.

### **Sélection variétale**

La sélection massale entreprise en plusieurs étapes a permis de recommander le cultivar Americani, ceci en tenant compte des critères tels que la hauteur de la plante, la forme du régime, la longueur du cycle et la productivité.

### **Techniques culturales et fertilisation**

La meilleure technique culturale de plantations à adopter a été définie. L'utilisation de souches à rejet attendant, la pratique du labour précédant la trouaison et la conduite intensive à 2 500 plants/ha se sont avérées intéressantes.

La période la plus favorable, soit à l'implantation, soit à la régénération des bananeraies, a été également déterminée. Il ressortait de ces études que le cycle végétatif est beaucoup plus court durant la période la plus chaude de l'année (d'octobre à avril) et que le désherbage sélectif selon les adventices répertoriées est recommandé avec l'utilisation d'herbicides performants.

Néanmoins, la conduite culturale de bananeraies s'annonçait difficile à cause des aléas climatiques (cyclones...).

Concernant les aspects nutritionnels, les essais de fertilisation sur différents types de sols ont permis de déterminer les éléments minéraux à apporter ainsi que leur période d'apport.

- Sur terrains alluvionnaires, l'intérêt de la fumure azotée et l'influence déterminante de la potasse sur la précocité du rejet et sur le poids moyen des régimes ont été mis en évidence. Dans un contexte de pluviométrie abondante, les apports fractionnés d'éléments fertilisants, sont les plus intéressants.
- Sur sols tourbeux, les premiers résultats ci-après méritent d'être confirmés :
  - l'apport de fortes quantités d'amendements calco-magnésiens de préférence serait intéressant ;
  - le rôle certain de l'élément P ;
  - la nécessité de maintenir le plan d'eau à un minimum de quatre-vingts centimètres de la surface du sol.

### **Physiologie**

L'intérêt de couvrir le sol avec de la paille pour lutter contre le froid, et l'action bénéfique des gainages, entre autres, sur la rapidité de la maturation des régimes ont été démontrés.

### **Protection phytosanitaire**

En matière de protection, les maladies et les parasites telluriques et foliaires ont été inventoriés et une stratégie de lutte, notamment contre le charançon noir, a été définie, accompagnée de l'évaluation des dégâts encourus.

### **Qualité du fruit**

Différents procédés visant à améliorer la qualité de la banane par un meilleur conditionnement en vue du transport maritime ont également été mis au point. Cette qualité varie d'ailleurs en fonction des saisons, les produits étant plus fragiles aux mois de mars et d'avril.

### **Les letchis**

Le letchi est originaire de Chine. Il se développe bien sur la côte est de l'île et à un moindre degré sur les plateaux. Il n'existe qu'une seule variété comprenant différents types. La plantation se présente surtout sous forme de très nombreux petits peuplements aux abords des villages. Il n'existe presque pas de plantation industrielle ou commerciale.

Les résultats des recherches sur ce fruit ont été obtenus à la station d'Ivoloina. Ils intéressent les techniques de multiplication de plants de production et de conservation des fruits.

Ainsi :

- l'application de traitements chimiques ou mécaniques pour prolonger la période de production est sans résultats ;
- la diffusion rapide de matériel végétal de qualité est possible par l'utilisation du marcottage aérien ;
- la pratique d'un écimage en table, à trois mètres du sol, permet de faciliter la récolte et d'éviter la cassure des branches ;
- en ce qui concerne la conservation des fruits, elle est également possible par utilisation de l'hydrocooling et à de basses températures (- 25 °C).

### **Le manguier**

Les conditions climatiques étant particulièrement favorables dans la région de Mahajanga, la plupart des 39 variétés de mangues introduites

dans le cadre d'un programme de sélection variétale sont apparues prometteuses. Toutefois la Zill et la Ruby se sont montrées les meilleures pour l'exportation tandis que la Diégo, variété locale, convient essentiellement au marché interne.

Dix variétés constituent un parc à bois depuis 1969.

Une méthode de multiplication rapide et sûre par greffage a été mise au point, ainsi que le calendrier des époques favorables à celui-ci. La pratique du surgreffage a donné également de bons résultats.

## **L'ananas**

Sur la côte est, le cycle naturel de la Cayenne lisse, variété la plus répandue, avec ses deux pointes de floraison, l'une en juillet-août et l'autre en décembre-janvier, est étudié, de même que la possibilité d'orienter les périodes de production par une floraison provoquée. En outre, il a été démontré que les paramètres tels que l'écart fleur-fruit, le poids du fruit, l'acidité varient notablement en fonction de la saison.

Concernant les contrôles parasitaires, il est nécessaire de procéder au départ à un trempage du matériel de plantation dans un bain mixte fongicide-insecticide ; les adventices sont contrôlées par un choix judicieux d'herbicides.

## **L'avocatier**

Les avocatiers constituent un appoint alimentaire non négligeable eu égard à leur valeur nutritive et à leur richesse en vitamines.

Tous issus de semis, ils se trouvent localisés principalement :

- sur la côte est ;
- sur le versant oriental, en altitude (700 à 800 m) à Moramanga et au lac Alaotra ;
- dans la région de la montagne d'Ambre ;
- dans le Moyen-Ouest.

L'objectif recherché est d'assurer une diffusion rapide d'un matériel adapté. Aussi, les études suivantes ont-elles été entreprises :

- Etude de comportement des variétés introduites.
- Etude de techniques de multiplication en pépinière.
- Etude de protection de la plante.

Les résultats concernant ces études ont été obtenus à la station d'Ivoloina sur la côte est.

A partir de l'étude de comportement variétal, on a pu établir des calendriers de récolte précis (de mars à août).

Pour la technique de multiplication en pépinière, le mode et le calendrier de greffage sont bien maîtrisés compte tenu du contexte sanitaire, difficile sur la côte est, où il y a des risques de *Phytophthora* (pourriture des racines).

En ce qui concerne la protection de la plante, un inventaire des parasites animaux et végétaux a été effectué. C'est ainsi qu'on a pu identifier la présence de *Phytophthora cinnamoni*, champignon responsable du dépérissement de l'avocatier.

## **Les agrumes**

En 1962, l'IRFA présentait un projet de culture fondé sur une agriculture moderne mettant à profit la possibilité de la production d'une contre-saison dans l'hémisphère Sud.

Les zones aptes à la culture se schématisent comme suit :

- Ouest (Morondava et Toliary) : pomelo, lime, citronnier.
- Plateau central : oranger, mandarinier.
- Est : pomelo et citronnier.
- Montagne d'Ambre : pomelo, lime.

Les programmes visaient à :

- préparer l'implantation d'une culture de type industriel ;
- réhabiliter les parcelles plus modestes, les gérer de façon familiale et traditionnelle ;
- procéder à l'inventaire des maladies et parasites. La mise sur pied du programme faisait apparaître très rapidement la nécessité absolue de répartir le matériel végétal génétiquement sûr et sanitaire garanti importé de la station de Corse et multiplié sur la station d'Ivoloina dans des conditions contrôlées (collection, comportement, parc à bois, essais porte-greffe, maîtrise des opérations en pépinière).

Dès 1970, il était déjà possible de fournir aux producteurs de jeunes plants de qualité, alors que de graves menaces pesaient sur le verger malgache.

Les résultats obtenus sur la station d'Ivoloina intéressent :

- la sélection variétale ;
- l'agronomie ;

- la protection des plantes.

En sélection de porte-greffes, on a pu retenir, en fonction de leur vigueur et de leur sensibilité aux parasites, les espèces ou variétés suivantes :

- Bigaradier, sain et vigoureux (mais à réserver uniquement pour le citronnier).
- Citrange Troyer et Carrizo, de vigueur moyenne.
- *C. taiwanica*, de vigueur moyenne.
- *C. macrophylla*, de vigueur moyenne, mais au port buissonnant.
- *C. volkameriana*, le plus vigoureux, mais sensible au scab.
- lime Rangpur, vigoureux sur terre sableuse mais sensible à la gommose.
- Rough Lemon, vigoureux mais sensible à la gommose, au scab et à l'antracnose.
- Combava, sensible à la tristeza (virose).

En agronomie, les recherches ont porté sur l'intérêt de la méthode de multiplication de la plante ou encore sur la définition d'un calendrier de greffage adapté et aussi sur l'intérêt du *Stylosanthes* comme plante de couverture, efficace moyennant un contrôle permanent de cette légumineuse.

En ce qui concerne la protection des plantes, un inventaire de maladies (mycoses, bactérioses, viroses) a été réalisé dans différentes zones de l'île, mettant en évidence :

- la présence d'antracnose, sur lime ; de scab, de gommose à *Phytophthora* et de mélanose ;
- la présence de tristeza, du greening, de la cachexie xyloporose en pépinière et vergers ;
- l'absence de chancre citrique.

La stratégie de lutte préconisée consiste à utiliser :

- des porte-greffes tolérants ;
- des pesticides ;
- des pratiques culturales simples.

Un inventaire de ravageurs a été également effectué, mettant en évidence :

- la présence de *Trioza erytreae*, vecteur du greening ;
- l'absence de *Diaphorina citri* ;

– la présence de quelques vecteurs de la tristeza (virose) mais sans identification de *Toxoptera citricidus*, vecteur le plus efficace de cette maladie ;

– la présence d'insectes et acariens classiques (*Phyllocoptruta oleivora*, *Tetranychus*, cochenilles diverses, punaises).

À la suite de toutes ces études et observations, l'IRFA avait conclu à l'impossibilité d'une culture organisée d'agrumes dans la région de Toamasina à cause de la difficulté de maintenir économiquement un état sanitaire satisfaisant.

## **Fruits tempérés**

Quoiqu'ils occupent une place importante dans l'économie malgache sur certaines régions des hauts plateaux, les fruits tempérés ne constituent pas un programme de recherche proprement dit. Les activités, se limitant à des observations et au suivi des introductions et des multiplications des jeunes plants, sont plutôt entreprises par le service de l'agriculture (MPARA).

## **Fruitiers divers**

D'autres fruits ont fait également l'objet de recherches dans les stations de Mahajanga et de Toamasina. Elles consistaient en observations de collections et en études limitées de comportement.

### **Le papayer**

Les variétés de table hawaïennes Sunrise et Solo, ainsi que celles à papaine et la Red Panama ont été introduites et mises en observation.

### **Le mangoustanier**

La gestion d'un petit verger préexistant à l'installation de l'IFAC ainsi que l'implantation sous forme de semis d'une nouvelle parcelle de 150 arbres ont été mises en place à la station d'Ivoloina. La tentative de mise au point d'une méthode de greffage a échoué ; le pouvoir germinatif de la graine était, de surcroît, de courte durée.

### **Le goyavier**

Une collection de variétés antillaises à partir, soit de plants de semis, soit de boutures, a été mise en place.

### **Les grenadilles**

Les deux variétés, jaune et violette, ont été l'objet d'études de comportement.

## **Utilisation des résultats et perspectives**

L'utilisation des résultats de recherche ainsi que les propositions d'orientation sont présentées par espèce fruitière.

### **Le bananier**

L'application des acquis de la recherche au niveau des plantations a permis le démarrage très encourageant de la culture bananière, conduisant à une amélioration de la production. Mais si la quantité de bananes exportées a atteint son maximum, qui était de 32 000 tonnes en 1966, elle a accusé une baisse de 20 000 tonnes en 1970.

Cette situation résulte principalement d'une réduction de la superficie cultivée, due non seulement à la disparition des blocs industriels mais aussi à l'ensablement des bas-fonds, obligeant les planteurs à remonter vers les tanety.

Cette baisse de la production fait suite également, soit à la non-poursuite, soit au non-respect des pratiques culturelles préconisées auparavant.

Cela constitue un problème très préoccupant pour l'UCOFRUIT, centre de pré vulgarisation en liaison avec la recherche.

L'établissement d'un diagnostic précis, visant à identifier les facteurs impliqués (économiques, sociaux, humains et techniques), s'avère nécessaire. Il permettra de proposer les mesures appropriées pour lever les différents obstacles.

Une réactualisation des études sur l'aptitude d'autres zones bananières complémentaires de la côte est serait intéressante. Les régions de Maroantsetra et d'Antsiranana, par exemple, possèdent un sol et un climat qui sont jugés favorables à la culture bananière. La zone est bien abritée et permet de lutter contre les passages cycloniques.

L'UCOFRUIT déplorant une dégradation certaine de la technique de base de la culture bananière, la reconsidération d'une telle situation sera

facilitée par :

- la réinstallation d'une recherche d'accompagnement, sur la station d'Ivoloina ou dans d'autres sites ;
- la mise en place de parcelles de démonstration ;
- la reprise, en contact avec une équipe réduite de vulgarisateurs.

Les aspects techniques intéresseraient les problèmes :

- de préparation du sol à la plantation ;
- du contrôle sanitaire contre le charançon et les nématodes ;
- d'ocilletonnage et des soins aux régimes.

Enfin, une meilleure connaissance de la culture et une large diffusion des variétés de bananes plantains reconnues à Madagascar contribueraient à une diversification des sources alimentaires de la population. En effet, elles pourraient être prisées davantage à la place du riz dans certaines régions de l'île pour pallier les pénuries enregistrées lors de la période de soudure.

## **Les letchis**

Cette espèce fruitière occupe une place particulière dans la mesure où elle est source de devises. A ce titre, elle devrait se trouver inscrite dans les priorités du plan de développement comme le riz, le café, le girofle et la vanille...

Pour augmenter le volume d'exportation, un tel objectif nécessite :

- l'intensification de la prospection et l'étude de types locaux intéressants, notamment pour la précocité ou la grosseur de fruit et du noyau ;
- le renforcement des moyens permettant à la station d'Ivoloina de jouer le rôle de structure d'accueil convenable pour les introductions ;
- la rénovation progressive du verger actuel de la zone de Brickaville à Fénérive ;
- l'incitation à la constitution de petites parcelles ou vergers structurés, plus propices à l'appropriation de certaines techniques de culture, de conduite et de récolte ;
- l'étude comparative de comportement quant à la précocité, au rendement, à la tenue aux vents, d'arbres obtenus par greffage ou par marcottage ;
- le contrôle de l'extension de problèmes parasitaires sur les feuilles et branchettes déjà signalés par des entomologistes ;

- l'exploitation de toute la littérature scientifique et technique étrangère sur les aspects plus fondamentaux des mécanismes de floraison, ainsi que la conduite d'essais sur l'utilisation des régulateurs de croissance, sur le problème d'étalement des récoltes et sur le phénomène d'alternance des récoltes ;

- l'évaluation du potentiel réel en litchis présenté par certaines zones, comme Joffre-Ville ;

- la prise en considération enfin des problèmes, même de ceux qui ne relèvent pas de la recherche : difficulté à assurer l'évacuation de produits, besoins non satisfaits en matière de vulgarisation, installation d'usines de transformation...

## **Le manguier**

En l'absence d'une diffusion effective et structurée des variétés étrangères et locales antérieurement sélectionnées à Mangatsa, leur cession n'a pas pu être effectuée.

La mise en œuvre d'une telle perspective de diffusion nécessite :

- d'une part, la valorisation de la production des variétés existantes (Lava, Rano, Bory, Vato, Diégo...) dans l'Ouest, avec une orientation vers la transformation et le conditionnement des produits ;

- d'autre part, des recherches d'accompagnement qui seraient axées principalement :

- sur la poursuite de la sélection à partir de la collection de la station de Mangatsa ;

- en protection sanitaire, sur l'inventaire des chenilles mineuses, cochenilles et autres insectes, sur la vérification de l'absence de cecidomyies des feuilles et fleurs ainsi que sur celle de l'agent causal de la bactériose du manguier et, enfin, sur l'identification des agents responsables du dessèchement des panicules floraux.

## **L'ananas**

L'amélioration variétale ne nécessiterait pas de recherches nouvelles mais un rappel des techniques culturales de base mettant l'accent sur l'utilisation d'un matériel végétal de meilleure qualité ; la maîtrise de l'induction florale et le contrôle des parasites s'avèrent indispensables.

Par conséquent, la mise en place de parcelles de démonstration contribuerait à une meilleure diffusion des acquis techniques et donc à la relance de la production.

L'association de cultures et la mise en œuvre d'une lutte plus intégrée contre les parasites ne seraient que bénéfiques pour le paysan.

## **L'avocatier**

Un programme sur l'avocatier, même à un niveau très modeste, devrait être inscrit et retenu dans le plan national de développement du fait :

- de l'importance de l'avocat sur le plan alimentaire, sa richesse vitaminique et sa valeur alimentaire étant incontestables ;
- de son importance sur le plan national ; la population commence à apprécier les fruits, en l'occurrence l'avocat, comme complément appréciable de l'alimentation ;
- de la diversité des sites aptes à son implantation ;
- de l'insuffisance des acquis en matière de recherche multilocale.

Ainsi, le programme doit reprendre le transfert sur le Moyen-Ouest (station de Kianjasoa) de la collection d'avocatiers installée à Ivoloina, réalisée en 1976 mais malheureusement détruite en raison des feux de brousse et du manque de moyens d'entretien (1980-1981). Le maintien de la collection dans les conditions humides de la côte est trop aléatoire à cause de la présence du *Phytophthora*.

Les points dominants du programme sont :

- Allègement des variétés existantes.
- Introduction et prospection locale.
- Etudes multilocales de comportement.

## **Les agrumes**

Les orientations futures ont été retenues.

- Mise en place de nouvelles plantations dans les différentes zones favorables à l'agrumiculture tout en tenant compte des nouveaux acquis de la recherche extérieure.
  - Plateau central (mandarinier - oranger) ;
  - Ouest (Morondava - Toliary) : lime et citronnier ;
  - Côte est : pomelo - citronnier - tangelo.
- Transfert progressif de l'expérimentation et de la multiplication dans des régions plus adaptées autres que la station d'Ivoloina.
- Choix minutieux de porte-greffes en fonction de leur sensibilité aux diverses maladies et à la nature du sol.

- Introduction préalable de semences sélectionnées en provenance des Etats-Unis ou de la Corse pour la production de porte-greffes.
- Implantation d'un parc à bois pourvoyeur de greffons rigoureusement contrôlé.
- Production des plants greffés avec toutes les garanties d'authenticité variétale et de certification sanitaire.
- Réhabilitation du verger des hauts plateaux, où l'on constate la présence du greening.

En engageant un programme de lutte biologique contre le vecteur de la maladie, et en renouvelant le parc à bois pour pouvoir disposer d'un matériel végétal sélectionné, il conviendra de prendre en compte tous les aspects sanitaires dans les diverses zones où les agrumes sont cultivés.

Le rôle des vulgarisateurs est déterminant pour le contrôle des maladies fongiques classiques des feuilles et des troncs contre lesquelles existent des traitements reconnus efficaces.

## **Pêcher et pommier**

Pour le pêcher et le pommier, les opérations à entreprendre devront viser à :

- l'enrichissement des gammes variétales existantes par l'introduction de variétés, entre autres celles peu sensibles au froid, dans le but d'élargir la zone de culture et d'étaler les périodes de production. Notons dans le cas du pommier, le cultivar Anna accompagné de ses pollinisateurs. Pour le pêcher, des variétés de Floride seraient recommandées ;
- la production d'un matériel végétal garanti, sain, indemne de maladies, notamment celle de la dégénérescence, causées par des virus ;
- l'inventaire des principales maladies et des parasites affectant les arbres et à la protection systématique par utilisation de matériel végétal résistant, par traitement chimique et encore par des moyens habituels de lutte, telles que les techniques appropriées de plantation et de conduite des arbres ;
- inciter à l'arrachage des plantations devenues improductives, qui sont des foyers de maladies et de ravageurs, particulièrement actifs sur le pommier (variétés étrangères ou pommes douces) dans le Vakinankaratra.

## Références bibliographiques

- AUBERT, E. ; MOREUIL, C., 1971. Climats et cultures fruitières en zones tropicales et subtropicales. [s.l.], [s.n.].
- BEUGNON, M., 1971. Inondations en bananeraies dans la région de Tamatave à Madagascar. *Fruits*, 26 (9), p. 557-580.
- BEUGNON, M., 1974. Blessures des bananes avant la récolte des régimes (région de Tamatave, Madagascar). *Fruits*, 29 (1), p. 17-22.
- BEUGNON, M. ; ROBIN, J., 1971. Relation entre la température et l'allongement des gaines foliaires du bananier. *Fruits*, 26 (9), p. 563-568.
- BEUGNON, M. ; VILARDEBO, A., 1973. Les nématodes du bananier à Madagascar. Aspects du problème et son importance économique. *Fruits*, 28 (3), p. 607-612.
- BEUGNON, M. ; VILARDEBO, A., 1974. Etude comparée des nématicides DBCP, prophos et phénamiphos à Madagascar. *Fruits*, 29 (12), p. 785-789.
- BOURDEAULT, J. ; MOREUIL, C., 1970. Le mangoustanier, ses possibilités de culture en Côte d'Ivoire et à Madagascar. *Fruits*, 25 (4), p. 223-245.
- BOURIQUET, G. ; BATAILLE, J., 1958. Deux champignons parasites du bananier à Madagascar. *Montpellier*, 13 (2).
- BOVE, J. ; CASSIN, J., 1968. Problème de l'agrumiculture malgache. Compte rendu de mission, octobre-novembre 1968. [s.l.], [s.n.], 52 p.
- BRUN, J., 1966. Mission de phytopathologie à Madagascar. [s.l.], [s.n.].
- BRUN, J., 1968. Rapport de mission de phytopathologie. [s.l.], [s.n.].
- BRUN, J., 1970. Rapport de mission effectuée à Morondava et à Tamatave. [s.l.], [s.n.].
- BRUN, J., 1970. Rapport de mission de phytopathologie effectuée à Madagascar. [s.l.], [s.n.].
- BRUN, J., 1971. Le scab des agrumes. [s.l.], [s.n.].
- CASSIN, J., 1972. Ferme d'Etat agrumicole de Bezezika. Problèmes techniques. Possibilités d'amélioration. [s.l.], [s.n.].
- CHAMPION, J., 1965. Etude des zones favorables à la culture de la banane d'exportation à Madagascar. Pré-rapport. [s.l.], [s.n.], 52 p.
- CHAMPION, J., 1968. Colloque sur la fertilité des sols tropicaux (Antananarivo, 19-25 novembre 1967). *Fruits*, 23 (1), p. 45-50.
- CHAMPION, J., 1970. Problèmes bananiers à Madagascar. [s.l.], [s.n.], 22 p.
- CHAMPION, J. ; GODEFROY, J., [s.d.]. Etude des zones favorables à la culture de la banane d'exportation. [s.l.], [s.n.], 26 p.
- DEULLIN, F. ; TRUPIN, F., 1965. Transport maritime des litchis. *Fruits*, 20 (7), p. 341-343.
- FOUQUE, A., 1974. Rendements de quelques variétés de mangues à Madagascar. *Fruits*, 29 (6), p. 462-481.
- FROSSARD, P., 1960. La gommosse à *Phytophthora* des agrumes en régions tropicales. [s.l.], [s.n.].
- GILBERT, H. ; PRALORAN, J.C., 1971. Possibilités d'implantation de vergers d'orangers sur les hauts plateaux de Madagascar. [s.l.], [s.n.], 44 p.
- GODEFROY, J., 1965. Mission de reconnaissance pédologique des zones favorables pour l'établissement de bananeraies dans la région de Diégo-Suarez. [s.l.], [s.n.], 20 p.
- GODEFROY, J., 1965. Etude des sols de la région de Maroantsetra en vue de la création de bananeraies. [s.l.], [s.n.], 96 p.
- GODEFROY, J., 1966. Les sols de la station IFAC d'Ivoina. [s.l.], [s.n.], 66p.
- GODEFROY, J., 1968. Les sols des vergers d'agrumes des stations IFAC Cameroun, Côte-d'Ivoire et Madagascar. [s.l.], [s.n.].
- GODEFROY, J., 1988. Observations sur l'environnement de quelques plantes améliorantes dans un sol d'alluvions de Madagascar. *Fruits*, 43 (7-8), p.439-445.
- GODEFROY, J. ; ROBIN, J., 1968. Etude agropédologique des sols de la station IFAC d'Ivoina, à Madagascar. *Fruits*, 23 (3), p. 151-170.
- KILIAN, J., 1970. Etudes des sols tourbeux et semi-tourbeux utilisés en culture bananière dans la région de Tamatave. *Fruits*, 25 (1), p. 35-45.
- LAROUSSILHE, F. DE, 1959. Rapport de mission d'information fruitière à Madagascar. [s.l.], [s.n.].

- LEFEBVRE, A., 1968. L'introduction des variétés commerciales de manguiers à Majunga. [s.l.], [s.n.].
- LEFEBVRE, A., 1968. Les fruitiers divers à Majunga. [s.l.], [s.n.].
- LEFEBVRE, A., 1971. Le manguiers à Majunga. [s.l.], [s.n.].
- LEFEBVRE, A., 1972. L'orangerie d'Ambalanjana. [s.l.], [s.n.].
- LEFEBVRE, A., 1973. Introduction des variétés améliorées de mangues à Majunga (Madagascar). *Fruits*, 28 (9), p. 643-647.
- MONTAGNAC, P.R., 1952. Le figuier dans le sud-ouest de Madagascar. *Fruits*, 29 (6), p. 513-523.
- MOREAU, B., 1971. Essais d'herbicides en bananeraie à Madagascar. *Fruits*, 21 (5), p. 349-351.
- MOREAU, B., 1973. Culture bananière à Madagascar. *Fruits*, 28 (9), p. 613-616.
- MOREAU, B., 1974. Inventaire et contrôle des principales adventices en bananeraie sur la côte est de Madagascar. *Fruits*, 29 (11), p. 739-744.
- MOREAU, B., 1976. Développement du cultivar « américain » dans les conditions de la côte est de Madagascar. *Fruits*, 31 (2), p. 83-92.
- MOREAU, B. ; ROBIN, J., 1972. Un essai de fumure potassique et magnésienne sur bananiers à la station d'Ivoloina (Tamatave, Madagascar). *Fruits*, 27 (9), p. 595-602.
- MOREUIL, C., 1965. Litchis. Campagnes d'exportation. [s.l.], [s.n.].
- MOREUIL, C., 1965. Travaux et observations sur litchi. [s.l.], [s.n.].
- MOREUIL, C., 1968. Inventaires fruitiers à Ivoloina. [s.l.], [s.n.].
- MOREUIL, C., 1971. Situation actuelle des cultures fruitières à Madagascar. Carte des cultures. [s.l.], [s.n.].
- MOREUIL, C., 1971. Culture de la grenadille à Madagascar. [s.l.], [s.n.].
- MOREUIL, C., 1971. Le litchi : observations sur les essais. [s.l.], [s.n.].
- MOREUIL, C., 1971. Approvisionnement en légumes des marchés communaux de Tana. [s.l.], [s.n.].
- MOREUIL, C., 1971. Dispositifs de cultures (tests extérieurs). Station Ivoloina à Madagascar. [s.l.], [s.n.].
- MOREUIL, C., 1971. Notes brèves sur quelques espèces fruitières de la côte est de Madagascar. *Fruits*, 26 (1), p. 53-63.
- MOREUIL, C., 1972. Avant-projet des cultures des agrumes dans la préfecture de Majunga. [s.l.], [s.n.].
- MOREUIL, C., 1973. Quelques observations et essais sur le litchi. *Fruits*, 28 (9).
- MOREUIL, C., 1974. L'approvisionnement fruitier des marchés de Tamatave. *Fruits*, 29 (7-9), p. 531-536.
- MOREUIL, C., [s.d.]. L'agriculture à Madagascar (Note pour la 6<sup>e</sup> Conférence de virologie). [s.l.], [s.n.].
- ROBIN, J., [s.d.]. Manuel du planteur de bananes à Madagascar. Ny fomba vaovao fambolena akondro eto Madagasikara. [s.l.], [s.n.], 69 p.
- SEGHET, M., 1953. Quelques parasites des cultures fruitières observées à Madagascar. *Fruits*, 8 (6), p. 270-272.
- TRUPIN, F., 1965. Ananas. Evolution générale. [s.l.], [s.n.].
- TRUPIN, F., 1966. Bilan de deux campagnes d'exportation de litchis de Madagascar. *Fruits*, 21 (9), p. 495-500.
- TRUPIN, F., 1968. Tournée agrumicole dans la région de Morondava. [s.l.], [s.n.].
- VILARDEBO, A. ; AUBERT, B. ; BEUGNON, M., 1972. Techniques expérimentales et progrès dans la lutte contre les nématodes en culture bananière. *Phytiatrie et Phytopharmacie*, 21.

# Phytopathologie

La division de pathologie végétale a pour mission de concevoir et d'élaborer des opérations qui doivent aboutir à des résultats précis contribuant au développement.

- Etudier les maladies des cultures existantes.
- Trouver des moyens de lutte efficaces et rentables (pratiques et économiques, éventuellement divers).
- Maintenir la nuisibilité à un seuil économiquement tolérable.
- Préserver les cultures de l'introduction de nouvelles maladies.
- Inventorier et mettre à jour les pathologies existantes.

## Historique et étapes de la recherche

En 1946, Bouriquet apporta les fruits de ses observations et de ses recherches sur les maladies dont il avait lui-même constaté la présence à Madagascar. Elles ont été classées d'après les végétaux attaqués (plantes industrielles, arbres fruitiers, plantes potagères et ornementales). Le laboratoire de phytopathologie a été installé à Ambatobe en 1954. Les tâches assumées sur le plan phytosanitaire ont été nombreuses.

De 1956 à 1961, l'inventaire des problèmes à résoudre à Madagascar pour dégager un projet d'organisation des recherches aboutit à un rapport qui présentait une étude très exhaustive des problèmes, et à l'établissement d'une liste des parasites présents à Madagascar.

L'équipe était composée de chercheurs résidant à l'étranger ou travaillant sur place.

De 1968 à 1974, une équipe de virologie formée à l'université (ENSA) s'est spécialisée dans la mosaïque de la canne à sucre, le virus de la mosaïque des tabacs et la maladie bronzée de la tomate.

## Résultats acquis

L'ensemble des résultats concernant la phytopathologie intéresse douze plantes : le riz, le caféier, le poivrier, le vanillier, le cotonnier, le soja, le sorgho, le maïs, le blé, les légumineuses à graines, le manioc et l'arachide.

Ces résultats sont répertoriés par plante, mais le tabac et la canne à sucre, qui n'ont pas été inclus, feront l'objet d'une rubrique particulière.

### La canne à sucre

#### Inventaire des maladies et troubles

Seize types de maladies ont été inventoriés pour la culture de la canne à sucre.

- Maladie de Fidji, signalée en 1954.
- Rabougrissement des repousses, observé en 1958.
- Stries chlorotiques, signalées en 1952.
- Mosaïque, observée en 1952.
- Echaudure des feuilles, signalée en 1936.
- Gommose, observée en 1952.
- Charbon.
- Maladie de l'ananas, signalée en 1952.
- Morve rouge, signalée en 1922.
- Pokkah boeng, signalée en 1936.
- Pourriture sèche des souches, signalée en 1956.
- Stries rouges et pourriture du cœur, signalées en 1957.
- Galles foliaires de la côte ouest, signalées en 1959.
- Maladies mineures.
- Rouille, observée en 1962.
- Nématodes.

### Résultats vulgarisables en défense des cultures

La protection des cultures contre les principales maladies de la canne à sucre est centrée sur :

- la plantation des variétés résistantes ;
- les traitements préventifs par thermothérapie contre certaines viroses et bactérioses ;
- les traitements fongicides préventifs contre les agents de pourriture des boutures.

### Variétés résistantes

Dans toute la région contaminée par la maladie de Fidji, sur la côte est, il est obligatoire de ne plus cultiver que des variétés résistantes à cette virose, autorisées par arrêté gouvernemental.

Il est très recommandé de ne pas cultiver certaines variétés très sensibles aux maladies suivantes :

- le « leaf scald », dû à une bactérie, *Xanthomonas albilineans* (Ash.). En présence de cette bactérie, les cannes sensibles se dessèchent complètement (symptôme d'échaudement). La maladie est répandue dans tout Madagascar ;
- la gommose, due à une bactérie, *Xanthomonas vasculorum* (Cobb) ;
- la mosaïque, virose présente dans les zones où l'on cultive des variétés anciennes et sur les hauts plateaux.

Les résultats des essais variétaux de résistance (1964) sont répertoriés dans le tableau qui suit.

Maladies	Fidji	Echaudure	Gommose	Mosaïque
Variétés recommandées	Co 290 CP 44 101 M 165.38 M 63.39 M 31.45 M 202 46 Pindar Q 50 Q 57 Ragnar R 331 S 17 Trojan	N Co 310 B 4362 Pindar Q 57	Toutes les variétés modernes	Toutes les variétés modernes
Variétés dont la culture est interdite (Fidji) ou déconseillée	Toutes les variétés non signalées ci-dessus	Azul B 34 104 H 37 1933	Louisier	Louisier

production végétale

### ***Traitements des boutures par thermothérapie***

Ces traitements permettent d'éliminer diverses maladies.

- Le rabougrissement des repousses

La bactérie est détruite par immersion des boutures de plantation dans l'eau à 50 °C pendant trois heures. Le traitement doit être fait avec une très grande précision parce que, en raison de la longue durée du traitement, la température de 50 °C est le seuil de destruction du pouvoir germinatif des boutures.

- Les stries chlorotiques

Maladie très répandue sur la côte est, elle se manifeste par de longues stries chlorotiques que l'on observe facilement sur les feuilles. Elle provoque :

- une baisse du tonnage ;
- une perte en sucre ;
- une mauvaise reprise des souches après coupe ;
- une mauvaise germination des boutures.

Pour éliminer l'agent pathogène encore inconnu, il faut tremper les boutures dans de l'eau à 50 °C pendant une demi-heure.

### ***Traitements fongicides à la plantation***

Il faut traiter préventivement les boutures avant plantation par immersion dans un bain de fongicides appropriés.

### ***Etude des problèmes pathologiques d'importance économique***

#### ***Test de Fidji à Menarano Brickaville***

Les variétés nouvellement introduites sont testées à Menarano contre la maladie de Fidji après mise en quarantaine en plein air à Alaotra. Après constatation par les services compétents en matière de défense de culture, un arrêté sera publié, complétant la liste des variétés de canne à sucre dont la culture est autorisée dans la zone contaminée par la maladie de Fidji. Actuellement, la liste des variétés dont la culture est autorisée dans la zone contaminée est complétée par l'arrêté n° 5093/87.

#### ***Introduction des variétés nouvelles***

Les nouvelles variétés introduites sont mises en quarantaine en serre et en plein air, avec suivi, contrôle et détermination des maladies apparues durant la quarantaine.

#### ***Prestation de service***

Des missions de contrôle et de prospection phytosanitaire sont assurées auprès des cinq sucreries (épidémiologie des maladies courantes).

## **Le tabac**

### **Inventaire des maladies et troubles**

Les principales maladies du tabac inventoriées sont :

- Oïdium (1932).
- Flétrissement bactérien (1934).
- Flétrissement fusarien (1960).
- Fontes de semis (1960).
- Fontes à rhizoctone (1960).
- Kroepeck (1934) ou enrroulement.
- Rosette ou tabac « Boka » (1932).
- Mosaïque (1932).
- Alternariose (1934).
- Cercosporiose (1960).
- Pourriture des feuilles au séchoir (1959).
- Frenching et polyphyllie (1960).
- Flétrissement du bourgeon terminal (1960).
- Nématodes (1932 et 1959).

### **Résultats vulgarisables en matière de défense des cultures**

Les interventions chimiques contre les ennemis du tabac sont rentables.

#### ***En pépinière***

- Nématodes (*Meloydogine* sp.)

La lutte contre les nématodes est basée sur la désinfection des semis pour produire des plants sains et sur la rotation culturale avec une plante non hôte pour diminuer le taux de contamination des champs.

La désinfection des semis peut se faire par un produit nématicide. Le traitement doit se faire quinze jours à trois semaines avant le semis.

- Fonte des semis

Le lutte contre les fontes des semis repose sur l'amélioration des conditions de production — arrêt des arrosages, augmentation du drainage, diminution de l'ombrage — et sur les traitements chimiques.

- Mosaïque et autres viroses

Les moyens utilisés sont :

— la désinfection des terreaux ou l'utilisation de terre neuve, chaque année, n'ayant pas servi à la végétation du tabac ou de la tomate depuis au moins deux ans ;

- l'utilisation de graines propres, débarrassées de tout débris végétal ;
  - la lutte contre les mauvaises herbes sur les planches et dans leur voisinage ;
  - le contrôle des jeunes semis : enlever délicatement toute plante infectée ainsi que les voisines, ne pas utiliser pour le repiquage des zones où les semis paraissent trop infectés ;
  - le nettoyage des mains au savon et à l'eau courante le plus souvent possible au cours du repiquage ;
  - le respect d'une intercampagne sans tabac ni débris de récolte.
- Il ne faudrait pas fumer, ni chiquer, ni toucher une plante infectée pendant le travail de repiquage.

### **En champ**

#### • Oidium

La lutte préventive consiste en techniques culturales spécifiques (épamprément sévère) et en traitements chimiques (en fin d'après-midi pour éviter les brûlures sur les feuilles).

#### • Flétrissements

La lutte contre les flétrissements du tabac, notamment la fusariose et la bactériose, est préventive, et consiste en l'emploi de variétés résistantes.

#### • Mosaïque

Durant les premiers stades de la végétation en champ, enlever toute plante atteinte et remplacer la terre qui risque d'être contaminée au pied par un peu de terre vierge avant de replanter.

Au moment de l'écimage, commencer par les plantes saines d'abord, conserver toutes les plantes infectées, qui seront écimées par une seule personne.

Eviter la contamination par les tomates.

#### • Kroepeck, rosette et autres viroses

Durant les premiers stades de la végétation en champ, enlever toutes les plantes atteintes pour éviter l'extension de la maladie, qui peut être très rapide, et éliminer les tabacs sauvages et les rejets après récolte.

### **Etude des problèmes pathologiques d'importance économique**

Des contrôles phytosanitaires des régions productrices de tabac ont été réalisés en collaboration avec l'organisme responsable de la culture du tabac à Madagascar, l'Office malgache des tabacs.

Suivant les zones et les types de culture, on a pu recenser les principales maladies présentant une certaine importance économique. Les moyens de lutte ont aussi été préconisés au fur et à mesure de l'identification des problèmes.

#### **Zone Itasy**

Variétés cultivées : Misionero, Maryland.

Problèmes pathologiques : bigamme, fusariose, oidium.

#### **Zone de Miandrivazo**

Variétés cultivées : Burley 21, Burley 27, Samsun, Corsé, Burley Cuhors, Kentucky 9.

Problèmes pathologiques :

– en pépinière : cercosporiose, alternariose, nématodes. Le moyen de lutte préconisé est de désinfecter le sol avec une solution de dithiocarbamate (zinèbe 300 g/100 l d'eau) ou avec du bromure de méthyle, et le traitement de semences avant semis est vivement conseillé (nitrate d'argent au millième) ;

– en plantation : la fusariose et les nématodes représentent le principal problème. Comme moyens de lutte, on a préconisé, contre la fusariose, l'utilisation des variétés résistantes, ou la pulvérisation de Benlate à 50 % de m.a., à raison de 200 g de p.c./hl, et contre les nématodes, l'utilisation de variétés peu sensibles et la pratique d'une rotation culturale ainsi que l'apport de fumier de ferme. Le traitement des pépinières est nécessaire.

#### **Zone de Mabajanga**

Variétés cultivées : Corsé, Virginie.

Problèmes pathologiques : très nombreux, les plus importants étant la fusariose, l'oidium, le kroepack, la mosaïque, la bactériose.

#### **Introduction de 16 variétés de tabacs de cape**

Seize variétés de tabac de cape ont été introduites en vue de faire un test de comportement phytosanitaire sur la côte est de l'île. Certaines variétés sont déjà testées en milieu paysannal à moyenne échelle. Les études technologiques de ces variétés sont sous la responsabilité de l'OFMATA.

Les problèmes phytosanitaires rencontrés dépendent de la nature du sol. Ainsi, sur alluvion riche en limon sableux prédomine le nématode, pour le balboho argileux, la fonte de semis est à craindre ; sur sol de sous-bois sur collines, constitué d'une couverture de débris organiques, le *Fusarium*, le *Corticium* forment la majorité de la flore.

Il est à remarquer que sur les feuilles s'observent des attaques de *Cercospora* et d'*Alternaria*.

# Utilisation des résultats et perspectives

## La canne à sucre

### *Poursuite de l'introduction des nouvelles variétés*

L'introduction se fait suivant la demande des sucreries ou de tout autre organisme (variétés susceptibles de les intéresser). Les pays créateurs peuvent céder leur matériel végétal soit gracieusement soit sur contrat accepté par le demandeur, et doivent fournir les fiches techniques correspondantes.

### *Cession de variétés de canne à sucre*

A leur demande, la division peut céder des variétés de canne à sucre aux sucreries et aux planteurs privés.

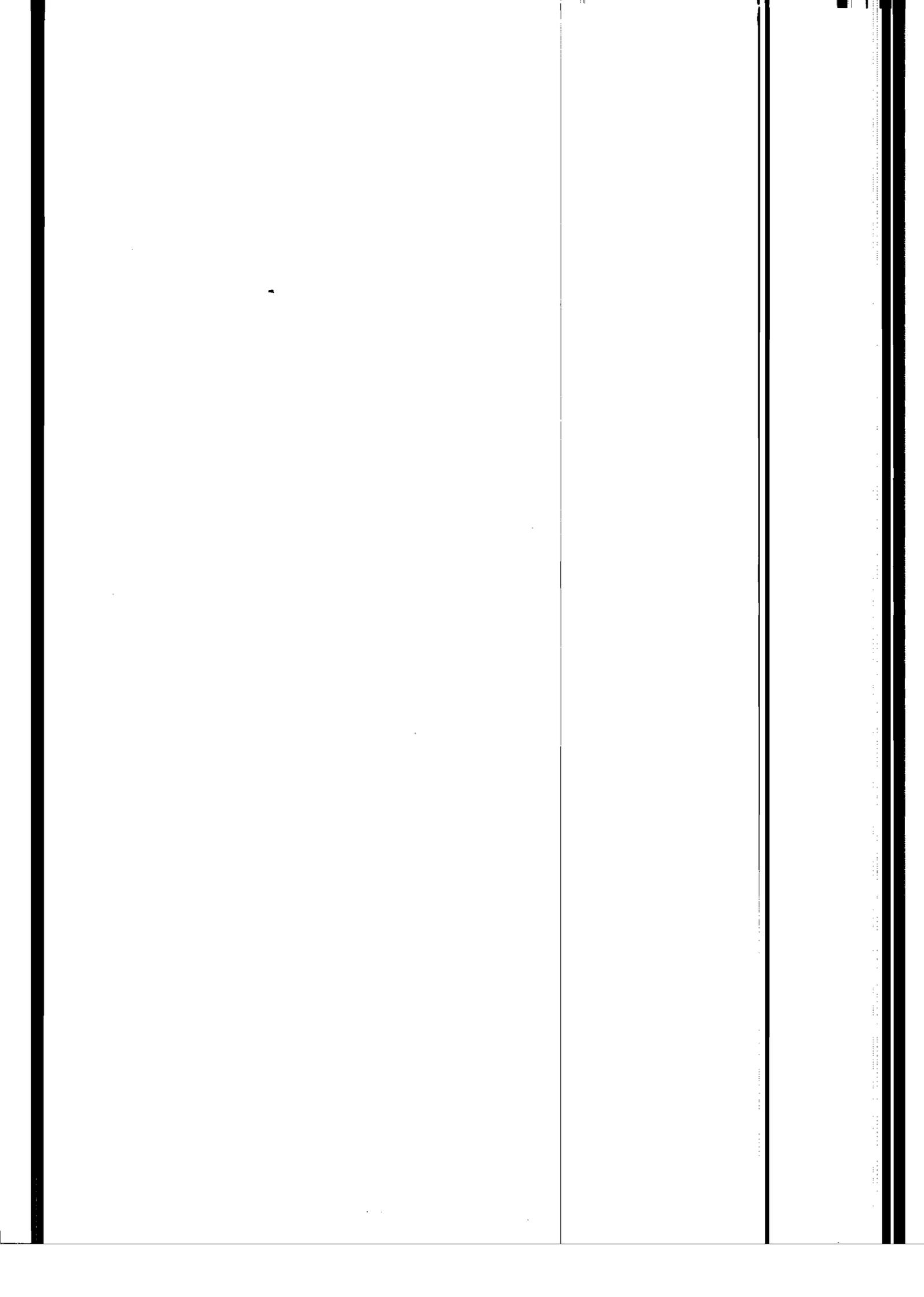
## Le tabac

En collaboration avec l'OFMATA, les programmes envisagés concernent :

- la production de semences saines des variétés performantes en milieu contrôlé ;
- les tests de comportement phytosanitaire à grande échelle et en milieu paysannal pour les deux régions, ceci pour les variétés retenues (essais multilocaux) ;
- l'étude technologique de ces variétés ;
- l'étude sur la situation actuelle de la mosaïque, qui prend une importance grandissante dans certaines plantations.

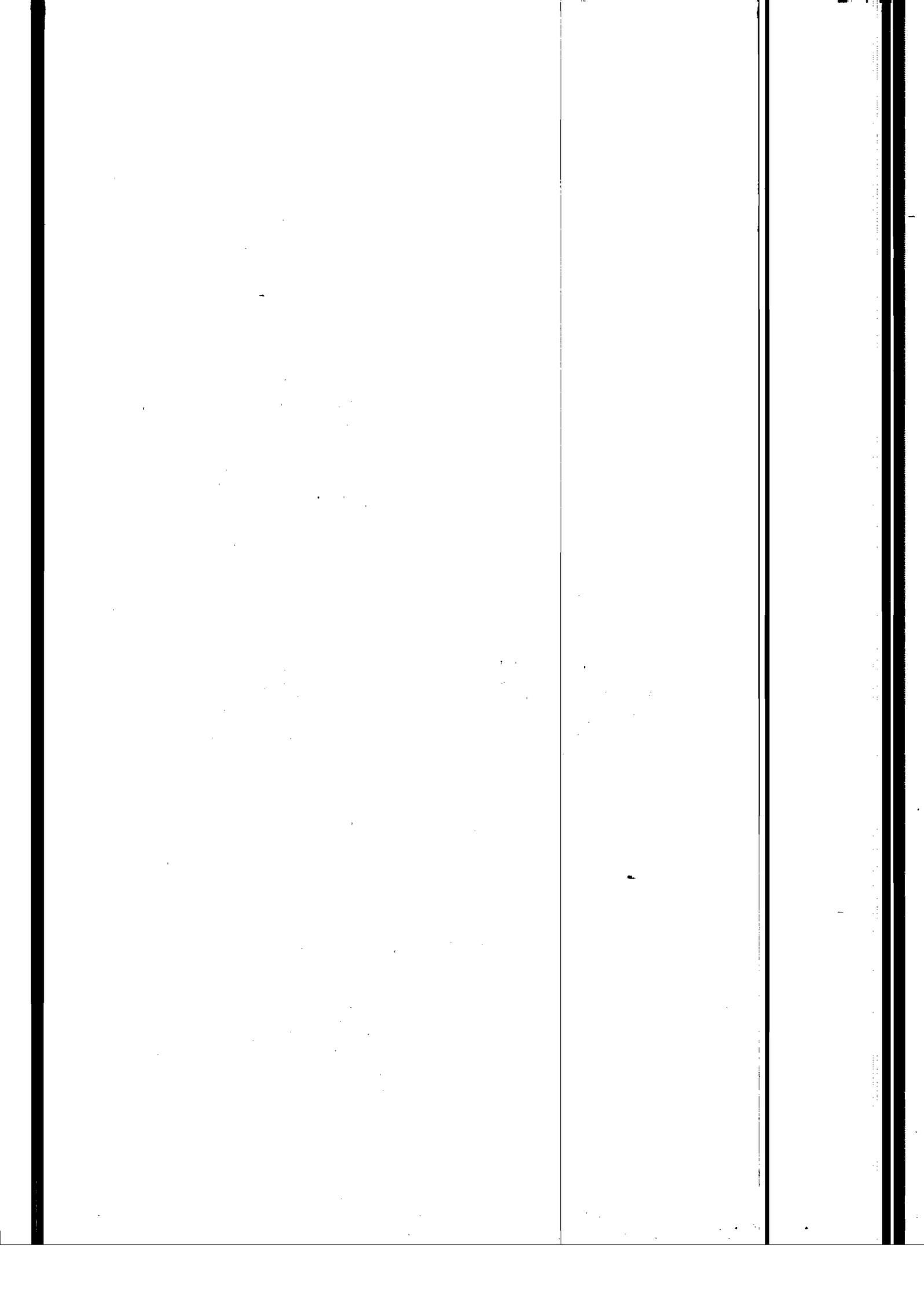
## Références bibliographiques

- ANTOINET, R., 1957. Le traitement des boutures de canne dans la lutte contre la maladie du rabougrissement des repousses. La Revue Agricole et Sucrière de l'île Maurice, 36 (1), p. 31-38.
- ARION, G., 1955. La maladie de Fidji de la canne à sucre. La Revue Agricole et Sucrière de l'île Maurice, 34 (1), p. 28-34.
- BAUDIN, P., 1960. Les maladies des tabacs dans le Betsiriry. Antananarivo, IRAM, 31 p. (Document IRAM n° 2).
- BAUDIN, P., 1964. Recommandations vulgarisables en matière de défense des cultures à Madagascar. Bulletin de l'IRAM (25), 63 p.
- BAUDIN, P., 1988. Phytopathologie à Madagascar. Première partie : Bilan des recherches agronomiques effectuées à Madagascar avant 1974. Paris, CIRAD, 28 p.
- BAUDIN, P., 1988. Phytopathologie à Madagascar. Deuxième partie : Situation actuelle et perspectives d'avenir. Paris, CIRAD, 41 p.
- CIRAD-IRAT, 1987. Bilan de dix ans de recherche du département de la recherche agronomique, 1975-1985. Antananarivo, FOFIFA, 99 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1988. Bilan des travaux de recherche effectués par la division pathologie végétale. Antananarivo, FOFIFA, 10 p.
- GOARIN, P., 1959. Lutte contre l'oïdium du tabac dans la région du lac Alaotra. Bulletin de l'IRAM (3), p. 151-153.
- NORTH COOMBES, G.A., 1954. Sugarcane research in Mauritius in 1952. La Revue Agricole et Sucrière de l'île Maurice, 33 (1), p. 28-43.
- RASOLOFO, R., 1988. Rapport en cours d'exercice, canne à sucre, 1987-1988. Antananarivo, CENRADERU, 13 p.
- RASOLOFO, R. ; NARY, F. ; RAKOTOMALALA, G. ; RABARIJOELA, P.C., 1982. Rapport de tournée phytosanitaire concernant la culture du tabac dans les zones de l'Itasy, Miandrivazo et Mahajanga. Antananarivo, CENRADERU, 19 p.
- RASOLOFO, R. ; RALIARISON, V.A., 1971. Les maladies des cultures à Madagascar : 1961 à 1971. Antananarivo, IRAM, 182 p.
- RASOLOFO, R. ; RALIARISON, V.A. ; DADANT, R. ; BAUDIN, P., 1986. Les maladies des cultures à Madagascar. (Première et deuxième parties). Antananarivo, FOFIFA, 182 p.
- VUONG HUU HAI, 1971. Phytopathologie. In : Canne à sucre. Rapport d'activité, 1970, IRAM. Antananarivo, IRAM, p. 36-50 (Document IRAM n° 27 H).
- VUONG HUU HAI, 1973. Fiches des principales maladies du riz et du tabac, observées à Madagascar. Première partie. Antananarivo, IRAM, 30 p. (Document IRAM n° 363).



# Production animale





# Lait

Selon la FAO, Madagascar produisait 41 000 tonnes de lait frais en 1984. Cette production est insuffisante pour satisfaire la demande de la population. Ainsi, pour la même année, le pays a importé 3 300 tonnes de lait en poudre et de beurre, soit l'équivalent de 22 millions de litres de lait frais, pour une valeur de 5 200 000 dollars US.

Pour enrayer cette hémorragie de devises, il a été décidé de développer l'économie laitière. Il s'agit, en 1990, d'atteindre une consommation annuelle de 7 kilos de lait frais par habitant.

Le problème du choix de la race laitière à exploiter s'est immédiatement posé. Le zébu malgache est, certes, une race très rustique. Mais la production laitière de la vache est faible : de l'ordre de 300 kilos par vache et par lactation. La promotion de la production laitière passe donc par l'utilisation de races exotiques. L'élevage se fera en race pure ou en croisement selon le niveau technique de l'éleveur et les conditions d'environnement.

Il a donc été demandé à la recherche d'identifier les types génétiques les plus productifs dans les diverses conditions de milieu, puis de fixer les souches laitières ainsi définies avant de les proposer à la vulgarisation. A l'heure actuelle, la production laitière est concentrée sur les hauts plateaux.

## Historique et étapes de la recherche

En 1949, un exploitant privé a installé un élevage de bétail Normand dans la région du lac Alaotra (Marololo). Les résultats du suivi de cet élevage ont été publiés en 1968.

En 1962, 4 mâles et 6 femelles zébus Sahiwal, race laitière originaire du Pakistan, ont été importés du Kenya. Les travaux d'études de comportement et de production en race pure et en croisement avec le zébu malgache ont été entrepris jusqu'en 1973 au centre de recherches zootechniques de Miadana et au lac Alaotra. Un croisement à 3 voies, Brune des Alpes x Sahiwal x zébu malgache, entrepris au début des années 70 à l'instar du programme Renitelo, a été abandonné, le Sahiwal s'étant révélé très sensible à la tuberculose.

En 1966 et 1967, l'importation de 4 mâles et de 11 femelles de la race Frisonne, originaires de France, au centre de recherches zootechniques de Kianjasoa a eu les mêmes objectifs de recherche. Seule la monte naturelle a d'abord été utilisée pour la reproduction de ces animaux. A partir de 1972, à l'arrivée de semence congelée en provenance d'Israël, l'insémination artificielle a été jumelée avec la saillie naturelle.

Le croisement Brune des Alpes x zébu malgache a débuté en 1970. A cette occasion, l'étude de la synchronisation des chaleurs a démarré au centre de recherches zootechniques de Miadana.

Par ailleurs, des importations d'animaux de la race Pie Rouge Norvégienne ont été effectuées par un organisme de développement (FIFAMANOR) dans la région de Vakinankaratra.

A l'heure actuelle, les deux opérations d'amélioration de la production laitière concernent le croisement Frisonne x zébu malgache pour les hautes terres et le croisement Brune des Alpes x zébu malgache pour le Nord-Ouest.

## Résultats acquis

Si la génétique constitue l'action principale de ce programme, les études ont aussi porté sur les problèmes d'alimentation et de physiologie. Des enquêtes et des études économiques ont été réalisées dans les différents milieux ruraux. Les résultats intéressant la médecine vétérinaire sont explicités dans la rubrique relative à la santé animale.

### La génétique

Les travaux effectués sur les hautes terres et le dans Nord-Ouest visaient à créer une souche laitière productrice et adaptée aux conditions de ces différents milieux.

### Zone des hauts plateaux

Deux chercheurs de l'ITEMVT ont publié, en 1968, les résultats du suivi de l'élevage en race pure et en croisement de la race Normande. La moyenne des lactations de 300 jours atteint environ 2 000 litres pour les Normandes et les 7/8 Normandes. Les productions des 1/2 et 3/4 Normandes sont légèrement plus faibles. L'étude a montré également l'effet favorable d'un repos de trois mois entre deux lactations.

Les résultats complets du croisement Frisonne x zébu malgache ne sont pas encore disponibles. Néanmoins, les premières conclusions partielles sont en faveur des 3/4 Frisonnes.

Le FIFAMANOR a publié en 1985 les résultats du contrôle laitier qu'il a effectué dans le Vakinankaratra chez les éleveurs de la race Pie Rouge Norvégienne. Les femelles de race pure semblent bien adaptées dans la région.

### Zone du Nord-Ouest

Les croisés Sahiwal s'adaptaient mieux dans le Nord-Ouest que dans l'Alaotra. Néanmoins, ils se sont révélés sensibles à la tuberculose.

Le niveau de production des 1/2 Brunes des Alpes est voisin de celui des 1/2 Sahiwal. Il se situe autour de 1 200 litres par lactation.

L'aptitude laitière des différents types génétiques, établie d'après les expérimentations effectuées dans les diverses zones, est répertoriée dans le tableau qui suit.

*Production laitière en première lactation selon le type génétique*

Zones	Croisement	Sang exotique			
		1/2	5/8	3/4	100 %
Hautes terres	Normande x ZM	1 807		1 703	2 155
	Frisonne x ZM	1 566	1 483	2 173	
	PRN x ZM	1 904 <sup>(1)</sup>		1 579 <sup>(1)</sup>	3 538
Nord-Ouest	Sahiwal x ZM	1 199		1 172	1 340
	BA x ZM	1 252			

(1) : Moyenne générale.

ZM : Zébu Malgache.

PRN : Pie Rouge Norvégienne.

BA : Brune des Alpes.

### Alimentation

La recherche a voulu déterminer les règles d'alimentation et la stratégie d'affouragement du troupeau laitier. Parmi les nombreux travaux effectués

dans toute l'île, il est difficile de faire la part de ce qui se rapporte à la production laitière et de ce qui a trait à la production de viande.

Pour des raisons de commodité dans la présentation, la gestion et l'amélioration du pâturage naturel, ainsi que la valorisation des sous-produits, sont évoquées dans la filière viande ; le pâturage artificiel et les réserves fourragères sont traités dans la filière lait.

### **Le pâturage artificiel**

Les cultures fourragères interviennent peu dans la production de viande à Madagascar. Elles intéressent plutôt les élevages laitiers.

De nombreuses espèces fourragères exotiques ont été introduites à Madagascar. Les résultats des essais de comportement ont permis d'en établir la répartition selon les régions, puis, en fonction des principaux types de sol.

On peut citer certaines des graminées les plus intéressantes :

- *Brachiaria mutica* (herbe de para) : elle est cultivée sur les sols engorgés des baiboho et des bas-fonds ;
- *Brachiaria brizantha* : cette espèce permet de valoriser les sols des plateaux et les colluvions du Moyen-Ouest et des hauts plateaux. Néanmoins, son intégration dans l'assolement est déconseillée car il est ensuite difficile de l'éliminer ;
- *Brachiaria ruziziensis* trouve son terrain de prédilection sur la côte est ;
- *Pennisetum purpureum*, variété Kisozi, permet d'obtenir un rendement élevé sur les colluvions des hauts plateaux et sur tous les sols de la côte est. Sa richesse en matière azotée en fait une des meilleures espèces pour l'enfouragement en vert en fin de saison sèche. Elle peut être utilisée comme haie antiérosive ;
- *Tripsacum laxum* (Guatemala grass) doit être réservée aux exploitations intensives pratiquant la fertilisation ;
- *Setaria sphacelata* résiste aussi à l'engorgement des sols et peut se substituer au *Brachiaria mutica*. Elle permet donc d'intensifier l'élevage dans les zones humides de l'Est et du Centre-Est ;
- les sorghos fourragers, grâce à leur faible exigence en eau, permettent d'avoir du fourrage vert en saison sèche dans le cas d'une culture dérobée après le maïs ou en contre-saison ;
- l'avoine, cultivée en contre-saison sur les rizières des hauts plateaux, permet d'améliorer l'alimentation des vaches laitières en saison sèche ;
- *Melinis minutiflora*, en raison de son adaptation aux sols pauvres, avait été introduit dans l'assolement sur les hauts plateaux.

Parmi les légumineuses :

- *Stylosanthes guyanensis* et *Stylosanthes hamata* peuvent être intégrés dans l'assolement avec le maïs. Ils permettent dans ce cas d'améliorer la fertilité des sols. *Stylosanthes guyanensis* est un bon pâturage de saison sèche et permet d'augmenter la charge à l'hectare. Malheureusement, il est sensible à l'antracnose ;
- *Pueraria javanica* (kudzu) fournit un fourrage vert riche en matière azotée et en carotène durant la saison sèche dans l'Ouest. Son exigence en sol riche limite pourtant son extension pour l'élevage. Il est en revanche utilisé comme plante de couverture en agriculture ;
- *Macroptilium atropurpureum* est très bien adapté aux conditions sèches ;
- *Desmodium intortum* est intéressant sur les colluvions des hauts plateaux. Il permet d'augmenter la digestibilité de la paille de riz en cas de distribution simultanée. Il peut être utilisé dans l'assolement avec le maïs ;
- en culture dérobée, *Vigna* donne de bons résultats. Il est apprécié par le bétail et son action sur le sol est bénéfique. L'apport de matière azotée est important.

### **Les réserves fourragères**

Les réserves fourragères sont constituées par le foin et l'ensilage.

A partir des observations des cycles végétatifs d'*Heteropogon contortus* et *Hyparrhenia rufa*, les conduites à tenir pour la fabrication de foin avec le pâturage naturel ont été définies.

Elles consistent essentiellement à faire la fenaison à la floraison d'*Hyparrhenia rufa* et à pratiquer un fauchage en bandes alternées par des lignes mises en défens.

Le maïs fourrage, le *Pennisetum* et le *Tripsacum* peuvent être ensilés. Mais l'acceptation de la technique par le paysan dépend du développement de ces cultures fourragères à haut rendement.

### **Physiologie**

A Madagascar, comme dans la plupart des pays tropicaux, l'alimentation du troupeau en saison sèche est un grand problème compte tenu de l'insuffisance quantitative et qualitative de fourrage. L'objectif est donc de maîtriser l'ovulation de façon à pouvoir programmer les naissances en fonction des disponibilités fourragères.

Des observations effectuées sur les hautes terres, il ressort que :

- chez les femelles croisées Normandes, les naissances sont concentrées d'avril à juillet ;

- chez les vaches croisées Frisonnes, le maximum de vêlage est observé de mai à octobre.

Ces répartitions des naissances sont en opposition avec la fécondité naturelle des bovins élevés selon le mode extensif, où les vêlages ont lieu de septembre à janvier. Elles s'expliquent par une baisse de la fertilité des femelles laitières en saison chaude et humide.

Des essais de synchronisation de chaleurs ont été faits dans le Nord-Ouest pour la production de croisés Brunes des Alpes. La maîtrise de l'ovulation est encore loin d'être atteinte. Néanmoins, les vaches semblent répondre mieux au traitement que les génisses.

Par ailleurs, la réponse à la synchronisation est influencée par le poids de la vache.

## **Enquêtes et études économiques**

Les travaux réalisés en station se font en milieu contrôlé. En suivant des exploitations paysannes, la recherche vise à mieux connaître les paramètres techniques et économiques des différents systèmes d'élevages laitiers.

Sur les hautes terres, une enquête réalisée en 1986 par le Département de recherches zootechniques et vétérinaires (DRZV) dans des élevages laitiers des environs d'Antananarivo et de Kianjaoa a montré la variabilité de la ration des animaux et l'absence de conservation de fourrage. Par ailleurs, une étude entreprise par l'ORSTOM en 1972 faisait ressortir que, dans une exploitation laitière, l'amélioration du seul facteur alimentaire n'est pas suffisante pour rehausser le revenu du paysan. En effet, l'augmentation de la production laitière, suite à l'intensification de la production fourragère, arriverait tout juste à couvrir les dépenses mises en œuvre.

Dans le Nord-Ouest, il se dégage d'un travail demandé par la RAFIFAMA à l'EMVT (1986) que la production laitière autour de Mahajanga se caractérise par :

- la dispersion et la difficulté d'accès des exploitations ;
- la présence de sous-produits agro-industriels en quantité importante et constante ;
- le manque d'organisation de la production et de la vente du lait ;
- l'utilisation exclusive de la vache zébu malgache.

Dans le Nord-Ouest comme sur les hautes terres, il n'y a pas de conservation de fourrage. C'est le pâturage naturel qui est exploité par le troupeau.

## Utilisation des résultats et perspectives

Les travaux de recherche réalisés ont eu des retombées.

Sur les hautes terres, la race Normande est utilisée en race pure et en croisement. La race Frisonne est plus répandue. On la rencontre même autour des villes côtières. La Pie Rouge Norvégienne est localisée essentiellement dans le Vakinankaratra. C'est dans cette région que les résultats acquis dans le domaine de l'alimentation animale ont trouvé le plus d'utilisateurs en raison de l'encadrement par FIFAMANOR.

Dans le Nord-Ouest, les croisés Sahiwal x zébu malgache ont été vulgarisés autour de la ville de Mahajanga et de Port-Bergé. Malheureusement, l'absence de centre multiplicateur n'a pas permis aux éleveurs de renouveler leurs géniteurs après la disparition du troupeau laitier Sahiwal au centre de recherches zootechniques de Miadana. Cette situation met en relief le problème de relais entre les centres de recherche et les organismes de développement.

La difficulté actuelle de passage des résultats de recherche à la vulgarisation impose d'adopter une nouvelle stratégie qui consiste à combiner la recherche en station à celle effectuée au niveau des exploitations. Il convient donc de développer l'insémination artificielle en milieu rural par utilisation de semence congelée pour améliorer le cheptel laitier des paysans. Le contrôle des performances se ferait ainsi au niveau des exploitations. Dans cette optique, la collaboration FOFIFA-organismes de développement devrait être intensifiée (FAFIFAMA, ODEMO, FIFAMANOR).

Par ailleurs, dans l'avenir, pour mieux appréhender l'économie des différents systèmes de production laitière, il faut entreprendre des enquêtes d'alimentation et des études fourragères au niveau des exploitations.

Enfin, il conviendrait d'entreprendre des recherches sur le système de production de lait à base de canne à sucre, sur la valorisation des résidus de récolte et sur les légumineuses fourragères susceptibles d'être introduites dans les assolements en cultures sèches ou irriguées.

## Références bibliographiques

- BOUDET, G., 1969. Pâturages et plantes fourragères à Madagascar. Maisons-Alfort, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 59 p.
- BUCK, G., 1976. Du comportement des vaches laitières dans les pays tropicaux, particulièrement à Madagascar. In : Journées techniques «Productions animales». Compte rendu technique. 13-17 septembre 1976. [s.l.], [s.n.], 18 p.
- BUCK, G.H., 1973. Les exportations et importations malgaches des produits du règne animal et dérivés en 1970 et 1971. Répartition de la production des industries des viandes. Terre Malgache (14), p. 243-255.
- GADOT, R., 1971. Recherches fourragères menées par l'IEMVT en Afrique et à Madagascar. In : Séminaire sur les cultures fourragères, Ibadan, 26-30 avril 1971.
- CAPITAINE, P. ; GRANIER, P. ; GAULIER, R. ; GILBERT, J., 1966. Amélioration de l'alimentation du bétail à Madagascar. Le *Pueraria javanica* (kudzu). Madagascar, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 17 p.
- CHABEUF, N., 1973. Culture et utilisation des produits agricoles pour l'alimentation du bétail. Antananarivo, RRM, 36 p.
- CHABEUF, N., 1976. Note sur un noyau de bovins français Frisons Pie Noirs importés au CRZF Randriambeloma (J.B.) de Kianjasoa (Madagascar). Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 29 (3), p. 259-266.
- CHABEUF, N., 1981. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest (Madagascar). Maisons-Alfort, IEMVT, 85 p.
- CHABEUF, N., 1982. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest (Madagascar). Propositions pour la réorganisation des fermes d'état Omby, la relance de l'élevage paysan laitier, l'intensification de l'élevage bovin traditionnel. Maisons-Alfort, IEMVT, 58 p.
- CHABEUF, N., 1987. Bilan de la recherche zootechnique à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA, 25 p.
- CHABEUF, N.; DECOENE, C.; MOGENET, L., 1983. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest. Faritany d'Antananarivo (Madagascar). Troisième partie : Schéma directeur et études de factibilité. Volume 1 : Synthèse. Paris, SATEC, 1, 66 p.
- CHABEUF, N.; DECOENE, C.; MOGENET, L., 1983. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest. Faritany d'Antananarivo (Madagascar). Troisième partie : Schéma directeur et études de factibilité. Volume 2 : Schéma directeur. Paris, SATEC, 2, 133 p.
- CHABEUF, N.; DECOENE, C.; MOGENET, L., 1983. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest. Faritany d'Antananarivo (Madagascar). Troisième partie : Schéma directeur et études de factibilité. Volume 3 : Relance de l'activité de la Ferme d'Etat de la Sakay. Paris, SATEC, 3, 269 p.
- CHABEUF, N.; DECOENE, C.; MOGENET, L., 1983. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest. Faritany d'Antananarivo (Madagascar). Troisième partie : Schéma directeur et études de factibilité. Volume 4 : Développement de la production laitière à la ferme BCL de Kianjasoa. Paris, SATEC, 4, 43 p.
- CHABEUF, N.; DECOENE, C.; MOGENET, L., 1983. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest. Faritany d'Antananarivo (Madagascar). Troisième partie : Schéma directeur et études de factibilité. Volume 5 : Intensification de la production de la ferme d'Etat Omby. Paris, SATEC, 5, 124 p.
- CIRAD-IEMVT, 1967. Utilisation du mûrier dans l'alimentation du bétail à Madagascar. Antananarivo, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 8 p.
- CIRAD-IEMVT, 1976. Bibliographie concernant l'alimentation à Madagascar. Maisons-Alfort, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux.
- CIRAD-IEMVT, 1976. Bibliographie concernant l'élevage et la zootechnie à Madagascar. Maisons-Alfort, IEMVT, 9 p.
- CIRAD-IEMVT, 1976. Bibliographie concernant les productions animales et les pêches à Madagascar. Maisons-Alfort, IEMVT, 3 p.

- COULOMB, J., 1977. Rapport sur la mission effectuée à Madagascar du 24 juin au 10 juillet 1977. Maisons-Alfort, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 27 p.
- DELAYE, R.E. ; GRANIER, P., 1965. Amélioration de l'alimentation du bétail : répartition écologique des espèces fourragères. Antananarivo, IEMVT, 10 p.
- FIFAMAVOR, 1985. Amélioration de la race. *In* : Colloque international sur l'amélioration de l'élevage en zone tropicale : cas de Madagascar. [s.l.], [s.n.].
- FIFAMAVOR, 1985. Expérience sur les plantes fourragères et leur vulgarisation. *In* : Colloque international sur l'amélioration de l'élevage en zone tropicale : cas de Madagascar. [s.l.], [s.n.].
- FOFIFA (CENRADERU), 1974. Rapport annuel, année 1974. Antananarivo, FOFIFA, 336 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1974. Rapport d'activité du DRZV, année 1974. Antananarivo, FOFIFA, 50 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Rapport annuel, année 1975. Antananarivo, FOFIFA, 304 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Rapport d'activité du DRZV, année 1975. Antananarivo, FOFIFA, 5 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1976. Rapport annuel, année 1976. Antananarivo, FOFIFA, 178 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1976. Rapport d'activité du DRZV, année 1976. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1977. Rapport annuel, année 1977. Antananarivo, FOFIFA, 93 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1977. Rapport d'activité du DRZV, année 1977. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1978. Rapport annuel, année 1978. Antananarivo, FOFIFA, 87 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1978. Rapport d'activité du DRZV, année 1978. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1979. Rapport annuel, année 1979. Antananarivo, FOFIFA, 84 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1979. Rapport d'activité du DRZV, année 1979. Antananarivo, FOFIFA, 25 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1980. Rapport annuel, année 1980. Antananarivo, FOFIFA, 92 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1980. Rapport d'activité du DRZV, année 1980. Antananarivo, FOFIFA, 19 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1981. Rapport annuel, année 1981. Antananarivo, FOFIFA, 102 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1981. Rapport d'activité du DRZV, année 1981. Antananarivo, FOFIFA, 23 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1982. Rapport annuel, année 1982. Antananarivo, FOFIFA, 111 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1982. Rapport d'activité du DRZV, année 1982. Antananarivo, FOFIFA, 32 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1983. Rapport annuel, année 1983. Antananarivo, FOFIFA, 97 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1983. Rapport d'activité du DRZV, année 1983. Antananarivo, FOFIFA, 28 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1984. Rapport annuel, année 1984. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1984. Rapport d'activité du DRZV, année 1984. Antananarivo, FOFIFA, 29 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1985. Rapport annuel, année 1985. Antananarivo, FOFIFA, 53 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1985. Rapport d'activité du DRZV, année 1985. Antananarivo, FOFIFA, 35 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1986. Rapport annuel, année 1986. Antananarivo, FOFIFA, 79 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1986. Rapport d'activité du DRZV, année 1986. Antananarivo, FOFIFA, 40 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1986. Bilan de dix années de recherche, 1974-1984. Antananarivo, FOFIFA, 58 p.
- GAULIER, R., 1960. Composition en acides aminés des principales légumineuses fourragères de Madagascar. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 21 (1), p. 105-112.
- GAULIER, R., 1971. Composition en acides aminés de quelques graminées fourragères de Madagascar. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 24 (4), p. 659-665.
- GAULIER, R.; SERRES, H., 1971. Composition en acides aminés de quelques tourteaux de Madagascar. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 24 (1), p. 137-144.
- GILIBERT, J., 1974. Bilan de la recherche à Madagascar. Service central de génétique appliquée. Antananarivo, 27 p.
- GILIBERT, J.; RAZAKABOANA, F.; DUBOIS, P., 1973. Résultats du Sahiwal à Madagascar. Antananarivo, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 25 p.
- GILIBERT, J.; SERRES, H., 1969. Résultats techniques d'une exploitation laitière de croisement Normand à Madagascar, dans la région du lac Alaotra. [s.l.], [s.n.].

- GODET, G., 1974. Bilan de la recherche zootechnique à Madagascar. Antananarivo, CRZF de Miadana; CRZ de Kianjasoa, 57 p.
- GRANIER, B., 1972. Une nouvelle variété de *Pennisetum purpureum* var. Kisozi. Son exploitation et sa valeur fourragère à Madagascar. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 23 (3), p. 409-424.
- GRANIER, F. ; LAHORE, J., 1967. Amélioration de l'alimentation de bétail à Madagascar. Une nouvelle variété de *Pennisetum purpureum* var Kisozi. Antananarivo, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 8 p.
- GRANIER, P., 1965. Note on the management of low-lying ground in Madagascar for the production of forage. In : 9<sup>e</sup> Congrès international des pâturages, Sao Paulo, 7-20 janvier 1965, p. 1005-1007.
- GRANIER, P., 1968. Intégration du pâturage artificiel dans l'assolement (Moyen-Ouest), Madagascar. Conséquences économiques. Antananarivo, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 17 p.
- GRANIER, P., 1968. La culture des sorghos fourragers hybrides à contre-saison à Madagascar. Antananarivo, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 20 p.
- GRANIER, P., 1971. Influence du mode d'exploitation sur les rendements du pâturage. In : Colloque sur l'intensification de la production fourragère en milieu tropical humide et son utilisation par les ruminants. La Guadeloupe, 24-29 mai 1971, p. 190-196.
- GRANIER, P., 1971. Madagascar. Etat actuel des productions fourragères à Madagascar. In : Colloque sur l'intensification de la production fourragère en milieu tropical humide et son utilisation par les ruminants. La Guadeloupe, 24-29 mai 1971, p. 25-26.
- GRANIER, P. ; BIGOT, A., 1971. La culture des sorghos fourragers à Madagascar. Utilisation en contre-saison. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 24 (1), p. 125-136.
- GRANIER, P. ; CHATILLON, G., 1969. Le *Desmodium*. Utilisation dans l'alimentation des vaches laitières. Antananarivo, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 13 p.
- GRANIER, P. ; CHATILLON, G., 1972. *Desmodium intortum*. Utilisation dans l'alimentation des vaches laitières. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 25 (3), p. 425-432.
- GRANIER, P. ; GAULIER, R. ; LAHORE, J., 1966. Amélioration de l'élevage semi-intensif dans le Moyen-Ouest de Madagascar. Bilan de l'exploitation fourragère d'un bas-fond. Madagascar, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 33 p.
- GRANIER, P. ; RAZAFINDRATSITA, R., 1968. Contribution à l'étude de la culture dérobée de fourrages en rizière dans la région de Tananarive. Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 15 p.
- GRANIER, P. ; RAZAFINDRATSITA, R., 1970. Contribution à l'étude de la culture dérobée de fourrages en rizière dans la région de Tananarive. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 23 (1), p. 101-108.
- GRANIER, P. ; RAZAFINDRATSITA, R., 1971. Intérêt du préfanage des fourrages. In : Colloque sur l'intensification des cultures fourragères en zone tropicale humide et leur utilisation par les ruminants. La Guadeloupe, 23-30 mai 1971, 8 p.
- GRANIER, P. ; RAZAFINDRATSITA, R., 1972. Note sur la culture dérobée de fourrages en rizière dans le Moyen-Ouest (Madagascar). *Terre Malgache* (14), 173-180.
- HARDEL, D., 1969. Economie de l'élevage laitier du canton d'Ambatomanga. Antananarivo, ORSTOM.
- LAHORE, J., 1966. Désherbants et prairies artificielles à Madagascar. Antananarivo, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 7 p.
- LAURENT, J., 1972. Compte rendu des essais agrostologiques effectués dans l'URER Nord à Tananarive : URER-Tananarive, campagne 71-72 : Synthèse des résultats 70-71-72. Antananarivo, IEMVT, 30 p.
- LAURENT, J., 1972. Compte rendu des essais d'alimentation de bovins. Antananarivo, IEMVT, 24 p.
- LAURENT, J., 1973. Compte rendu d'exécution technique et financière de la deuxième année : Agrostologie, alimentation du bétail, économie. Antananarivo, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 3 p.
- MONGODIN, B., 1976. Produits et sous-produits agro-industriels pour l'alimentation animale dans la région du lac Alaotra. Maisons-Alfort, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 67 p.
- MONGODIN, B. ; LOBRY, J.C. ; SERGENT, Y., 1977. Produits et sous-produits agro-industriels pour l'ali-

mentation animale à Madagascar : Inventaire qualitatif et quantitatif, prix des matières premières, améliorations de la productivité et de la valeur alimentaire. Maisons-Alfort, IEMVT, 136 p.

MONGODIN, B. ; LOBRY, J.C. ; SERGENT, Y., 1977. Produits et sous-produits agro-industriels pour l'alimentation animale à Madagascar : Utilisation des matières premières, formulation, prix de revient, ateliers de fabrication des provendes. Maisons-Alfort, IEMVT, 133 p.

PAREZ, M., 1980. Rapport de mission d'appui scientifique et technique à Madagascar 15 novembre-4 décembre 1979 (FOFIFA). Maîtrise de l'œstrus et insémination artificielle chez les bovins. Maisons-Alfort, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 37 p.

PLANCHE NAULT, D., 1986. Etude de la spéculation production laitière autour de la ville de Majunga. Antananarivo, MPAEF.

RASAMBANARIVO, J.H., 1979. Les sorghos fourragers : Revue des travaux réalisés à Madagascar. Antananarivo, DRZV, 5 p.

RASAMBANARIVO, J.H. ; RAZAFINDRATSITA, R., 1979. Eléments pour le choix des graminées fourragères pérennes à Madagascar. Antananarivo, DRZV, 4 p.

RASAMBANARIVO, J.H. ; RAZAFINDRATSITA, R., 1988. Installation et exploitation des graminées fourragères à haute productivité. Antananarivo, DRZV, 4 p.

RASAMBANARIVO, J.H. ; RAZAFINDRATSITA, R. ; RABEHANITRINIONY, M., 1984. Résultats et perspectives d'avenir sur l'alimentation des ruminants. Antananarivo, DRZV.

RAVAOJARISON, M. ; SCHREDER, R. ; SIMEON, M., 1972. Inventaire commenté des études récentes sur l'élevage à Madagascar. Terre Malgache (14), p. 23-38.

RAZAFIMANANTSOA, E., [s.d.]. Influence saisonnière sur la fécondité, la distribution de concentré et la production laitière des vaches croisées FFPM x ZM élevées dans le Moyen-Ouest malgache (à paraître). Antananarivo, 23 p.

REVIERS, B. DE, 1970. Tables de digestibilité des principaux aliments du bétail disponibles à Madagascar. Leur emploi. Antananarivo, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 89 p.

REVIERS, B. DE ; GAULIER, R., 1970. Les sons et les issues de riz dans l'alimentation du bétail à Madagascar. Antananarivo, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 89 p.

RICHEZ, P., 1969. Note sur l'économie de l'élevage laitière du canton d'Ambatomanga (20 km à l'est de Tananarive). Antananarivo, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 4 p.

SERRES, H., 1965. Eléments d'alimentation du bétail à Madagascar. Antananarivo, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 118 p.

SERRES, H., 1972. Le zébu malgache face aux besoins en viande. Intérêt et limites des croisements. Terre Malgache (14), p. 39-57.

SERRES, H. ; DUBOIS, P., 1975. Note sur l'insémination artificielle des zébus à Madagascar après synchronisation de l'œstrus par la norethandrolone. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 28 (2), p. 235-237.

SERRES, H. ; TILION, J.P., 1972. L'ensilage des racines de manioc. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 25 (3), p. 155-156.

WAL, J.M., 1972. L'utilisation des sous-produits industriels en alimentation animale à Madagascar. Terre Malgache, 14, p. 77-102.

# Viande de ruminants

On estime que Madagascar dispose d'un cheptel de 10 millions de bovins et de 2 millions d'ovins et de caprins. Pourtant, la consommation totale est réduite (15,5 kilos de viande de ruminants par habitant) et les exportations de viande sont faibles ; le pays n'est pas parvenu à honorer son quota d'exportation de 7 500 tonnes de viande vers la CEE en raison de la faible productivité des animaux, aggravée par des contraintes socio-économiques spécifiques (vol de bœufs notamment). En effet, le zébu malgache, par ailleurs très rustique, est de petite taille et a une croissance peu rapide.

Les observations d'animaux placés dans les mêmes conditions permettent de constater que le zébu malgache est très hétérogène. Il est donc permis de penser qu'une partie de ces différences a un support génétique.

D'autre part, des croisements ont été entrepris pour avoir des animaux plus productifs que le zébu malgache. La difficulté d'adaptation au climat des animaux croisés impose toujours des études de comportement de différents types génétiques et des travaux de fixation du type le plus productif.

Enfin, l'amélioration des techniques d'élevage peut permettre d'augmenter la productivité.

## Historique et étapes de la recherche

La première importation d'animaux date de 1929 avec la race Limousine, qui fut croisée avec le zébu malgache. Les produits obtenus présentaient une assez rapide croissance mais une rusticité faible.

Puis des animaux de race Afrikander, zébus originaires d'Afrique du Sud, furent introduits entre 1945 et 1949 et croisés avec le zébu malgache. Les produits du croisement avaient une bonne adaptation, mais la qualité de la viande était inférieure à celle du zébu malgache et la conformation du cornage peu appréciée par la population.

Le croisement des trois races, Limousine x Afrikander x zébu malgache a débuté en 1951. Les animaux obtenus s'avérèrent d'une bonne productivité et d'une grande rusticité, si bien que le travail de métissage démarra dès 1956. L'homogénéisation fut terminée en 1962, et la population obtenue a reçu alors le nom de race Renitelo (trois mères).

Par ailleurs, de novembre 1955 à mars 1959, 51 mâles et 42 femelles Brahman du Texas ont été introduits à Madagascar et répartis dans différentes régions. L'étude des animaux croisés a pris fin en 1968.

Enfin, une amorce de sélection du zébu malgache a été entreprise à Kianjasoa dès 1940. Mais ce n'est qu'en 1970 qu'un travail de sélection important fut repris à Miadana.

Signalons que les études sur les petits ruminants n'ont jamais fait l'objet d'efforts constants et soutenus malgré l'importation de chèvres Angora et de moutons Mérinos dans le Sud.

En matière d'alimentation, il faut signaler que le service d'agrostologie, créé en 1963 au CRZ de Kianjasoa puis transféré à la région de recherches de Madagascar de l'IEMVT, à Antananarivo, à partir de 1965, a entrepris des travaux importants sur les pâturages de 1963 à 1973, travaux qui furent poursuivis ensuite par le FOFIFA.

## Résultats acquis

Les résultats obtenus intéressent la génétique, l'alimentation animale, la physiologie, les enquêtes et études économiques. Les résultats concernant la médecine vétérinaire sont explicités dans la rubrique *Santé animale*.

### Génétique

Deux grandes voies ont été utilisées pour améliorer la productivité en viande.

- Croisement du zébu malgache avec des races à viandes introduites. Il s'agit là de déterminer puis de fixer le type génétique le plus productif et le plus adapté aux conditions du milieu.

• Sélection du troupeau de zébus malgaches. Il s'agit, à l'intérieur de la race, de sélectionner, d'isoler et d'entreprendre une souche plus performante que la moyenne de la race.

#### **Croisement Limousin x Afrikander x zébu malgache : la race Renitelo**

Entrepris depuis plusieurs dizaines d'années à Kianjasoa, ce croisement a abouti à la création de la race Renitelo, et a fait l'objet d'une synthèse par l'ITEMVT (1974). S'avérant la plus productive et la mieux adaptée aux conditions du Moyen-Ouest, cette race a été diffusée dans la région à partir des années 70. Il faut noter que ces animaux sont plus exigeants dans le domaine de l'alimentation et de la prophylaxie. En milieu paysan, des croisements du Renitelo avec le zébu malgache ont été réalisés, mais les résultats des observations de comportement n'ont pas été exploités. Il serait utile que ces résultats aient une diffusion internationale.

#### **Croisement Brahman x zébu malgache**

L'étude de comportement a été réalisée dans les grandes zones d'élevage du Sud, du Sud-Ouest, de l'Ouest, du Nord-Ouest, du Nord et du Centre. L'exploitation, en 1973, des résultats obtenus par la recherche fait apparaître une conformation des animaux croisés supérieure à celle du zébu malgache. Malheureusement, les produits obtenus sont très sensibles à la dermatophilose, qui a entraîné leur presque totale disparition. Les derniers géniteurs importés par la ferme d'Etat Ombry ont tous péri.

*Poids à l'âge de trois ans de différents types génétiques de bovins élevés à Madagascar*

<i>Types génétiques</i>	<i>Poids (kg)</i>
Zébu malgache non sélectionné	283
Zébu malgache sélectionné	310
1/2 Brahman x zébu malgache	342
3/4 Brahman x zébu malgache	348
Brahman	410
1/2 Renitelo x zébu malgache	307
3/4 Renitelo x zébu malgache	338
Renitelo	470

#### **Sélection du zébu malgache**

Cette recherche a démarré au centre de Miadana en 1970. Les premiers résultats ont montré qu'il est possible d'améliorer la conformation du zébu malgache. En effet, la comparaison des performances du troupeau d'élite et du troupeau de référence montre une différence significative malgré la dégradation des pâturages de Miadana durant l'expérience.

L'exploitation des résultats après dix-sept ans d'observations est en cours.

Ces diverses expérimentations ont permis de donner des indications sur le poids à trois ans de différents types de bovins à viande.

### **Recherche sur les petits ruminants**

Les travaux sur les moutons Mérinos et les chèvres Angora, entrepris dans le Sud, n'ont pas été suffisamment soutenus et les résultats sont difficiles à exploiter. Il en est de même des études sur la productivité du mouton malgache entreprises à Kianjasoa (B5).

## **Alimentation**

A Madagascar, la production de viande est assurée essentiellement à partir des pâturages naturels, et dans une moindre mesure, à l'aide des sous-produits de récolte ou agro-industriels.

### **Gestion et amélioration des pâturages naturels**

Les études sur les pâturages naturels ont montré la dominance de deux espèces, *Heteropogon contortus* (Danga) et *Hyparrhenia rufa* (Vero). Il est difficile, en saison sèche, d'éviter l'amaigrissement des animaux sur ces pâturages. A cette période, les pâturages de bas-fonds sont les seuls qui permettent la croissance du bétail.

En ce qui concerne la gestion des pâturages naturels, un système d'exploitation rationnel a été mis au point. Il consiste à créer un certain nombre de parcelles qui seront exploitées en rotation pour un troupeau. Un paddock est brûlé avant la fin des pluies pour éviter l'extension du feu et pour permettre aux repousses d'avoir un développement suffisant avant la saison sèche. Cette partie brûlée va fournir de l'herbe relativement tendre pour l'alimentation du troupeau au cours de cette période critique de l'année. Ce mode de conduite, tout en restant extensif, permet de maintenir une charge plus importante tout en assurant un gain de poids à l'hectare sans que la végétation évolue vers la disparition de bonnes espèces de graminées ou vers l'embroussaillage.

Pour ce qui est de l'amélioration du pâturage naturel, l'intérêt de la substitution d'une graminée par une autre est limité. Le choix d'une légumineuse est plus judicieux si cette dernière apporte de l'azote pour l'alimentation de saison sèche. Des essais de comportement ont été réalisés avec des légumineuses. *Stylosanthes guyanensis* a été retenue pour son adaptation à des sols moyens et pauvres ainsi que pour son appétabilité. Cette légumineuse permet de transformer un pâturage naturel pour

alimenter un troupeau dans de bonnes conditions pendant la saison sèche.

De plus, elle permet d'enrichir le sol en azote. Son installation demande néanmoins un labour préalable car elle ne supporte pas la concurrence des graminées.

Mais *Stylosanthes guyanensis* est atteinte par l'antracnose et son emploi est limité. La recherche de souches de *Stylosanthes guyanensis* résistantes à l'antracnose serait intéressante.

### **Recherche sur les cultures et réserves fourragères**

Les résultats obtenus sont évoqués dans la rubrique *Lait* (alimentation).

### **Utilisation des sous-produits**

Les diverses études d'embouche entreprises jusqu'à présent ont montré que :

– sur les hauts plateaux, les animaux soumis à la technique du bœuf de fosse gagnent 500 à 600 g par jour. Leur alimentation est constituée de repousses de riz, de feuilles et lianes de patate douce et enfin de manioc vert ;

– dans le Nord-Ouest, l'utilisation de sous-produits agro-industriels comme les issues de rizerie, les tourteaux, les graines et coques de coton, permet d'augmenter la productivité du zébu malgache en favorisant la digestibilité des fourrages grossiers distribués.

Signalons que, sur les hauts plateaux comme dans le Nord-Ouest, les sous-produits agro-industriels ont été utilisés dans les diverses formules de concentrés testées pour la complémentarité énergétique et azotée de vaches laitières.

Par ailleurs, la valeur bromatologique de ces différents sous-produits a été déterminée au laboratoire d'alimentation du Département de recherches zootechniques et vétérinaires.

### **Utilisation de l'urée**

Une étude sur l'utilisation de l'urée chez le veau au sevrage a montré la possibilité d'un gain de poids de 30 kilos en quatre-vingt-dix jours.

## **Physiologie**

Les recherches entreprises sur la physiologie intéressent la filière lait et la filière viande de ruminants.

Elles consistent à :

- étudier le comportement des animaux ;
- maîtriser l'ovulation pour pouvoir inséminer au bon moment ;
- conserver la semence des taureaux performants de façon à pouvoir l'utiliser longtemps après leur mort.

Les travaux ont été réalisés sur les hauts plateaux et dans le Nord-Ouest. Les résultats de l'étude de comportement ont montré, à Miadana, que le parcage de nuit ralentit la croissance des animaux conduits selon le système d'élevage extensif. A Kianjasoa, il a été établi que la croissance pondérale des mâles zébus malgaches élevés selon le mode extensif est fortement influencée par l'âge de castration. Les animaux castrés plus jeunes ont une croissance ultérieure plus importante. Mais il n'y a aucune relation entre le rendement en carcasse et l'âge de castration.

Des observations et expérimentations sur la physiologie de la reproduction, il se dégage que le moment propice pour l'insémination se situe entre 18 et 20 heures après le premier flairement et chevauchement chez la vache zébu malgache. Par ailleurs, la fécondité semble plus élevée et le taureau reste en permanence dans le troupeau de vaches.

Chez la femelle Renitelo, le système de reproduction — la monte libre ou l'instauration d'une saison de monte — n'a pas d'influence sur le taux de fécondité du troupeau. Enfin, les essais de congélation de sperme, réalisés de 1975 à 1978, n'ont pas donné jusqu'ici de résultats concrets.

## **Enquêtes et études économiques**

Les études entreprises ont pour objet :

- Evaluer les performances d'animaux entretenus selon les méthodes d'élevage traditionnel.
- Inventorier les ressources bovines malgaches pour améliorer les connaissances sur leur conformation et leur croissance afin de pouvoir prélever des souches régionales intéressantes pour des études zootecniques plus approfondies.
- Evaluer la rentabilité économique des différents systèmes de production de viande.

Le contrôle zootecnique effectué depuis 1970 sur les troupeaux naisseurs des éleveurs de Mampikony, Andranomamy et Miadana situés dans le Nord-Ouest a montré que :

- les femelles sont gardées plus longtemps que les mâles ;

- le poids des animaux subit l'influence saisonnière en raison de la variation de la qualité et de la quantité de fourrage ;

- le poids moyen à six ans d'une femelle zébu est de 200 kilos et celui du mâle de 282 kilos en élevage extensif.

L'inventaire des variétés régionales du zébu malgache, limité faute de moyens à la région d'Ambilobe et de Maevatanana, fait apparaître une supériorité des animaux contrôlés à Maevatanana.

Enfin, une étude réalisée en 1969 sur l'embouche bovine sur les hauts plateaux a montré l'intérêt de l'embouche intensive (bocuf de fosse) par rapport à l'embouche herbagère en ce qui concerne le revenu net procuré par le capital immobilisé.

## Utilisation des résultats et perspectives

L'utilisation des résultats de la recherche a été différente suivant les actions.

Concernant la sélection du zébu malgache faite dans le Nord-Ouest, les produits mâles et femelles sont cédés aux éleveurs proches du centre de Miadana. Cette diffusion est limitée aux deux fivondronana de Murovoay et de Mahajanga.

Dans la région des plateaux et du Moyen-Ouest, la race Renitelo a connu une extension plus vaste. Outre son intérêt pour la viande, elle est aussi demandée pour la traction animale. La diffusion pourrait être plus importante s'il y avait un centre multiplicateur. En effet, la capacité de production du centre de Kianjasoa est limitée.

Les perspectives de la recherche sont multiples :

- Poursuivre l'inventaire des variétés régionales du zébu malgache avec des moyens plus étoffés.
- Etablir le comportement du zébu sélectionné et du Renitelo dans différentes régions de l'île et sous des systèmes d'élevage différents.
- Aborder les aspects économiques de la production de viande bovine, ovine et caprine.
- Travailler sur l'intégration agriculture-élevage, en collaboration avec le DRD (Département de recherche-développement), pour améliorer l'alimentation animale.

- Intensifier les travaux commencés sur l'utilisation des légumineuses arbustives, avec l'aide du DRFP (Département de recherches forestières et piscicoles), pour l'alimentation azotée des animaux en saison sèche.
  - Se pencher sur l'alimentation spécifique des animaux de trait.
  - Consacrer plus de moyens à l'étude du cycle sexuel de la vache zébu malgache ainsi qu'à la synchronisation des chaleurs, l'insémination artificielle et la congélation de sperme pour accélérer la diffusion du progrès génétique.
  - Elaborer une table d'alimentation des ruminants.
  - Analyser avec le ministère de la Production animale la possibilité de création et de gestion des centres multiplicateurs de géniteurs sélectionnés.
  - Enfin, évaluer la productivité du mouton malgache en système intensif. Il serait aussi intéressant d'importer des moutons Djallonke d'Afrique de l'Ouest et d'étudier son comportement en race pure et en croisement.
- Mais avant toute chose, il faut exploiter les données accumulées jusqu'à présent sur la production de viande de ruminants et publier les résultats dans des supports à diffusion internationale.

## Références bibliographiques

- BOUDET, G., 1969. Pâturages et plantes fourragères à Madagascar. Maisons-Alfort, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 59 p.
- BUCK, G.H., 1972. Les exportations et importations malgaches des produits du règne animal et dérivés en 1970 et 1971. Répartition de la production des industries des viandes. Terre Malgache (14), p. 243-255.
- CADOT, R., 1971. Recherches fourragères menées par l'IEMVT en Afrique et à Madagascar. In : Séminaire sur les cultures fourragères, Ibadan, 26-30 avril 1971.
- CHABEUF, N., 1981. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest (Madagascar). Maisons-Alfort, IEMVT, 85 p.
- CHABEUF, N., 1982. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest (Madagascar). Propositions pour la réorganisation des fermes d'Etat Omby, la relance de l'élevage paysannal laitier, l'intensification de l'élevage bovin traditionnel. Maisons-Alfort, IEMVT, 58 p.
- CHABEUF, N., 1987. Bilan de la recherche zootechnique à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA, 25 p.
- CHABEUF, N. ; DECOENE, C. ; MOGENET, L., 1983. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest. Faritany d'Antananarivo (Madagascar). Troisième partie : Schéma directeur et études de factibilité. Volume 1 : Synthèse. Paris, SATEC, 1, 66 p.
- CHABEUF, N. ; DECOENE, C. ; MOGENET, L., 1983. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest. Faritany d'Antananarivo (Madagascar). Troisième partie : Schéma directeur et études de factibilité. Volume 2 : Schéma directeur. Paris, SATEC, 2, 133 p.
- CHABEUF, N. ; DECOENE, C. ; MOGENET, L., 1983. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest. Faritany d'Antananarivo (Madagascar). Troisième partie : Schéma directeur et études de factibilité. Volume 3 : Relance de l'activité de la ferme d'Etat de la Sakay. Paris, SATEC, 3, 269 p.
- CHABEUF, N. ; DECOENE, C. ; MOGENET, L., 1983. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest. Faritany d'Antananarivo (Madagascar). Troisième partie : Schéma directeur et études de factibilité. Volume 4 : Développement de la production laitière à la ferme BCL de Kianjasoa. Paris, SATEC, 4, 43 p.
- CHABEUF, N. ; DECOENE, C. ; MOGENET, L., 1983. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest. Faritany d'Antananarivo (Madagascar). Troisième partie : Schéma directeur et études de factibilité. Volume 5 : Intensification de la production de la ferme d'Etat Omby. Paris, SATEC, 5, 126 p.
- GIRAD-IEMVT, 1976. Bibliographie concernant l'alimentation à Madagascar. Maisons-Alfort, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux.
- GIRAD-IEMVT, 1976. Bibliographie concernant l'élevage et la zootechnie à Madagascar. Maisons-Alfort, IEMVT, 9 p.
- GIRAD-IEMVT, 1976. Bibliographie concernant les productions animales et les pêches à Madagascar. Maisons-Alfort, IEMVT, 3 p.
- COULOMB, J., 1977. Rapport sur la mission effectuée à Madagascar du 24 juin au 10 juillet 1977. Maisons-Alfort, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 27 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1974. Rapport annuel, année 1974. Antananarivo, FOFIFA, 336 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1974. Rapport d'activité du DRZV, année 1974. Antananarivo, FOFIFA, 50 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Rapport annuel, année 1975. Antananarivo, FOFIFA, 304 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Rapport d'activité du DRZV, année 1975. Antananarivo, FOFIFA, 5 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1976. Rapport annuel, année 1976. Antananarivo, FOFIFA, 178 p.

- FOFIFA (CENRADERU), 1976. Rapport d'activité du DRZV, année 1976. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1977. Rapport annuel, année 1977. Antananarivo, FOFIFA, 93 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1977. Rapport d'activité du DRZV, année 1977. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1978. Rapport annuel, année 1978. Antananarivo, FOFIFA, 87 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1978. Rapport d'activité du DRZV, année 1978. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1979. Rapport annuel, année 1979. Antananarivo, FOFIFA, 84 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1979. Rapport d'activité du DRZV, année 1979. Antananarivo, FOFIFA, 25 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1980. Rapport annuel, année 1980. Antananarivo, FOFIFA, 92 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1980. Rapport d'activité du DRZV, année 1980. Antananarivo, FOFIFA, 19 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1981. Rapport annuel, année 1981. Antananarivo, FOFIFA, 102 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1981. Rapport d'activité du DRZV, année 1981. Antananarivo, FOFIFA, 23 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1982. Rapport annuel, année 1982. Antananarivo, FOFIFA, 111 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1982. Rapport d'activité du DRZV, année 1982. Antananarivo, FOFIFA, 32 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1983. Rapport annuel, année 1983. Antananarivo, FOFIFA, 97 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1983. Rapport d'activité du DRZV, année 1983. Antananarivo, FOFIFA, 28 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1984. Rapport annuel, année 1984. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1984. Rapport d'activité du DRZV, année 1984. Antananarivo, FOFIFA, 29 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1985. Rapport annuel, année 1985. Antananarivo, FOFIFA, 53 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1985. Rapport d'activité du DRZV, année 1985. Antananarivo, FOFIFA, 35 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1986. Rapport annuel, année 1986. Antananarivo, FOFIFA, 79 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1986. Rapport d'activité du DRZV, année 1986. Antananarivo, FOFIFA, 40 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1986. Bilan de dix années de recherche, 1974-1984. Antananarivo, FOFIFA, 58 p.
- LACROUTS, M. ; SARNIGUET, J. ; TYC, J. ; CLEMENT, P., [s.d.]. Projet d'équipement de Madagascar en abattoirs frigorifiques ; considérations générales : 1963-1964. Paris, ministère de la Coopération, 1, 153 p.
- LACROUTS, M. ; SARNIGUET, J. ; TYC, J. ; CLEMENT, P., [s.d.]. Projet d'équipement de Madagascar en abattoirs frigorifiques : établissement de Majunga. Paris, ministère de la Coopération, 2, 164 p.
- LACROUTS, M. ; SARNIGUET, J. ; TYC, J. ; CLEMENT, P., [s.d.]. Projet d'équipement de Madagascar en abattoirs frigorifiques : établissement de Tananarive. Paris, ministère de la Coopération, 3, 308 p.
- LACROUTS, M. ; SARNIGUET, J. ; TYC, J. ; CLEMENT, P., [s.d.]. Projet d'équipement de Madagascar en abattoirs frigorifiques : établissement de Tamatave. Paris, ministère de la Coopération, 4, 115 p.
- LACROUTS, M. ; SARNIGUET, J. ; TYC, J. ; CLEMENT, P., [s.d.]. Projet d'équipement de Madagascar en abattoirs frigorifiques : établissement d'Antsirabe. Paris, ministère de la Coopération, 5, 114 p.
- LACROUTS, M. ; SARNIGUET, J. ; TYC, J. ; CLEMENT, P., [s.d.]. Projet d'équipement de Madagascar en abattoirs frigorifiques : établissement de Fianarantsoa. Paris, ministère de la Coopération, 6, 104 p.
- LACROUTS, M. ; SARNIGUET, J. ; TYC, J. ; CLEMENT, P., [s.d.]. Projet d'équipement de Madagascar en abattoirs frigorifiques : établissement de Diégo-Suarez. Paris, ministère de la Coopération, 7, 96 p.
- LACROUTS, M. ; SARNIGUET, J. ; TYC, J. ; CLEMENT, P., [s.d.]. Projet d'équipement de Madagascar en abattoirs frigorifiques : synthèse et conclusions. Paris, ministère de la Coopération, 8, 139 p.
- MONGODIN, B., 1976. Produits et sous-produits agro-industriels pour l'alimentation animale dans la région du lac Alaotra. Maisons-Alfort, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 67 p.
- MONGODIN, B. ; LOBRY, J.C. ; SERGENT, Y., 1977. Produits et sous-produits agro-industriels pour l'alimentation animale à Madagascar : Inventaire qualitatif et quantitatif, prix des matières premières, améliorations de la productivité et de la valeur alimentaire. Maisons-Alfort, IEMVT, 136 p.
- MONGODIN, B. ; LOBRY, J.C. ; SERGENT, Y., 1977. Produits et sous-produits agro-industriels pour l'alimentation animale à Madagascar : Utilisation des matières premières, formulation, prix de revient,

- ateliers de fabrication des provendes. Maisons-Alfort, IEMVT, 133 p.
- PETOT, M., 1977. Rapport de fin de mission d'un docteur vétérinaire zootechnicien à la SOMALAC. Maisons-Alfort, IEMVT, 131 p.
- RASAMBAINARIVO, J.H. ; RAZAFINDRATSITA, R. ; RABEHANITRINIONY, M., 1984. Résultats et perspectives d'avenir sur l'alimentation des ruminants. Antananarivo, DRZV.
- RAVAOJARISON, M. ; SCHREDER, R. ; SIMEON, M., 1972. Inventaire commenté des études récentes sur l'élevage à Madagascar. Terre Malgache (14), p. 23-38.
- RICHEZ, P., 1973. Analyse des spéculations d'une exploitation familiale du Moyen-Ouest. Antananarivo, IEMVT, 18 p.
- SERRES, H., 1965. Eléments d'alimentation du bétail à Madagascar. Antananarivo, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 118 p.
- SERRES, H., 1972. Le zébu malgache face aux besoins en viande. Intérêt et limites des croisements. Terre Malgache (14), p. 39-57.
- SERRES, H. ; DUBOIS, P., 1975. Note sur la sémination artificielle des zébus à Madagascar après synchronisation de l'œstrus par la norethandrone. Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 28 (2), p. 235-237.
- SERRES, H. ; TILION, J.P., 1972. L'ensilage des racines de manioc. Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 25 (3), p. 155-156.
- TILION, J.P., 1971. Conseils pratiques pour l'alimentation des porcs et des volailles à Madagascar. Antananarivo, IEMVT, 32 p.
- WAL, J.M., 1972. L'utilisation des sous-produits industriels en alimentation animale à Madagascar. Terre Malgache, 14, p. 77-102.

# Viande de monogastriques

Dans les pays développés, le prix de la viande de bœuf ou de mouton est deux fois plus élevé que celui de la viande de porc ou de volaille. A Madagascar, on observe le phénomène inverse. Ce renchérissement de la viande de monogastriques tient d'une part, à la faiblesse de l'offre par rapport à la demande. Les statistiques font état, pour l'année 1984, d'un effectif de 1,4 million de porcins, alors que la population est estimée à 11 millions d'habitants. D'autre part, le coût de la production, comme l'indice de consommation de ces animaux, est élevé. En effet, les porcs malgaches ont une croissance lente, aggravée par une alimentation déficiente. Si, dans les pays européens, l'apport de 3 kilos d'aliment correspond à un gain de poids de 1 kilo, à Madagascar, il en faut deux fois plus dans les conditions d'élevage paysannal.

Par ailleurs, les poules de race locale sont de bonnes couveuses mais ne donnent qu'une vingtaine de poussins au cours de l'année.

L'importation de races exotiques en vue de leur élevage en race pure ou en croisement a donc paru être une des voies qui permettrait d'améliorer la productivité des animaux.

Il a été demandé à la recherche de trouver les moyens :

- d'augmenter la prolificité et la vitesse de croissance des porcs Large White importés ;
- de rendre plus efficace l'utilisation des aliments afin de pouvoir réduire l'incidence de l'alimentation sur le prix de revient de l'animal.

## Historique et étapes de la recherche

Plusieurs races porcines ont été importées par le service du développement, dès le début du siècle, en vue d'améliorer les porcs locaux : le Craonnais, le Bayeux, le Berkshire, le Tamworth, le Large White. Cette dernière race, très répandue, a fait l'objet, à partir de 1970, de travaux de recherche sur l'amélioration de la fécondité.

Des introductions de volailles exotiques ont été faites également. Mais la recherche s'est bornée jusqu'à présent aux études d'alimentation. Les travaux sur le gavage des oies ont démarré en 1965 pour étudier les possibilités de production de foie gras.

## Résultats acquis

Les résultats disponibles actuellement concernent les performances d'élevage de la race Large White, l'alimentation des porcs et des volailles ainsi que la connaissance du système d'élevage traditionnel.

Les résultats intéressant la médecine vétérinaire sont explicités dans la rubrique *Santé animale*.

## Amélioration de la race Large White

Le nombre de porcelets nés par portée constitue un des facteurs de la productivité des truies. Le programme de sélection sur la fécondité, démarré en 1970 à Kianjasoa, n'a pu être mené dans des conditions parfaites, faute de matières premières alimentaires. Les résultats des données recueillies de 1972 à 1981 vont être publiés prochainement dans une revue internationale. Les plus importants concernent :

- l'âge à la première saillie, qui s'établit à 359 jours. Ce critère de temps permet d'apprécier la vitesse de croissance des animaux. En France, ce temps correspond à l'âge de la première mise bas. Nos animaux enregistrent donc un retard de croissance de quatre mois ;
- le nombre de porcelets nés par portée n'est que de 9, alors qu'il est possible d'en obtenir 10 dans les pays européens ;

– la période improductive, mesurée par l'intervalle sevrage-saillie fécondante, atteint trois mois alors que dans d'autres pays on arrive à la réduire à une quinzaine de jours.

Le faible nombre de porcelets allié à un intervalle sevrage-saillie fécondante élevé font que la productivité annuelle des truies n'est que de 11 porcelets par truie contre 20 généralement admis dans d'autres pays. Le tableau ci-après résume les performances obtenues de 1972 à 1981.

<i>Paramètres</i>	<i>Nombre d'observations</i>	<i>Moyennes</i>	<i>Coefficient de variation</i>
Age à la première saillie (j.)	95	359	26
Age à la première mise bas (j.)	93	487	28
Intervalle sevrage-saillie fécondante	202	88	113
Intervalle entre mises bas	175	246	33
Naissances par portée	277	9	30
Sevrages par portée	246	7,6	33
Porcelets sevrés par truie productive (par an)	69	11,0	37

## **Alimentation**

Les études sur l'alimentation sont toujours accompagnées de l'analyse au laboratoire de la valeur bromatologique des matières premières pour déterminer, entre autres, leur teneur en matière sèche, en cellulose, en protéines, en Ca et en P. A partir de ces résultats, on cherche à définir les modalités d'utilisation de ces aliments.

### **Etudes sur le porc**

Une étude réalisée à Kianjsoa a montré que le porc, en vieillissant, s'adapte progressivement à une alimentation riche en cellulose.

Il a été également mis en évidence que le manioc peut être utilisé comme base énergétique de la ration du porc. En effet, la digestibilité de son amidon est voisine de 100 %, quel que soit le mode de présentation (frais, ensilé ou sec). Mais il faut apporter la matière azotée nécessaire.

Des travaux sur le maïs ont permis de dégager que l'association maïs et soja cuit est très bien valorisée par le porc. Le maïs trempé donne d'aussi bons résultats que le maïs broyé.

Par ailleurs, il a été mis en évidence que si la teneur en gossypol du tourteau de coton ne dépasse pas 1200 ppm, cette source protéique permet d'obtenir d'aussi bons résultats qu'avec du tourteau d'arachide chez les porcs adultes.

Dans le Moyen-Ouest, les paysans laissent pâturer les porcs. Les études réalisées en station sur ce mode de conduite ont permis de conclure que la mise au pâturage du porc à l'engraissement permet de réaliser une économie sur l'alimentation.

Enfin, un travail réalisé à Tamatave sur les déchets de triage de banane (1972) a montré que la ration à base de banane ensilée ou stockée à l'air libre est limitée par la faible densité énergétique du régime.

### **Alimentation des porcs et des volailles**

Le son de riz est la matière première la plus largement utilisée dans l'alimentation des porcs et des volailles. Les études entreprises ont permis de préciser le taux maximal d'incorporation de cette matière dans la ration de ces espèces.

Par ailleurs, il a été montré que les monogastriques peuvent valoriser le pois du Cap cuit jusqu'à un taux d'incorporation de 20 %. Néanmoins, l'utilisation simultanée de manioc et de pois du Cap est déconseillée en raison du risque d'augmentation de la teneur en acide cyanhydrique de la ration.

### **Etude sur l'alimentation des volailles**

La possibilité de produire du foie gras en utilisant une alimentation à base de maïs a été étudiée. La production des oies landaises importées ou nées à Madagascar est intéressante car le poids moyen du foie gras est supérieur à 760 g. Cependant, le poids du foie gras obtenu avec les métisses et les oies malgaches est faible et ne présente aucun intérêt économique.

## **Systèmes d'élevage**

Les enquêtes réalisées sur les élevages traditionnels de porc autour d'Antananarivo et d'Ambatolampy ont permis de savoir que l'alimentation est caractérisée par l'absence de complémentation minérale et la rareté de l'utilisation de concentré. Cette pratique est à l'origine de l'importance de l'indice de consommation, qui dépasse 6,3.

La mortalité sous la mère est importante et atteint 37 %, et la productivité numérique des truies n'est que de 9,7 porcelets sevrés par an.

## Utilisation des résultats et perspectives

En ce qui concerne l'amélioration de la race, le Large White est utilisé en élevage fermier et paysan. Il est nécessaire de poursuivre la sélection sur le porc. Une autre voie est peut-être l'importation de porcs chinois, réputés très prolifiques et adaptés à des régimes alimentaires fibreux, en vue de croisement avec le porc malgache et le Large White. Un autre point qui mérite aussi d'être étudié est l'insémination artificielle et la congélation de sperme qui facilitent la diffusion rapide du progrès génétique.

Par ailleurs, en alimentation, les résultats obtenus sur l'emploi de maïs pour la production de foie gras à partir des oies landaises ont débouché sur le développement de la production de foie gras de canard.

Les recommandations de la recherche concernant l'utilisation des matières premières n'ont pas eu d'impact sur l'élevage paysan. Et même au niveau des élevages fermiers l'alimentation est encore constituée presque exclusivement de son de riz. Il conviendrait en conséquence que la recherche et le développement se concertent pour la mise au point d'une table d'alimentation des monogastriques.

Des travaux sur l'intégration de la culture de protéagineux (pois d'Angola, soja sans antitrypsine, niébé, lupin, pois fourrager, etc.) devraient être entrepris pour favoriser l'autonomie en matières premières riches en azote des exploitations élevant des porcs et des volailles.

Enfin, les enquêtes auprès des exploitations d'élevage de porcs et de volailles devraient être reprises pour avoir plus d'informations sur les différents systèmes d'élevage.

## Références bibliographiques

- BEAUPERE, M., 1972. Essai de complémentation du manioc vert pour l'alimentation du porc à l'engrais avec un concentré économique distribué selon la méthode unidose dans les conditions d'élevage paysannal. Antananarivo, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 40 p.
- BEAUPERE, M., 1972. Production de l'œuf en milieu paysannal. Coopérative d'Anbohitraivo. Antananarivo, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 6 p.
- BEAUPERE, M., 1972. Résumé des résultats des suivis d'élevages porcins en milieu traditionnel dans la région de Tananarive (1971-1972). Antananarivo, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 9 p.
- BEAUPERE, M., 1972. Analyse économique de la production de l'œuf en élevage fermier et en élevage industriel dans la région de Tananarive. Antananarivo, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 57 p.
- BUCK, G.H., 1972. Les exportations et importations malgaches des produits du règne animal et dérivés en 1970 et 1971. Répartition de la production des industries des viandes. Terre Malgache (14), p. 243-255.
- BUCK, G.H., 1972. La production porcine à Madagascar. Terre Malgache (14), p. 193-217.
- CHABEUF, N., 1973. Culture et utilisation des produits agricoles pour l'alimentation du bétail. Antananarivo, RRM, 36 p.
- CHABEUF, N., 1981. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest (Madagascar). Maisons-Alfort, IEMVT, 85 p.
- CHABEUF, N., 1982. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest (Madagascar). Propositions pour la réorganisation des fermes d'Etat Omby, la relance de l'élevage paysannal laitier, l'intensification de l'élevage bovin traditionnel. Maisons-Alfort, IEMVT, 58 p.
- CHABEUF, N., 1987. Bilan de la recherche zooteknique à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA, 25 p.
- CHABEUF, N. ; DECOENE, C. ; LEVIEUX, G.P. ; MOGNET, L., 1983. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest, faritany d'Antananarivo. Troisième partie : Schéma directeur et étude de factibilité : synthèse. Paris, Société d'aide technique et de coopération, 1, 66 p.
- CHABEUF, N. ; DECOENE, C. ; LEVIEUX, G.P. ; MOGNET, L., 1983. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest, faritany d'Antananarivo. Troisième partie : Schéma directeur et étude de factibilité : Schéma directeur. Paris, Société d'aide technique et de coopération, 2, 66 p.
- CHABEUF, N. ; DECOENE, C. ; LEVIEUX, G.P. ; MOGNET, L., 1983. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest, faritany d'Antananarivo. Troisième partie : Schéma directeur et étude de factibilité : relance de l'activité de la ferme d'Etat de la Sakay. Paris, Société d'aide technique et de coopération, 3, 269 p.
- CHABEUF, N. ; DECOENE, C. ; LEVIEUX, G.P. ; MOGNET, L., 1983. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest, faritany d'Antananarivo. Troisième partie : Schéma directeur et étude de factibilité : développement de la production laitière à la ferme BGL de Kianjasoa. Paris, Société d'aide technique et de coopération, 4, 43 p.
- CHABEUF, N. ; DECOENE, C. ; LEVIEUX, G.P. ; MOGNET, L., 1983. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest, Faritany d'Antananarivo. Troisième partie : Schéma directeur et étude de factibilité : intensification de la production de la ferme d'Etat Omby. Paris, Société d'aide technique et de coopération, 5, 11 p.
- CHABEUF, N. ; DECOENE, C. ; LEVIEUX, G.P. ; MOGNET, L., 1983. Evaluation des opérations de développement et étude de factibilité de centres mixtes d'élevage dans le Moyen-Ouest, Faritany d'Antananarivo. Troisième partie : Schéma directeur et étude de

- factibilité : développement paysannal. Paris, Société d'aide technique et de coopération, 6, 145 p.
- CIRAD-IEMVT, 1976. Bibliographie concernant l'élevage et la zootechnie à Madagascar. Maisons-Alfort, IEMVT, 9 p.
- CIRAD-IEMVT, 1976. Bibliographie concernant les productions animales et les pêches à Madagascar. Maisons-Alfort, IEMVT, 3 p.
- DRZV, 1986. Bilan de dix années de recherche, DRZV 1974-1984. Antananarivo, DRZV, 58 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Alimentation des porcs à Madagascar. Antananarivo, DRZV.
- GAULIER, J. ; SERRES, H., 1971. Composition en acides aminés de quelques tourteaux de Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 24 (1), p. 137-144.
- GILIBERT, J. ; CAPITAINE, P. ; SERRES, H., 1968. Expériences d'embouche des porcs avec mise au pâturage. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 21 (2), p. 219-225.
- LACROUTS, M. ; SARNIGUET, J. ; TYC, J. ; CLEMENT, P., [s.d.]. Projet d'équipement de Madagascar en abattoirs frigorifiques. Considérations générales : 1963-64. Paris, ministère de la Coopération, 1, 153 p.
- LACROUTS, M. ; SARNIGUET, J. ; TYC, J. ; CLEMENT, P., [s.d.]. Projet d'équipement de Madagascar en abattoirs frigorifiques : établissement de Majunga. Paris, ministère de la Coopération, 2, 164 p.
- LACROUTS, M. ; SARNIGUET, J. ; TYC, J. ; CLEMENT, P., [s.d.]. Projet d'équipement de Madagascar en abattoirs frigorifiques : établissement de Tananarive. Paris, ministère de la Coopération, 3, 308 p.
- LACROUTS, M. ; SARNIGUET, J. ; TYC, J. ; CLEMENT, P., [s.d.]. Projet d'équipement de Madagascar en abattoirs frigorifiques : établissement de Tamatave. Paris, ministère de la Coopération, 4, 115 p.
- LACROUTS, M. ; SARNIGUET, J. ; TYC, J. ; CLEMENT, P., [s.d.]. Projet d'équipement de Madagascar en abattoirs frigorifiques : établissement d'Antsirabe. Paris, ministère de la Coopération, 5, 114 p.
- LACROUTS, M. ; SARNIGUET, J. ; TYC, J. ; CLEMENT, P., [s.d.]. Projet d'équipement de Madagascar en abattoirs frigorifiques : établissement de Fianarantsoa. Paris, ministère de la Coopération, 6, 104 p.
- LACROUTS, M. ; SARNIGUET, J. ; TYC, J. ; CLEMENT, P., [s.d.]. Projet d'équipement de Madagascar en abattoirs frigorifiques : établissement de Diégo-Suarez. Paris, ministère de la Coopération, 7, 96 p.
- LACROUTS, M. ; SARNIGUET, J. ; TYC, J. ; CLEMENT, P., [s.d.]. Projet d'équipement de Madagascar en abattoirs frigorifiques : synthèse et conclusions. Paris, ministère de la Coopération, 8, 139 p.
- LAURENT, J., 1971. Essai comparatif d'alimentation de porc en croissance utilisant, en complément du maïs, les différents aliments azotés disponibles dans la région de Tananarive. Maisons-Alfort, IEMVT, 19 p.
- MONGODIN, B., 1976. Produits et sous-produits agro-industriels pour l'alimentation animale dans la région du lac Alaotra. Maisons-Alfort, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 67 p.
- MONGODIN, B. ; LOBRY, J.C. ; SERGENT, Y., 1977. Produits et sous produits agro-industriels pour l'alimentation animale à Madagascar. 1 : Inventaires qualitatifs et quantitatifs, prix des matières premières, amélioration de la productivité et de la valeur alimentaire. Maisons-Alfort, IEMVT, 138 p.
- MONGODIN, B. ; LOBRY, J.C. ; SERGENT, Y., 1977. Produits et sous-produits agro-industriels pour l'alimentation animale à Madagascar. 2 : Utilisation des matières premières, formulation, prix de revient, ateliers de fabrication des provendes. Maisons-Alfort, IEMVT, 133 p.
- PETOT, M., 1977. Rapport de fin de mission d'un docteur vétérinaire zootechnicien à la SOMALAC. Maisons-Alfort, IEMVT, 131 p.
- RAKOTOZANDRINY, J.N., 1985. Contribution à l'étude de quelques paramètres nutritionnels chez le porc dans un contexte malgache. In : Colloque international sur l'amélioration de l'élevage en zone tropicale : cas de Madagascar, Antananarivo, 6-13 septembre 1985.
- RASAMBAINARIVO, J.H. ; RAPATSALAHY, S. ; RABEHANITRINIONY, M., 1985. Biologie et valeur nutritionnelle de quelques espèces d'*Amaranthus* sp. des hauts plateaux malgaches. In : Colloque international sur l'amélioration de l'élevage en zone tropicale : cas de Madagascar, Antananarivo, 3-13 septembre 1985. 8 p.
- RASAMBAINARIVO, J.H. ; RAZAFINDRATSITA, R. ; RABEHANITRINIONY, M. ; RANDRIAMARO, F., 1984. Utilisation de flavomycine et nutrafos chez le porcelet en milieu fermier malgache : compte rendu d'essai. Antananarivo, DRZV, 11 p.
- RAVAOJARISON, M. ; SCHREDER, R. ; SIMEON, M., 1973. Inventaire commenté des études récentes sur l'élevage à Madagascar. Terre Malgache, 14, p. 23-38.

- RAZAFIMANANTSOA, E., 1987. Performance d'élevage du troupeau de truies de Kianjasoa, de 1972 à 1981. Antananarivo, DRZV.
- REVIERS, B. DE ; GAULIER, R., 1970. Les sons et les issues de riz dans l'alimentation du bétail à Madagascar. Antananarivo, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 89 p.
- RICHEZ, P., 1972. Les difficultés de l'élevage porcine traditionnel à Madagascar. Terre Malgache (14), p. 59-75.
- RICHEZ, P., 1973. Analyse des spéculations d'une exploitation familiale du Moyen-Ouest. Antananarivo, IEMVT, 18 p.
- SERRES, H., 1965. Eléments d'alimentation du bétail à Madagascar. Antananarivo, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 118 p.
- SERRES, H., 1968. Note sur un élevage d'oies des Landes avec essais de production de foies gras à Madagascar. Antananarivo, IEMVT, 58 p.
- SERRES, H. ; CAPITAINE, P. ; GILIBERT, J., 1970. Note sur un élevage d'oies des Landes avec essais de production de foies gras à Madagascar. Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 23 (3), p. 361-387.
- TILION, J.P., 1971. Conseils pratiques pour l'alimentation des porcs et des volailles à Madagascar. Antananarivo, IEMVT, 32 p.
- TILION, J.P. ; WAL, J.P., 1973. Une expérience de valorisation des refus de bananes à Tamatave : l'opération porcs-bananes. Terre Malgache (14), p. 181-191.
- WAL, J.M., 1973. L'utilisation des sous-produits industriels en alimentation animale à Madagascar. Terre Malgache (14), p. 77-102.

# Santé animale

La production animale constitue pour Madagascar une ressource économique importante, et les filières lait, viande de polygastriques et viande de monogastriques s'inscrivent dans les priorités de la recherche.

Les pathologies parasitaires et infectieuses constituent un obstacle important au développement et à l'amélioration de la production animale (viande, lait et sous-produits).

L'objectif essentiel de la recherche en pathologie est de limiter la mortalité, de diminuer l'incidence de la morbidité, d'améliorer la productivité des espèces animales (bovins, porcins, caprins, ovins et petits élevages) et enfin de préserver la santé de l'homme.

La contribution de la recherche en santé animale aux objectifs de développement national intéresse tout particulièrement l'autosuffisance alimentaire, l'amélioration de l'exploitation agricole (équilibre agropastoral), ainsi que l'exportation de viande bovine.

La pathologie parasitaire est souvent responsable de lourdes pertes économiques et concerne tout particulièrement :

- la filière bovins et la filière lait avec la fasciolose (douve du foie), l'ascaridose des veaux, les ectoparasitoses (ascariens et insectes) et les maladies protozoaires (transmises par les tiques) ;
- la filière viande de monogastriques avec les helminthoses (dus à la présence des vers) et les ectoparasites (gales, poux, etc.) ;
- le petit élevage aviaire avec la coccidiose.

La stratégie mise en œuvre consiste d'abord à inventorier et identifier les différents parasites puis à orienter les recherches sur l'épidémiologie, l'étiologie et la propagation des maladies parasitaires.

En s'appuyant sur une meilleure connaissance de la biologie du parasite, il devient possible d'étudier les moyens de contrôle ou de lutte par des prophylaxies médicales ou sanitaires.

La pathologie infectieuse, si elle peut apparaître moins redoutable que dans bon nombre d'autres pays — car Madagascar est indemne des maladies virales les plus graves du cheptel bovin (fièvre aphteuse, peste bovine) —, est néanmoins responsable de pertes de production importantes dans les filières viande bovine, lait et viande de monogastriques.

Chez les bovins et les petits ruminants, les maladies les plus graves sont :

- les maladies telluriques ;
- la tuberculose ;
- la dermatophilose ;
- la cowdriose, « heart-water » ;
- les entérites colibacillaires ;
- la dermatose nodulaire, « lumpy skin disease ».

Chez les monogastriques, ce sont :

- la maladie de Teschen ;
- la peste porcine classique ;
- les pasteurelloses ( porcine et aviaire) ;
- la maladie de Newcastle (peste aviaire) ;
- la variole aviaire.

Par ailleurs, il faut signaler les recherches sur la prophylaxie et sur la conduite à tenir face aux maladies transmissibles à l'homme (zoonoses) et aux maladies des animaux de compagnie (telles que la rage).

Les stratégies mises en œuvre pour la conduite des programmes de recherche se fondent sur les mêmes principes que pour la pathologie parasitaire.

## Historique et étapes de la recherche

Avant 1985, aucun document sur l'exercice de la profession vétérinaire n'existait. Antérieurement à cette date, seuls quelques gardiens de troupeaux étaient « ombiasy-omby » (sorciers pour les bœufs)... Ils avaient des connaissances concernant les maladies et les soignaient avec des breuvages à base de feuilles, de lianes, de fleurs ou de macération d'os, etc.

La recherche sur la santé animale à Madagascar est une série ininterrompue de travaux, auxquels Malgaches et étrangers ont toujours œuvré de concert.

Au début du siècle, les docteurs Carougeau, Rakoto et Randriambeloma (premiers vétérinaires malgaches diplômés en 1909 de l'école vétérinaire de Toulouse) furent les premiers pionniers et effectuèrent des enquêtes systématiques sur les maladies animales.

La structure de la recherche vétérinaire a connu l'évolution suivante :

- 1907-1926 : Première organisation du service vétérinaire et installation du premier laboratoire vétérinaire à Mahamasina.
- 1926-1950 : Mise en œuvre des recherches zootechniques et développement de l'enseignement et des laboratoires. Création de nombreux centres d'élevage (à Befanamy, Ambovombe, Antsirabe, Moraharivo, Mahabo et Kianjasoa). En 1934, le laboratoire vétérinaire (Mahamasina) est intégré dans les locaux neufs de l'Institut Pasteur.
- 1950-1961 : Organisation centralisée de la recherche ; la ferme de Kianjasoa devient un centre de recherche zootechnique important (avec la création de la race Renitelo) et le centre de Miadana (avec importation de Brahman) est ouvert.

En 1955, ce fut l'installation du laboratoire vétérinaire de l'Institut Pasteur à Ampandrianomby. Il reçoit le nom de J.-Carougeau.

- 1961-1974 : La gestion de la recherche vétérinaire est confiée à l'Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux (IEMVT) avec le laboratoire « J.-Carougeau » et les deux centres de Kianjasoa et de Miadana.
- 1974 : Transfert de la gestion de l'IEMVT au Département de recherches zootechniques et vétérinaires (DRZV) du FOFIFA, qui est sous la tutelle du ministère de la Recherche scientifique et technologique pour le développement.

## **Pathologie parasitaire**

Au début du siècle, la pathologie parasitaire était dominante car les moyens d'investigation disponibles alors permettaient d'aborder plus facilement la parasitologie que l'étude des micro-organismes.

L'approche a été généralement conduite en deux étapes distinctes :

- une première étape d'inventaire et de diagnose (identification) ;
- une seconde phase d'approfondissement et de recherche sur les moyens de prophylaxie.

## **Helminthologie**

Les chercheurs ont identifié et décrit les différentes espèces de vers :

- cestodes, de 1911 à 1931 ;
- trématodes, de 1929 à 1966 ;
- nématodes, de 1931 à 1969.

Ces identifications ont été suivies de recherches sur les thérapeutiques à appliquer.

Après 1970, la recherche a été surtout axée sur la fasciolose car cette maladie grave a été observée pour la première fois en 1960 chez les bovins. De nombreux sujets de recherche ont été abordés.

- Etiologie : reproduction du cycle, étude du mécanisme de la maladie.
- Essai d'utilisation de molluscicide en 1969 et étude de la prévalence par les canards.
- Mise au point de la méthode de diagnostic sérologique par utilisation d'antigène purifié (1973).

L'épidémiologie de la fasciolose a été entreprise en plusieurs étapes : en 1971, dans le sud de l'île, en 1972-1973, dans le Moyen-Ouest, et de 1975 à 1980, dans les six provinces.

De 1975 à 1980, l'épidémiologie des autres espèces de parasites a été réalisée au niveau des six provinces et de la ferme d'Etat Omby (1976-1977).

Les recherches en prophylaxie de la fasciolose ont débuté en 1969 et continuent actuellement.

Les recherches sur les thérapeutiques anthelminthiques ont commencé tôt (1954) et se poursuivent encore, mais de façon ponctuelle.

Les investigations sur les plantes médicinales antiparasitaires, qui se sont développées dès 1980, se sont intensifiées ces cinq dernières années.

## **Ectoparasitologie et protozoologie**

Les recherches sur les ectoparasites ont commencé en 1935 par l'inventaire des espèces existantes.

L'étude du protozoaire a débuté en 1933. Après les phases d'inventaire, la recherche est axée sur les méthodes de lutte : à partir de 1960 pour les ectoparasites, en 1961 pour les maladies à protozoaires.

Malheureusement, la recherche en matière de protozoologie est restée en veilleuse depuis le début des années 80.

## Pathologie infectieuse

i/

Les recherches furent développées plus tardivement bien que, dès le début du siècle, certaines infections bactériennes comme le charbon et la tuberculose chez les bovins aient déjà retenu l'attention des chercheurs.

### **Virologie**

#### ***Polygastriques***

- Cowdriose, « heart-water » : bien que cette maladie ait été signalée pour la première fois, par Poisson, dès 1924, les études épidémiologiques de diagnostic et de prophylaxie n'ont été effectuées qu'à partir de 1964 et abandonnées par la suite, en 1976, malgré l'incidence de cette affection sur les bovins importés et leurs métis ainsi que sur les ovins.
- Dermatose nodulaire, « lumpy skin disease » : identifiée à Madagascar dès 1954, elle fut aussitôt l'objet de recherches en diagnostic, épidémiologie et prophylaxie. Les conséquences de la maladie pour l'industrie des peaux furent présentées en 1956 à l'Office international des épizooties. Aucune recherche particulière ne fut poursuivie après 1975.

#### ***Monogastriques et volailles***

- Maladie de Teschen ou paralysie contagieuse du porc : observée pour la première fois en 1942, cette maladie grave, endémique uniquement à Madagascar et en Tchécoslovaquie, a fait l'objet de nombreuses recherches concernant :
  - l'étiologie et les caractères de l'infection ;
  - l'épidémiologie descriptive : travaux présentés au Bureau inter-africain des épizooties (1954), à l'Office international des épizooties (1958) et à la Société de pathologie exotique (1958) ;
  - la prophylaxie sanitaire et surtout médicale ;
  - le diagnostic rapide.
- Peste porcine : identifiée pour la première fois en 1965, elle est du type européen (classique). Malgré les données déjà acquises dans ce domaine dans d'autres pays, les efforts de recherche ont porté, à partir de 1979, sur le diagnostic et la prophylaxie médicale de cette affection qui cause encore des pertes importantes dans les élevages où la vaccination fait défaut ou est mal contrôlée.
- Maladie de Newcastle : cette virose aviaire fut introduite dans l'île après la Seconde Guerre mondiale. N'étant pas non plus spécifique de Madagascar, elle a fait l'objet de peu de recherches, à l'exception du diagnostic et de la prophylaxie médicale.

- **Variole aviaire** : sa date d'apparition dans l'île n'a pas été rapportée avec précision. Bien qu'elle soit encore répandue, peu de recherches lui sont consacrées.

Enfin, chez les chiens et les chats, la rage était connue de temps immémorial à Madagascar. Une revue générale de l'incidence de la maladie, de 1901 à 1958, fut publiée à partir des archives de l'Institut Pasteur de Madagascar. La parvovirose a été observée en 1982 chez les chiens.

### **Bactériologie**

#### ***Polygastriques***

- **Maladies telluriques** : deux maladies graves connues à Madagascar depuis 1902 (charbon bactérien) et 1969 (charbon symptomatique) ont fait l'objet de recherches axées initialement sur l'épidémiologie. Par la suite, ces études ont été étendues sur l'étiologie (charbon symptomatique), et ces dernières années ont vu se développer des recherches technologiques importantes pour la production et l'amélioration des vaccins anticharbonneux, en collaboration avec la RFA (GTZ, coopération technique allemande) depuis 1978.

- **Tuberculose** : les trois aspects les plus étudiés de cette maladie, décrite dès 1860, ont été l'étiologie et caractères de l'infection ; l'épidémiologie, avec notamment une étude approfondie menée de 1969 à 1970 faisant suite au bilan alarmant de cette zoonose dressé en 1962 ; la prophylaxie médicale.

Depuis 1989, les activités sont menées dans les zones d'encadrement de Kianjao et de Miadana, et ont pour objectif l'éradication de la maladie.

- **Dermatophilose** : maladie très anciennement connue à Madagascar, elle fut décrite pour la première fois par Buck en 1948. Les recherches ont porté sur l'étiologie et les caractères de l'infection, l'épidémiologie et les différentes méthodes de prophylaxie.

- **Entérites colibacillaires** : les entérites diarrhéiques, souvent observées chez les zébus malgaches en hiver austral, n'ont jamais été considérées comme une entité morbide bien définie jusqu'en 1955. Par la suite, d'importantes recherches furent entreprises sur l'étiologie de l'infection.

#### ***Monogastriques et petit élevage***

- **Pasteurelloses (aviaire et porcine)** : malgré leur impact sur la santé des porcs et des volailles, peu de recherches étiologiques approfondies leur ont été consacrées.
- **Entérites colibacillaires porcines** : depuis 1973, elles ont pris de l'importance dans la pathologie porcine malgache. Les recherches étaient axées essentiellement sur les agents étiologiques.

# Résultats acquis

## Pathologie parasitaire

### Helminthologie

Lès résultats obtenus en helminthologie seront présentés avant ceux de l'ectoparasitologie et de la protozoologie, et ceci à l'intérieur de chaque filière.

### Polygastriques

Les premiers résultats portaient sur la famille des cestodes. En effet, en 1911 et 1926, *Cysticercus bovis* fut observé chez les bovins. D'autres localisations de ce même parasite furent rapportées en 1930 chez les ovins et les bovins. *Echinonococcus granulatus* a été observé chez les ruminants (1915).

Concernant les trématodes, *Fasciola hepatica* fut signalée dès 1929 chez les moutons mais ne se dissémina pas (absence du mollusque hôte intermédiaire).

Mais en 1966, *Fasciola gigantica* fit son apparition dans le cheptel bovin et ovin, se développa rapidement et devint la cause la plus importante de la mortalité bovine.

De nombreux résultats ont été obtenus :

- Cycle reproduit sur les bovins et le mollusque hôte intermédiaire (*Lymnaea natalensis*).
- Traitements : de nombreuses gammes de produits ont été testées et se sont avérées efficaces contre ce parasite, tels que Ranide (N.D), Dovenix, Bilevon, Banminth, Acedist, Fasinex, Clorsulon, Ranizole et Polyzole.
- Epidémiologie : la distribution géographique de la maladie et sa prévalence au niveau de chaque province ont été étudiées.
- Moyens de lutte : prédation des poissons malacophages et utilisation de moyens chimiques (molluram et sels de fer).

Concernant les nématodes, les résultats portèrent sur la description des parasites existants (de 1931 à 1965) avec un inventaire complet. Grâce à ces investigations, la recherche débouchait sur des méthodes de traitement :

- alkylsulfates de soude pour le traitement de l'hæmonchose et de l'œsophagostomose ;
- mélange thiabendazole-nichosamide (à 52mg/kg) pour le traitement de

Des diagnostics et titrages sérologiques rapides sont désormais réalisables grâce à de nouvelles méthodes (immunofluorescence et test ELISA).

- Peste porcine : une technique originale de mise en évidence du virus suïpestique par exaltation du virus de Newcastle a été développée en 1970. A partir de 1979, les recherches portèrent davantage sur l'amélioration du diagnostic par immunofluorescence, et sur l'adaptation du virus-vaccin (produit sur lapins) à la culture de cellules de lapereau et de différentes lignées.

- Maladie de Newcastle : le rôle possible du porc comme réservoir du virus fut étudié en 1954, et des observations sur le pouvoir infectieux de ce virus aviaire pour l'homme furent faites en 1962.

Des méthodes de diagnostic furent développées, et en 1968 fut mis au point le vaccin mixte Newcastle-choléra. La possibilité de vacciner les volailles plus jeunes (21 jours au lieu de 45) contre cette maladie courante fut démontrée.

- Variole aviaire : le vaccin, fabriqué initialement à partir de croûtes obtenues expérimentalement, est produit depuis 1960 sur œufs embryonnés. L'âge de vaccination des volailles contre cette maladie fréquente est ramené à trois jours.

- Maladies des animaux de compagnie (hors filière).

- Rage animale : le vaccin « Flury » LEP (souche OMS) utilisé à Madagascar à partir des années 50 est encore utilisé actuellement (souche cultivée sur œuf). Depuis 1983, la mise au point d'un vaccin de culture cellulaire figure parmi les activités de recherche dans ce domaine.

La préparation d'un bon conjugué fluorescent antirabique a permis de maîtriser le diagnostic au niveau du laboratoire central de l'élevage.

## **Bactériologie**

### ***Polygastriques***

- Maladies telluriques :

- charbon bactérien : tous les caractères épidémiologiques du charbon bactérien furent décrits dès 1923. Jusqu'en 1975, les études ont porté sur l'évolution de la maladie chez les carnivores sauvages en captivité, sur l'hypothèse de son introduction dans l'île et sur les problèmes du réservoir sauvage éventuel de la maladie.

Le vaccin anticharbonneux était initialement préparé en flacons stériques à partir de la souche capsulée « A 43 » ou de la souche acapsulée Sterne de

*Bacillus anthracis*. En 1970 a été mis au point un vaccin mixte (Bichar) contre les deux charbons, dont la technique de fabrication fut brevetée en 1973 à l'Agence nationale pour la valorisation de la recherche (ANVAR). Depuis 1978, ce vaccin est produit en fermenteur et la mise au point de cette technologie (collaboration avec la RFA) a permis récemment l'obtention de spores lavées avec un rendement très élevé.

Le charbon bactérien est actuellement bien maîtrisé ;

– charbon symptomatique : les données épidémiologiques ont permis de mettre en évidence les agents associés au charbon symptomatique, à savoir les deux sérotypes de *Clostridium chauvoei* et les trois autres *Clostridia* (*septicum*, *sordelli* et *perfringens*).

Dès son apparition en 1969, qui a fait plus de 100 000 morts, un vaccin cultivé en flacons statiques fut produit.

Depuis 1978, avec la collaboration avec la RFA, l'amélioration des techniques de production du vaccin symptomatique (culture continue en fermenteur et ultrafiltration) a abouti au vaccin actuel à base de toxoïdes concentrés et de fractions cellulaires de *Clostridium chauvoei* souche 735, associés aux spores lavées de *Bacillus anthracis* et aluné (Bichar).

La technique du test de l'inhibition de l'hémolyse est utilisée depuis 1985 pour contrôler la dynamique de production des anticorps contre le charbon symptomatique. Le rôle exact de ces anticorps mérite cependant d'être élucidé.

L'incidence du charbon symptomatique à l'échelon national est actuellement très faible.

• Tuberculose : la souche *Mycobacterium bovis* « BM », isolée en 1962, a été étudiée du point de vue antigénique et pathogénique, de 1972 à 1975. Une méthode originale de diagnostic par analyse biochimique du sang a été mise au point en 1973. Les rapports entre lésions parasitaires et tuberculose avaient été étudiés dès 1936, et d'autres études plus complètes leur furent consacrées en 1976. Une étude épidémiologique importante, effectuée dans les années 70, a permis de montrer l'influence de certains facteurs (âge, sexe, mode d'élevage, race, etc.). De très nombreux essais préliminaires d'immunisation furent effectués de 1969 à 1974 et appliqués dans l'île de Nosy-Be en 1972.

Les recherches sur le vaccin « BKTA » (bacille de Koch trypsiné adjuvé) ont été abandonnées et n'ont pas été compensées par celles d'autres solutions spécifiques au problème malgache (20 % du cheptel infecté).

La lutte contre la tuberculose doit encore être axée sur la tuberculination et l'abattage des sujets tuberculeux, ce qui n'est malheureusement réalisable que dans les stations, les fermes d'Etat et les élevages intensifs.

• Dermatophilose : les répercussions physiopathologiques de cette maladie due à *Dermatophilus congolensis* (Van Saceghem, 1915) furent étudiées de 1970 à 1972. Sur le plan épidémiologique, l'apparition « cyclique » de la maladie a été remarquée en 1974 chez les bovins. Les recherches sur les facteurs favorisants (génétiques, environnementaux) ont été poursuivies, démontrant le degré de sensibilité des diverses races bovines (importées et locales) et de leurs métis, et permettant l'esquisse d'une carte épidémiologique de la maladie à Madagascar.

L'efficacité des traitements curatifs par voie externe (crésyl, cristal violet, vert de méthyle, topique de Lebasque) ou parentérale (spiramycine, le mélange pénicilline-streptomycine, terramycine longue action) a été confirmée, malgré des cas de récurrence.

Les essais de vaccination n'ont pas été poursuivis et les méthodes prophylactiques restent centrées sur la pratique assidue des bains et douchages détergents.

Les essais de traitement par les plantes médicinales, réalisés dans les années 80 sont actuellement poursuivis en collaboration avec le Centre national des recherches pharmaceutiques (CNRP).

• Entérites colibacillaires : les recherches étiologiques aboutirent à la fabrication, en 1965, d'un vaccin à base d'*Escherichia coli* tué par le formol.

En 1972 fut mis au point un vaccin mixte contre les deux charbons et l'entérite épizootique (Bicharcoli), la valence colibacillaire étant aussi actuellement produite en fermenteur.

### **Monogastriques et petit élevage**

• Pasteurelloses : la pasteurellose aviaire (choléra des poules), dont l'agent étiologique est *Pasteurella multocida*, est répandue sur tout le territoire national. En 1968 fut étudiée l'association du vaccin antipasteurellique tué au vaccin contre la maladie de Newcastle (vaccin modifié).

La pasteurellose porcine (pneumonie des porcs) est également due à *Pasteurella multocida*. Contre cette affection, un vaccin tué a été mis au point en 1969, et en 1972 a été conçu un autre type de vaccin tué plus concentré.

Actuellement, les vaccins sont produits en fermenteur.

• Entérites colibacillaires porcines : l'isolement des germes en cause dans certaines fermes a permis la mise au point d'un « auto-vaccin » contre les entérites colibacillaires porcines. Ces vaccins sont utilisés sur les mères gestantes avant la mise bas et sur les porcelets.

# Utilisation des résultats et perspectives

## Pathologie parasitaire

Les résultats peuvent se regrouper en deux catégories :

- résultats axés initialement sur l'identification ou la diagnose des parasites en cause, puis sur la prophylaxie médicale ;
- résultats obtenus par des recherches approfondies sur les luttes biologiques et sur les méthodes de prémunition ou de prophylaxie sanitaire.

D'emblée, les premiers résultats trouvent leur application ou leur utilisation plus facilement. En effet, dès que l'on identifie l'étiologie d'une parasitose, le traitement adéquat s'applique immédiatement, sauf pour les quelques rares parasitismes où la médication s'avère impossible (ladrerie, échinococcose ou onchocercose).

Ainsi, dans le cas de la fasciolose bovine, plusieurs gammes de produits fasciolicides sont à la disposition des éleveurs : Dovenix, Ranide, Acedist, Clorsulon (Ivomec F), Fasinex, Flukiver, etc. Ce traitement s'applique dès l'âge de sept ou huit mois chez les bovins ou les ovins.

Est recommandé également le déparasitage systématique des veaux dès l'âge de un mois, avec la Pipérazine ou d'autres produits, et jusqu'à quatre mois.

Chez les monogastriques, le traitement doit aussi être systématique.

Il en est de même dans les cas d'ectoparasitisme. Des produits de détiage sont à la disposition des éleveurs. Ils sont utilisés avec efficacité (Gamatox, Ivomec, etc.) et avec un rythme bien défini (bimensuel ou mensuel).

La méthode de traitement contre les protozoaires étant mise au point (utilisation de Gonacrine, Pirodia, etc. ou terramycine), la maladie doit être diagnostiquée et traitée précocement.

En revanche, la mise en application du second type de résultats s'avère relativement difficile actuellement. En effet, la mise en œuvre des moyens de lutte biologique, chimique ou écologique est souvent liée à de nombreux facteurs ou paramètres peu maîtrisables.

C'est ainsi que l'utilisation des molluscicides (Molluram, Frescon, etc.) ou de sels de fer risque de perturber l'équilibre des biocénoses du milieu limnique.

De même, la lutte écologique ne peut être mise en œuvre sans bouleverser tous les biotopes.

La lutte biologique (prédation des mollusques, poissons malacophages, etc.) n'est efficace que dans certaines conditions bien définies (surface restreinte, disponibilité en nourriture, etc.). C'est pourquoi, dans les conditions naturelles, ces méthodes sont difficiles à appliquer. Cependant, la malacophagie des palmipèdes semble être importante et mérite d'être appliquée.

En protozoologie, la méthode de prémunition a été déjà utilisée dans l'élevage laitier malgache. Il s'agit seulement d'entretenir la bouche de manière continue.

## Pathologie infectieuse

La protection sanitaire du cheptel national consistant, entre autres, à vacciner les animaux contre les maladies infectieuses endémiques, les résultats de la recherche en pathologie infectieuse trouvent, dans la mesure du possible, leur application dans la production des vaccins.

Les taux d'immunisation par rapport à l'effectif total du cheptel national, pour l'année 1988, contre les dominantes pathologiques au sein de chaque filière ont été évalués sur la base des données fournies par la direction de l'Élevage (MPAEF) dans son rapport annuel 1988.

- Immunisations bovines
  - contre les charbons (vaccin Bichar) : 62,1 % ;
  - contre l'entérite colibacillaire (vaccin Bicharcoli) : 34,2 %.
- Immunisations des petits ruminants
  - contre les charbons (vaccins Caprichar) : 6,8 % pour les ovins et 2,1 % pour les caprins.
- Immunisations porcines
  - contre la maladie de Teschen (vaccin Teshenvax) : 22 % ;
  - contre la peste porcine classique (vaccin Suipest) : 9,5 % ;
  - contre la pasteurellose porcine (vaccin Pneumopore) : 8,7 % ;
  - contre les entérites colibacillaires (autovaccins) : 4 000 cas d'immunisation.
- Immunisations aviaires
  - contre la pasteurellose aviaire (vaccin Avichol) : 9,7 % ;
  - contre la maladie de Newcastle (vaccin Pestavia) : 8,5 % ;
  - contre la variole aviaire (vaccin Varavia) : 0,86 %.

Les perspectives de la recherche en santé animale s'inscrivent dans trois orientations.

- Préservation des ressources animales existantes par un renforcement du diagnostic des maladies dominantes avec des méthodes fiables, spécifiques et rapides.
- Amélioration des ressources par les méthodes de prévention des maladies, notamment de la fasciolose, en agissant sur les mollusques hôtes intermédiaires et des grandes affections microbiennes (bovines et porcines).
- Recherche de méthodes de traitement des maladies.

Les priorités seront données aux thèmes de recherche rapidement réalisables (moyens disponibles) ou non étudiés à l'étranger.

Les programmes de recherche à entreprendre ont été définis en tenant compte de ces priorités.

## **Programme de recherche en pathologie parasitaire**

- Prophylaxie de la fasciolose bovine, qui vise à limiter la baisse de productivité bovine par l'établissement d'un calendrier régional d'application de traitements après enquête détaillée dans chaque zone écologique.
- Prophylaxie des autres helminthoses, qui limite la baisse de productivité, en établissant également les calendriers régionaux de traitement antihelminthique dans chaque zone écologique.
- Prophylaxie des ectoparasitoses et des maladies à hématozoaires pour limiter la baisse de productivité chez les ruminants et éviter la mortalité des races améliorées. Réhabilitation de la section entomoprotozoologie par la construction et l'approvisionnement en animaux de l'étable « tick-free », accompagnée d'enquêtes épidémiologiques.

## **Programme de recherche en pathologie infectieuse**

### **Virologie**

#### ***Polygastriques***

- Prophylaxie de la cowdriose pour limiter la mortalité des bovins de race importée, en envisageant une coopération avec une équipe étrangère déjà spécialisée dans ce domaine (réseau cowdriose-dermatophilose).

### **Monogastriques**

- Prophylaxie de la maladie de Teschen et de la peste porcine pour limiter la mortalité des porcs — obstacle au développement de l'élevage intégré et à la fourniture de viande de substitution à celle de l'élevage bovin — en effectuant des enquêtes précises sur l'impact de ces deux maladies sur l'élevage porcin et sur l'efficacité des vaccins actuels. L'amélioration de la stabilité des vaccins actuels et de ses méthodes de contrôle, la recherche d'un vaccin « vivant » et la mise au point (ou le traitement) d'une méthode rapide de diagnostic (ELISA) seraient souhaitables.

- Prophylaxie des maladies aviaires pour limiter les pertes de l'élevage avicole, principale source des protéines de substitution aux viandes bovine et porcine, en améliorant les méthodes de vaccination, les coûts de production et de conservation du vaccin Pestavia.

### **Animaux de compagnie**

- Prophylaxie de la rage animale pour protéger la santé de l'homme par la mise au point des vaccins.

Cette recherche n'aura d'impact réel sur la rage dans l'île que si un programme national de lutte est mis en œuvre (vaccination de 80 % de la population canine).

### **Bactériologie**

#### **Polygastriques**

- Prophylaxie des maladies telluriques pour réduire la mortalité bovine (encore estimée à 4 000 têtes par an) en améliorant la durée d'immunité conférée par le vaccin actuel, et les tests de contrôle lot par lot. L'impact des différentes espèces de *Clostridium* sur la mortalité et la morbidité doit être évalué.

- Prophylaxie de la tuberculose bovine pour limiter la mortalité et augmenter la productivité des bovins, tout en protégeant la santé de l'homme, en réactualisant les enquêtes sur l'impact de la zoonose, en recherchant un vaccin plus efficace et un test rapide de diagnostic.

- Prophylaxie de la dermatophilose pour limiter la mortalité des bovins de race importée et augmenter la productivité de la filière en testant les extraits de plantes médicinales (présélectionnées *in vitro* par le CNRP) et en recherchant les marqueurs génétiques de la sensibilité à la maladie.

- Prophylaxie des entérites colibacillaires pour limiter la morbidité ou la mortalité des bovins ou des porcins due à *Escherichia coli* en adaptant les recherches aux progrès récents en matière de facteurs de pathogé-

nicité des colibacilles, en déterminant les sérotypes en cause, et en mettant au point un test d'efficacité.

- Prophylaxie de la pasteurellose aviaire pour limiter la mortalité des volailles en typant les *Pasteurella* contenus dans le vaccin actuel et les souches sauvages isolées, et en mettant au point un test d'efficacité.

## Références bibliographiques

- BENNETT, G.F. ; BLANCOU, J., 1975. A note on the blood parasites of some birds from the Republic of Madagascar. *J. Wildl. Dis.*, 10 (7), p. 239-240.
- BLANCOU, J., 1968. Note clinique : cas de charbon bactérien chez les carnivores sauvages de Madagascar. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 21 (3), p. 339-340.
- BLANCOU, J., 1969. Traitement de la streptothricose bovine par une injection unique d'antibiotiques à haute dose. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 22 (1), p. 33-40.
- BLANCOU, J., 1972. Comparaison des techniques pratiques de diagnostic de la tuberculose bovine à Madagascar. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 25 (1), p. 29-35.
- BLANCOU, J., 1973. Synthèse des travaux du service de bactériologie, 1968-1973. Antananarivo, IEMVT, 164 p.
- BLANCOU, J., 1973. Influence de la tuberculose sur l'embouche intensive des zébus malgaches. In : *Embouche intensive des bovins en pays tropicaux*, Dakar, 4-8 décembre 1973. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, p. 197.
- BLANCOU, J., 1973. Infection du chien par *Dermatophilus congolensis* (Van Saceghem, 1915). *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 26 (3), p. 289-291.
- BLANCOU, J., 1974. Etude du vaccin mixte contre le charbon bactérien et le charbon symptomatique. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 27 (2), p. 183-187.
- BLANCOU, J., 1976. The treatment of infection by *Dermatophilus congolensis* with particular reference to the disease in cattle. In : *Dermatophilus infections in animals and man*, LLOYD D.H. ; SELLERS R.C. New-York, Academic Press, p. 246-259.
- BLANCOU, J., 1976. Bilan de sept années de prophylaxie de la dermatophilose dans un troupeau de zébus Brahman. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 29 (3), p. 211-215.
- BLANCOU, J., 1988. Rapport provisoire (1<sup>er</sup> projet : juillet-août 1988) sur un bilan des recherches vétérinaires en santé animale à Madagascar. Maisons-Alfort, IEMVT, 56 p.
- BLANCOU, J., 1988. Bilan des recherches vétérinaires en santé animale à Madagascar et orientations possibles (second projet complétant et actualisant le premier : juillet-août 1988). Maisons-Alfort, IEMVT, 45 p.
- BLANCOU, J. ; ALBIGNAC, R., 1976. Note sur l'infestation des lémuriens malgaches par *Spirocerca lupi* (Rudolphi, 1809). *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 29 (2), p. 127-130.
- BLANCOU, J. ; BOUCHET, A. ; DAYNES, P., 1971. Etudes sur l'allergie, les anticorps précipitants et les anticorps fixant le complément au cours de l'infestation des bovins par *Fasciola gigantica*. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 24 (3), p. 373-379.
- BLANCOU, J. ; BOUCHET, A. ; DAYNES, P., 1975. Essais d'induction d'une résistance acquise à l'infestation par *Fasciola gigantica*. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 28 (2), p. 133-136.
- BLANCOU, J. ; BOUCHET, A. ; TAILLIEZ, R., 1976. Réactions à l'injection intradermique d'un antigène spécifique du genre *Fasciola* chez les bovins. Essai préliminaire en vue d'une application au diagnostic de l'infestation. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 29 (1), p. 39-42.
- BLANCOU, J. ; CHENEAU, Y., 1974. Influence de la tuberculose sur le gain de poids de zébus à l'engrais. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 27 (1), p. 75-80.
- BLANCOU, J. ; CHENEAU, Y., 1976. Recherche du bacille de Koch dans le sang et les muscles de bovins tuberculeux. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 29 (1), p. 11-15.
- BLANCOU, J. ; CHENEAU, Y. ; BOUCHET, A., 1974. Modification de certains constituants biochimiques du sang chez les zébus naturellement infestés par *Fasciola gigantica*. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 27 (4), p. 467-475.
- BLANCOU, J. ; DAYNES, P., 1972. Recherche d'anticorps chez les porcs parasités par *Stephanurus*

- dentatus*. Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar, 41 (1), p. 29-34.
- BLANCOU, J. ; RAJAONARISON, J., 1972. Note sur le rôle vecteur des rapaces dans la propagation de certaines maladies bactériennes. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 25 (2), p. 187-189.
- BLANCOU, J. ; RAKOTOARIVELO, J. ; SERRES, H., 1971. Note sur le premier cas de charbon symptomatique à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 24 (1), p. 19-21.
- BLANCOU, J. ; RAKOTONIAINA, P. ; CHENEAU, Y., 1974. Types de bacilles tuberculeux chez l'homme et l'animal à Madagascar. Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar, 43 (1), p. 31-38.
- BLANCOU, J. ; RORHBACH, C. ; PERDRIX, A. ; CHOQUEL, P. ; ROSNER, G., 1971. La tuberculose bovine à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 24 (4), p. 505-517.
- BOUCHET, A., 1971. Rapport d'enquête helminthologique effectuée en janvier 1971 dans la province de Tuléar. Antananarivo, IEMVT, 12 p.
- BOUCHET, A. ; DAYNES, P., 1972. Etude des variations saisonnières des populations de *Lymnaea natalensis* dans les rizières du Moyen-Ouest de Madagascar. In : 2<sup>e</sup> Colloque d'écologie des mares et des étangs, 24-25 juin 1972. 6 p.
- BOUCHET, A. ; DAYNES, P. ; BIRGI, M., 1971. Etude de l'action antihelminthique d'un dérivé halogène de la salicylanilide vis-à-vis de *Fasciola gigantica*. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 24 (4), p. 543-549.
- BOUCHET, A. ; DAYNES, P. ; BUCK, G. ; RATSIMANDRESY, R., 1970. Extension de la distomatose à Madagascar. In : Communication à l'Académie malgache, Antananarivo, 17 déc 1970. 7 p.
- BOUCHET, A. ; DAYNES, P. ; RAMALANJAONA, C., 1972. Etude des variations saisonnières des populations de *Lymnaea natalensis* dans le Moyen-Ouest de Madagascar. In : Congrès de Malacologie, Rouen, 20-30 septembre 1972. 5 p.
- BOURDIN, P., 1958. Aspect actuel de l'épidémiologie et de la prophylaxie de la méningo-encéphalomyélite du porc à Madagascar : la maladie de Teschen et sa prophylaxie jusqu'en 1957. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 51 (5), p. 731-734.
- BOURDIN, P. ; ATANASIU, P. ; LEPINE, P. ; JACOTOT, H. ; VALLEE, A., 1957. Culture de virus de Teschen sur cellules épithéliales de rein de porc en couche monocellulaire. Annales de l'Institut Pasteur, 93 (5), p. 181-191.
- BOURDIN, P. ; BUCK, G. ; JACOTOT, H., 1958. La vaccination contre la paralysie contagieuse du porc à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 11 (1), p. 17-22.
- BOURDIN, P. ; SERRES, H., 1959. Vaccination contre la maladie de Teschen avec le virus de culture. Anticorps et immunité. Annales de l'Institut Pasteur, 97 (4), p. 583-589.
- BOURDIN, P. ; SERRES, H. ; RASOLOFOMANANA, P., 1966. Encéphalomyélite porcine à Madagascar : essais de vaccination par aérosol. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 19 (2), p. 119-130.
- BOURDIN, P. ; SUREAU, P., 1965. Sur l'efficacité de la vaccination antirabique des chiens avec le vaccin Flury LEP à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 18 (3), p. 243-246.
- BRYGOO, E.R. ; SUREAU, P., 1960. La rage à Madagascar de 1901 à 1958. Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar, 28, p. 61-91.
- BUCK, G., 1933. Prémunition des zébus malgaches vis-à-vis des piroplasmoses et splénectomie chez un veau zébu. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 26, p. 919-922.
- BUCK, G., 1933. Existence de *Babesiella ovis* à Madagascar. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 26, p. 1127-1128.
- BUCK, G., 1934. Les piroplasmoses des bovidés à Madagascar. Antananarivo (96), p. 978-981.
- BUCK, G., 1935. Les tiques à Madagascar et les maladies qu'elles inoculent aux animaux domestiques de la Grande Ile. [s.n.] [s.l.], 84, p. 196-209.
- BUCK, G., 1940. A propos des piroplasmoses des équidés à Madagascar. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 33, p. 86-89.
- BUCK, G., 1942. La vaccination anticharbonneuse. Bulletin de l'Information et de Documentation de Madagascar (31), 20.
- BUCK, G., 1947. Note sur une maladie des volailles nouvellement observée à Madagascar (maladie de Newcastle). Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 40 (9), p. 376-382.

- BUCK, G., 1948. Actinomycose ou streptothricose cutanée des bovins à Madagascar (Drodro, Boka). Bulletin de l'Office International de l'Epizootie, 29 (3 ; 4), p. 117-121.
- BUCK, G., 1948. Existence d'*Ornithodoros megnini* Dugès à Madagascar. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 41 (9-10), p. 567-568.
- BUCK, G., 1948. Note sur les principales tiques des animaux domestiques à Madagascar. Bulletin Agronomique, 1 (4), p. 3-11.
- BUCK, G., 1950. La maladie contagieuse des porcs à Madagascar. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 43 (3 ; 4), p. 303-309.
- BUCK, G., 1962. La paratuberculose bovine dans l'île de Madagascar. Bulletin de l'Office Internationale de l'Epizootie, 58, p. 729-732.
- BUCK, G., 1971. Note sur les exportations et importations malgaches des produits du règne animal et dérivés en 1968 et 1969. Terre Malgache (9), 205 p.
- BUCK, G. ; COURDURIER, J., 1962. Les zoonoses à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 15 (2), p. 181-191.
- BUCK, G. ; COURDURIER, J. ; DOREL, J.J., 1951. Premier cas de leishmaniose canine à Madagascar. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 44 (7-8), p. 428-430.
- BUCK, G. ; LAMBERTON, 1946. La piroplasmose canine à Madagascar. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 39 (7-8), p. 283-285.
- BUCK, G. ; LAMBERTON, P. ; RANDRIAMBELOMA, 1935. Localisation hépatique de *Cysticercus bovis* et *C. cellulosae*. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, p. 678.
- BUCK, G. ; LAMBERTON, R., 1939. Tuberculose chez les moutons malgaches. Soc. Sci. Méd.
- BUCK, G. ; METZGER, G., 1940. Note sur la babesiellose à *Babesella berbera* chez des zébus, des métis Limousins purs à Madagascar. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 33 (2), p. 89-92.
- BUCK, G. ; METZGER, G., 1938. Vaccination anti-tuberculeuse des bovidés dans deux exploitations surveillées. Soc. Sci. Méd.
- BUCK, G. ; NEEL, R. ; CHIFFE, J., 1948. Note sur la rage à Tananarive en 1947. Soc. Sci. Méd.
- BUCK, G. ; QUESNEL, J.J., 1950. Peste aviaire (maladie de Newcastle) et vaccination antipestique aviaire à Madagascar. Bulletin de l'Académie Vétérinaire, 8, p. 451-455.
- BUCK, G. ; QUESNEL, J.J., 1950. Premières observations de trichomonoses bovines à Madagascar. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 43 (7-8), p. 521-523.
- BUCK, G. ; QUESNEL, J.J., 1954. La maladie contagieuse des porcs à Madagascar. Bulletin Epiz. Afr., 2, p. 326-330.
- BUCK, G. ; QUESNEL, J.J. ; RAMAMBAZAFY, H.D., 1954. Expériences d'inoculation du porc avec le virus de la maladie de Newcastle. Annales de l'Institut Pasteur, 87 (4), p. 450-457.
- BUCK, G. ; QUESNEL, J.J. ; RAMBELOSON, L., 1952. Traitement de l'anaplasmose bovine par combinaison gonacrine-lomidine. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 5, p. 7.
- BUCK, G. ; QUESNEL, J.J. ; RAMBELOSON, L., 1954. Essais de traitement de la bronchite vermineuse porcine. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 7 (1), p. 1-4.
- BUCK, G. ; QUESNEL, J.J. ; SERRES, H., 1956. Une maladie nouvellement identifiée à Madagascar, la « lumpy skin disease ». Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (9), p. 229-235.
- BUCK, G. ; QUESNEL, J.J. ; SERRES, H. ; BELORGEY, P., 1955. La maladie nodulaire cutanée des bovins (lumpy skin disease) à Madagascar. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 48 (5), p. 753-766.
- BUCK, G. ; RAMAMBAZAFY, H.D., 1950. Premier cas de nuttaliose naturelle signalée à Madagascar. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 43 (3-4), p. 243.
- BUCK, G. ; SERRES, H. ; BOURDIN, P., 1957. Eléments d'amélioration de vaccin anti-Teschen. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 10, p. 213-217.
- CAROUGEAU, J., 1910. Recherche et existence de *Cysticercus bovis* à Madagascar. Bulletin de la Société Scientifique Médicale de Madagascar (2), p. 30.
- CAROUGEAU, J., 1911. Tuberculose des animaux domestiques à Madagascar. Bulletin de la Société Scientifique Médicale de Madagascar (4), p. 74-98.
- CAROUGEAU, J., 1915. Note sur l'existence de l'échinococcose à Madagascar. Bulletin de la Société Scientifique Médicale de Madagascar, 2, p. 7.

- CHABEUF, N., 1982. Situation zoonitaire : évaluation du service de la production animale, programmes en cours et organismes annexes : rapport de mission en République démocratique malgache. Maisons-Alfort, IEMVT.
- CHABEUF, N., 1987. Bilan de la recherche zootechnique à Madagascar. Rapport de mission (1<sup>er</sup>-18 juin 1987). Maisons-Alfort, IEMVT, 25 p.
- CHENEAU, Y., 1974. Détermination des moyens à mettre en œuvre pour l'éradication de la tuberculose bovine. Maisons-Alfort, IEMVT, 296 p.
- CHENEAU, Y. ; BLANCOU, J., 1975. Valeurs comparées du B.C.G. vivant ou tué et du bacille de Kock trypsiné dans l'immunisation des zébus contre la tuberculose. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 28 (1), p. 1-7.
- CHENEAU, Y. ; BLANCOU, J., 1976. Caractéristiques des lésions de tuberculose chez le zébu malgache. Origine, distribution, corrélation. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 29 (1), p. 1-10.
- CHENEAU, Y. ; BLANCOU, J. ; SERRES, H., 1973. Essais préliminaires d'immunisation des zébus d'élevage extensif contre la tuberculose. Bulletin de l'IEMVT, 26 (2), p. 141-145.
- CHENEAU, Y. ; BLANCOU, J.M., 1973. Contribution à l'étude physio-pathologique de la tuberculose bovine. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 26 (4), p. 397-404.
- CIRAD-IEMVT, 1963. Rapport annuel 1963. Antananarivo, IEMVT.
- CIRAD-IEMVT, 1964. Rapport annuel 1964. Antananarivo, IEMVT.
- CIRAD-IEMVT, 1965. Rapport annuel 1965. Antananarivo, IEMVT.
- CIRAD-IEMVT, 1966. Rapport annuel 1966. Antananarivo, IEMVT.
- CIRAD-IEMVT, 1967. Rapport annuel 1967. Antananarivo, IEMVT.
- CIRAD-IEMVT, 1968. Rapport annuel 1968. Antananarivo, IEMVT.
- CIRAD-IEMVT, 1969. Opération de lutte contre la mortalité des veaux. Eradication de la tuberculose. Antananarivo, IEMVT, 129 p.
- CIRAD-IEMVT, 1969. Rapport annuel 1969. Antananarivo, IEMVT.
- COLAS-BELCOUR, J. ; MILLOT, J., 1948. Contribution à l'étude des Ixodidés de Madagascar. Sur une variété nouvelle de *Haemaphysalis hood*. Parasitisme humain par un *Boophilus*. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 41 (5-6), p. 384-388.
- COURDURIER, J. ; BUCK, G. ; QUESNEL, J.J., 1952. Recherche sur la « Q fever » à Madagascar. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 45 (5), p. 602-604.
- DAYNES, P., 1964. Note sur les helminthoses des animaux domestiques reconnues à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 17 (3), p. 477-490.
- DAYNES, P., 1965. Abrégé d'helminthologie des animaux domestiques à Madagascar. Petits ruminants. Volailles. Equins. Carnivores divers. Antananarivo, [s.n.], 33 p.
- DAYNES, P., 1966. Note préliminaire sur la présence de *Fasciola gigantica* à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 19 (3), p. 275-276.
- DAYNES, P., 1966. Note sur le cycle biologique de *Macracanthorhynchus hirudinaceus* (Pallas, 1781) à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 19 (3), p. 277-282.
- DAYNES, P., 1967. Essais de traitement simultané chez les bovins des strongyloses gastro-intestinales et de la moniézirose à l'aide d'un mélange de Thiabendazole et de Niclosamide. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 20 (2), p. 273-278.
- DAYNES, P., 1967. La distomatose à Madagascar. Cycle de *Fasciola gigantica*. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 20 (4), p. 557-562.
- DAYNES, P., 1968. L'acanthocéphalose du porc à Madagascar. Antananarivo, IEMVT, 90 p.
- DAYNES, P., 1968. Essais de tétramisole dans la lutte contre les strongyloses gastro-intestinales des bovins à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 21 (3), p. 361-364.
- DAYNES, P., 1969. La distomatose à Madagascar. L'utilisation des molluscicides dans la lutte contre *Lymnaea natalensis hovarum* (hôte intermédiaire de *Fasciola gigantica*). Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 22 (3), p. 185-194.
- DAYNES, P. ; BLANCOU, J., 1973. Note sur le rôle des *Ardeides* dans certaines helminthoses. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 26 (3), p. 305-307.

- DAYNES, P. ; BOUCHET, A., 1970. *Limnaea natalensis*. Gastéropode d'eau douce, vecteur de la fasciolose bovine transmissible à l'homme. Possibilité de lutte biologique. Antananarivo, IEMVT, 5 p.
- DAYNES, P. ; BOUCHET, A., 1972. Contrôle de l'efficacité du Nitroxylnil chez des bovins infestés par *Fasciola gigantica* à Madagascar. Cahiers de Médecine Vétérinaire, 41 (5), p. 202-206.
- DAYNES, P. ; BOUCHET, A., 1972. Parasitisme et mortalité chez les veaux malgaches. Influence du déparasitage sur la composition des troupeaux. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 25 (4), p. 531-538.
- DAYNES, P. ; BOUCHET, A., 1972. La distomatose des ruminants à *Fasciola gigantica*. Terre Malgache (14), p. 123-150.
- DAYNES, P. ; BOUCHET, A., 1973. Recherches sur la fasciolose à Madagascar. Bulletin de Madagascar, 23 (320), p. 30-39.
- DUMAS, R. ; LHOSTE, P. ; CHABEUF, N. ; BLANCOU, J., 1971. Note sur la sensibilité héréditaire des bovins à la streptothricose. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 24 (3), p. 349-353.
- DURIEUX, M., 1930. L'amélioration de la race bovine à Madagascar. (Revue des principales maladies). Thèse (docteur vétérinaire). IEMVT.
- FOFIFA (CENRADERU), 1976. Rapport annuel 1976. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1977. Rapport annuel 1977. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1978. Rapport annuel 1978. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1979. Rapport annuel 1979. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1980. Rapport annuel 1980. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1981. Rapport annuel 1981. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1982. Rapport annuel 1982. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1983. Rapport annuel 1983. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1984. Bilan des dix années de recherche (Département de recherches zootéchniques et vétérinaires). Antananarivo, FOFIFA-DRZV, 71 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1984. Rapport annuel 1984. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1985. Rapport annuel 1985. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1987. Rapport annuel 1987. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), 1988. Rapport annuel 1988. Antananarivo, FOFIFA.
- FOFIFA (CENRADERU), [s.d.]. Rapport annuel 1986. Antananarivo, FOFIFA.
- GAC, P. LE, 1937. Note sur la présence à Diego-Suarez (Madagascar), de *Triatoma rubrofasciata* (de Geer, 1773). Bulletin de la Société de Pathologie Exotique (30), p. 286-287.
- GAULIER, R. ; BLANCOU, J.M. ; BOURDIN, P. ; RIBOT, J.J. ; RAMISSE, J. ; SERRES, H., 1972. Contribution à l'étude sérologique et physiopathologique de la streptothricose bovine. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 25 (2), p. 171-185.
- GEOFFROY, P., 1930. La tuberculose du bétail à Madagascar. Rec. Méd. Vét. Exot., 3, p. 76-83.
- GEOFFROY, P., 1931. L'élevage des espèces animales domestiques de Madagascar. Antananarivo, Agence économique de Madagascar, 47 p.
- GEOFFROY, P., 1931. L'élevage des espèces animales domestiques de Madagascar : Historique de l'élevage à Madagascar. Antananarivo, Agence économique de Madagascar, 47 p.
- GRETILLAT, S., 1956. Deux acariens parasites de *Gallus domesticus* Lin. à Madagascar (*Bdellopsystus bursa* Berlese, 1888 et *Tyroglyphus* sp.). Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 9, p. 359-365.
- GRETILLAT, S., 1957. Essai de traitement des helminthiases intestinale et pulmonaire du porc à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 10, p. 5-14.
- GRETILLAT, S., 1957. Note préliminaire sur la gastrothylose des jeunes zébus à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 10, p. 221-230.
- GRETILLAT, S., 1957. *Haematopinus palpebrae* n. sp. (*siphunculata*) parasite du zébu à Madagascar. Annales de Parasitologie, 32, p. 167-172.

- GRETILLAT, S. ; DAUMAS, R., 1958. Le traitement de l'haemonchiose et de l'oesophagostomose ovines par les agents tensioactifs (alkysulfates de soude). Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 11 (4), p. 421-425.
- GRETILLAT, S. ; DAUMAS, R., 1958. Mise au point d'un nouveau procédé de lutte anti-helminthique au moyen d'agents tensioactifs (alkysulfates de sodium) utilisés dans le traitement de la gastrothylose bovine à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 11 (3), p. 257-264.
- GUILLERMO, L., 1951. Maladie de la chèvre angora à Madagascar. Thèse (médecin vétérinaire), IEMVT, p. 77-89.
- MPAEF, s.d.l. Rapport annuel 1988. Antananarivo, MPAEF.
- KRICK, 1930. La tuberculose bovine dans la région Ouest-Sakalava. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique (23), p. 93.
- LALANNE, A., 1956. La maladie nodulaire de la peau des bovins à Madagascar, ses conséquences pour l'industrie des cuirs. Bulletin de l'Office International de l'Epizootie (46), p. 596-611.
- LALANNE, A., 1958. La paralysie contagieuse du porc à Madagascar (maladie de Teschen). In : 26<sup>e</sup> Session, Comité Off. Int. Epiz. Bulletin de l'Office International de l'Epizootie, 46, p. 439-465.
- LE METAYER, 1925. La tuberculose du zébu dans les principales régions d'élevage de Madagascar. Bulletin de la Société Scientifique Vétérinaire, 28, p. 49-79.
- NEEL, R. ; DOREL ; JOURNE, H., 1947. Une nouvelle fièvre typhoïde à Madagascar : la salmonellose d'origine porcine. Soc. Sci. Méd. Madagascar.
- NEEL, R. ; PAYET, M., 1950. La fièvre récurrente à tiques de Madagascar. Sensibilité des animaux de laboratoire. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 43 (3-4), p. 186-195.
- NEEL, R. ; PAYET, M. ; GONNET, C., 1949. La fièvre récurrente à tiques de Madagascar. Historique. Etat actuel de la question. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 42 (7-8), p. 384-394.
- OUDAI, J. ; PERREAU, P., 1979. Problème de santé. Rapport de mission d'appui scientifique et technique à Madagascar auprès du Département de recherches zootechniques et vétérinaires. Maisons-Alfort, IEMVT.
- PIERREAU, P., 1971. La santé animale à Madagascar : orientation de l'action sanitaire. Maisons-Alfort, IEMVT, 164 p.
- POISSON, H., 1926. Sur un cas d'échinococcose pulmonaire chez le lémur Mongoz variété *rufifrons*. Bulletin de la Société Scientifique Médicale de Madagascar (1), p. 21.
- POISSON, H., 1926. Note sur la ladrerie. Bulletin de la Société Scientifique Médicale de Madagascar, p. 44.
- POISSON, H., 1929. Note sur la distomatose des moutons à Madagascar. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 22 (6), p. 521-523.
- POISSON, H., 1929. Note sur les lésions du foie des moutons à Madagascar. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 22 (6), p. 525-526.
- POISSON, H., 1930. Echinococcose massive du poumon du bœuf. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 23, p. 873.
- POISSON, H., 1930. Sur la cysticercose du chien à Madagascar. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 23, p. 877.
- POISSON, H., 1930. Infestation lardique massive du porc. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 23, p. 880.
- POISSON, H., 1931. Les maladies parasitaires à Madagascar. Revue Scientifique, 69 (8), p. 230-237.
- POISSON, H., 1932. Contribution à l'histoire de la rage au point de vue vétérinaire à Madagascar. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 25 (7), p. 790.
- POISSON, H., 1934. Note sur la localisation curieuse du *Cysticercus bovis*. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 27 (10), p. 956.
- POISSON, H., 1936. Helminthiase et tuberculose. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 29 (8), p. 931.
- POISSON, H. ; ADVIER, M., 1929. Note sur une limnée de Madagascar et sur les cercaires qu'elle héberge. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 22 (6), p. 523-525.
- POISSON, H. ; RANDRIAMBELOMA, 1928. Cysticercose bovine à Madagascar. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 21 (3), p. 272.
- POISSON, R. ; BUCK, G., 1931. A propos d'un cas de tuberculose pulmonaire du chat. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 21 (9), p. 861-863.

- PORTE, L. ; CAPRON, A. ; SUREAU, P. ; DERAN, E., 1959. A propos de la première observation clinique sérologiquement confirmée de fièvre Q à Madagascar. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 52 (1), p. 78-82.
- RAJAONARISON, J.J. ; RAKOTONDRAMARY, E., 1982. Identification de la parvovirose canine à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 35 (3), p. 213-215.
- RAKOTOARIVELO, J., 1986. Evolution de la santé animale pendant les deux dernières décennies. In : Colloque sur l'amélioration de l'élevage en zone tropicale. Cas de Madagascar. Antananarivo, 3-13 septembre 1985. Antananarivo, GTZ, p. 175-190.
- RAKOTONDRAVAO, 1984. Contribution à l'étude épidémiologique de la distomatose à *Fasciola gigantica* Cobbold à Madagascar. Thèse (sciences naturelles). Limoges, université de Limoges.
- RAKOTONDRAVAO, 1988. Ectopor, un nouveau ectoparasiticide, testé au niveau de l'élevage malgache. Antananarivo, FOFIFA, 15 p.
- RAKOTONDRAVAO ; RANAIVOSON, A. ; RAZAFINDRAKOTO, C., 1985. Rapport final sur l'étude de l'efficacité de FasineX contre *Fasciola gigantica* Cobbold adultes et immatures chez le zébu malgache. Convention FOFIFA / CIBA-GEIGY. Antananarivo, MRSTD, 11 p.
- RAKOTONDRAVAO ; ROBIN, B. ; DORCHIES, P. ; RAZAFINDRAKOTO, C., 1985. Etude de l'efficacité de l'association Ivermectine (MK 933) et Clorsulon (MK 401) injectable contre les nématodes gastro-intestinaux, *Fasciola gigantica* et les ectoparasites ; Clorsulon injectable contre *F. gigantica* chez les zébus malgaches infestés naturellement. [s.l.], [s.n.]. Document interne.
- RAKOTONDRAVAO ; ROBIN, B. ; RAZAFINDRAKOTO, C., 1986. Données épidémiologiques de la distomatose à *Fasciola gigantica* Cobbold dans l'île de Madagascar. In : Actes du Colloque de l'Académie malgache, Antananarivo, 1986. Antananarivo, Académie Malgache, p. 221-233.
- RAKOTONDRAVAO ; ROBIN, B. ; RAZAFINDRAKOTO, C. ; RANAIVOSON, A., 1985. Etude de l'efficacité de l'Ivermectine (MK 933) contre les nématodes gastro-intestinaux et les ectoparasites chez les zébus malgaches. [s.l.], [s.n.]. Document interne.
- RAKOTONDRAVAO ; RONDELAUD, D., 1985. Données épidémiologiques sur la distomatose à *Fasciola gigantica* Cobbold dans l'île de Madagascar. L'infestation des bovins entre 1975 et 1981. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 78, p. 467-472.
- RAKOTOSALAMA, A.J. ; RAKOTONDRAVAO ; RAZAFINDRAKOTO, C., 1986. Comportement des limnées vis-à-vis des sels de fer. In : Actes du Colloque de l'Académie malgache, Antananarivo, 1986. Antananarivo, Académie Malgache, p. 211-220.
- RAMISSE, J. ; RAKOTONDRAMARY, E., 1967. Possibilité de diagnostic sérologique de la maladie de Newcastle sur le cadavre. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 20 (2), p. 205-212.
- RAMISSE, J. ; SERRES, H. ; BLANCOU, J.M. ; LIBOT, J.J. ; RAKOTONDRAMARY, E. ; RAZAFINDRAMANANA, J., 1968. Mise au point d'un vaccin mixte contre la maladie de Newcastle et le choléra aviaire. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 21 (3), p. 309-315.
- RAMISSE, J. ; SERRES, H. ; RAKOTONDRAMARY, E., 1969. Utilisation des cellules KB pour le diagnostic de la maladie de Newcastle et le titrage de virus. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 22 (2), p. 185-194.
- RAMISSE, J. ; SERRES, H. ; RAKOTONDRAMARY, E., 1969. Isolement à Madagascar de virus associés à la dermatose nodulaire bovine. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 22 (3), p. 357-362.
- RAMISSE, J. ; SERRES, H. ; RAKOTONDRAMARY, E., 1969. Adaptation aux cellules rénales de lapin de virus associés à la dermatose nodulaire bovine. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 22 (3), p. 363-371.
- RAMISSE, J. ; SERRES, H. ; RAKOTONDRAMARY, E., 1970. Recherches sur le diagnostic expérimental de la peste porcine classique par la méthode d'exaltation du virus de Newcastle. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 23 (1), p. 1-13.
- RAMISSE, J. ; SERRES, H. ; RASOLOFOMANANA, P. ; RAKOTONDRAMARY, E., 1971. Etude de quelques propriétés physico-chimiques du virus de l'encéphalomyélite porcine malgache. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 24 (2), p. 191-201.
- RAMISSE, J. ; SERRES, H. ; RASOLOFOMANANA, P. ; RAKOTONDRAMARY, E. ; RANDRIAMAMPINANANA, R.,

1972. Etude des propriétés biologiques du virus de l'encéphalomyélite porcine malgache. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 25 (4), p. 497-506.
- RAMISSE, J. ; UILENBERG, G., 1970. Conservation d'une souche de *Cowdria ruminantium* par congélation. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 23 (3), p. 313-316.
- RAMISSE, J. ; UILENBERG, G., 1971. Etudes sur la cowdriose à Madagascar. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 24 (4), p. 519-522.
- RANAIVOSON, A., 1982. Essai du chanvre indien sur la maladie de Teschen : rapport présenté à l'Académie malgache. [s.l.], [s.n.].
- RANAIVOSON, A., 1983. La dermatophilose à Madagascar. Epidémiologie et lutte : rapport présenté à l'Académie malgache. [s.l.], [s.n.].
- RANAIVOSON, A., 1986. Note sur les obstacles à la réussite de la prophylaxie des maladies telluriques à Madagascar. In : Actes du colloque « Amélioration de l'élevage en zone tropicale. Cas de Madagascar », Madagascar, 3-13 septembre 1985. Antananarivo, GTZ, p. 205-210.
- RANAIVOSON, A. ; RAJAONARISON, J. ; SEIFERT, H.S.H., 1984. Vaccin mixte contre les maladies telluriques : rapport présenté à l'Académie malgache. [s.l.], [s.n.].
- RANAIVOSON, A. ; RANAIVOSON, R. ; RAMBELOMANANA, D., 1983. Epidémiologie et impact de la dermatophilose sur la production animale à Madagascar. In : Colloque sur les incidences des maladies sur la production animale dans les tropiques. Floride, mai 1983.
- RANAIVOSON, A. ; RANAIVOSON, R. ; RAMBELOMANANA, P., 1984. Essai de traitement de la dermatophilose bovine à Madagascar par injections de spiramycine. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 37 (3), p. 260-267.
- RANDRIAMBELOMA, 1931. Note sur l'échinococcose à Madagascar. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique* (10), p. 969.
- RAYNAUD, J.P., 1961. Une méthode de splénectomie des bovins adultes par résection de la 12<sup>e</sup> côte gauche. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 14 (3), p. 321-327.
- RAYNAUD, J.P., 1962. Prospection des hématozoaires et tiques de bovins à Madagascar. 1 : Recherches dans la province de Tananarive. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 15 (2), p. 137-145.
- RAYNAUD, J.P., 1962. Morphologie, chimiosensibilité et réactions immunitaires de souches de *Babesia bigemina* mises en évidence par splénectomie de bovins. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 15 (2), p. 167-179.
- RAYNAUD, J.P. ; UILENBERG, G., 1962. Prospection des hématozoaires et tiques de bovins à Madagascar. 2 : Recherches complémentaires et conclusions. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 15 (2), p. 147-151.
- RAZAFINDRAKOTO, C., 1976. Enquête épidémiologique sur les maladies parasitaires au Ranch d'Ambatomainy. Rapport final. Antananarivo, DRZV.
- RAZAFINDRAKOTO, C., 1977. Etude de l'efficacité et de la toxicité de l'Acédist chez les bovins infestés par *F. gigantica* à Madagascar. [s.l.], [s.n.], Document interne.
- RAZAFINDRAKOTO, C., 1979. Note sur les essais de quelques plantes médicinales contre la fasciolose bovine à *F. gigantica* à Madagascar. [s.l.], [s.n.], Document interne.
- RAZAFINDRAKOTO, C., 1982. Les strongyloses du mouton dans le Moyen-Ouest. *Bulletin de l'Académie Malgache*, 60 (1-2), p. 83-89.
- RAZAFINDRAKOTO, C. ; RANAIVOSON, A. ; MEGARD, J.P., 1978. Efficacité du rafoxanide injectable contre *F. gigantica* adulte chez le zébu à Madagascar. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 31 (2), p. 165-169.
- RIBOT, J., 1975. La rage à Madagascar. *Terre Malgache* (17), p. 173-181.
- RIBOT, J.J., 1970. La streptothricose. A propos de quelques notions épidémiologiques à Madagascar. *Terre Malgache*, 7, p. 195-208.
- RIBOT, J.J., 1970. Note à propos des possibilités d'immunisation simultanée des bovins contre le charbon bactérien et le charbon symptomatique à Madagascar. *Terre Malgache* (8), p. 239.
- RIBOT, J.J. ; BLANCOU, J., 1972. Charbons bactérien et symptomatique chez les animaux à Madagascar. *Terre Malgache* (14), p. 104-113.

- RIBOT, J.J. ; BLANCOU, J. ; RAZAFINDRAKOTO, D., 1972. Les tuberculoses des animaux à Madagascar. Terre Malgache (13), p. 143-162.
- RIBOT, J.J. ; GILIBERT, J., 1965. Titrages de virulence du vaccin anticharbonneux sur souris. Résultats expérimentaux et application pratique. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 18 (1), p. 9-17.
- RIBOT, J.J. ; RANAIVOSON, A. ; RAJAONARISON, J.J. ; RAZAFINDRAKOTO, D., 1983. Essai de première vaccination chez les porcs contre la colibacillose à Madagascar. Bulletin de l'Académie Malgache, 57 (1-2).
- RIBOT, J.J. ; RAZAFINDRAKOTO, D., 1972. Une maladie du passé à Madagascar : la paratuberculose. Terre Malgache (12), p. 157-166.
- ROBIN, B. ; RAKOTONDRAVAO ; RAZAFINDRAKOTO, G., 1986. Efficacité du Clorsulon et de l'association Ivermectine-Clorsulon dans le traitement des principaux helminthes du zébu malgache. Revue de Médecine Vétérinaire, 137 (12), p. 867-873.
- ROBIN, B. ; RAZAFINDRAKOTO, G., 1987. Efficacité de l'Ivermectine dans le traitement des principaux nématodes du zébu à Madagascar. Revue de Médecine Vétérinaire, 138 (1), p. 51-54.
- SEIFERT, H.S.H. ; BONHEL, H. ; RANAIVOSON, A., 1983. Verhütung von Anaerobierinfektionen bei Wiederkäuern in Madagascar durch intradermale Applikation von ultrafiltrierten Toxoiden standort-spezifischer Glostridia. Dtsch. Tierärztl. Wschr., 90, p. 274-279.
- SERRES, H., 1959. Recherches sur l'immunisation des porcelets contre la maladie de Teschen. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 12 (3), p. 269-271.
- SERRES, H., 1960. Etude sur la pathogénie et l'épidémiologie de la paralysie contagieuse des porcs à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 13 (4), p. 245-249.
- SERRES, H., 1965. La poliomyélite du porc à Madagascar (Revue des travaux effectués jusqu'en 1965). Revue de Médecine et d'Hygiène d'Outre-mer, 343, p. 116.
- SERRES, H., 1972. La maladie de Teschen, la maladie de Talfan, picornoviroses porcines. Terre Malgache (11), 219 p.
- SERRES, H. ; BLANCOU, J., 1972. Entérite épizootique des bovins à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 25 (3), p. 357-365.
- SERRES, H. ; RAMISSE, J., 1969. Introduction de la peste porcine à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 22 (3), p. 315-318.
- SERRES, H. ; RIBOT, J.J., 1972. La Maladie de Teschen à Madagascar. Terre Malgache (14), p. 15-121.
- SUREAU, P., 1959. Enquête sérologique concernant la fièvre Q à Madagascar. Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar (27), p. 35-36.
- SUREAU, P. ; LEMAITRE, Y. ; RAKOTOMANGA, J.G., 1959. Premier cas de rage observé à Madagascar chez un chien préventivement vacciné avec le vaccin avianisé souche Flury. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 52 (1), p. 15-19.
- SUREAU, P. ; RAYNAUD, J.P. ; LAPEIRE, C. ; BRYGOO, E.R., 1962. Premier isolement de *Toxoplasma gondii* à Madagascar. Toxoplasmose spontanée et expérimentale du lémur Catta. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 55 (3), p. 357-362.
- SUREAU, P. ; UILENBERG, G., 1963. Isolement à partir d'un pigeon domestique (*Columba livia*) d'une seconde souche de *Toxoplasma gondii* à Madagascar. Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar, 32, p. 47-53.
- THIROUX, 1901. Vaccination anticharbonneuse. Revue Madagascar (199).
- UILENBERG, G., 1962. *Boophilus* (*Urobophilus*) *fallax* Minning 1934, synonyme de *Boophilus microplus* (Canestrini 1887) (Ixodidae). Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 15 (4), p. 387-398.
- UILENBERG, G., 1963. Résistance à l'hexachlorocyclohexane d'une souche de la tique *Boophilus microplus* (Canestrini) à Madagascar. Essais préliminaires sur sa sensibilité à quelques autres ixodocides. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 16 (2), p. 137-146.
- UILENBERG, G., 1964. Notes sur les hématozoaires et tiques des animaux domestiques à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 17 (3), p. 337-359.
- UILENBERG, G., 1964. *Haematoxenus veliferus*, n.g. s.p., parasite *incertae sedis* du sang de bovins à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 17 (4), p. 655-662.

- UILENBERG, G., 1965. Notes sur les *Eperythrozoon* de bovins à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 18 (1), p. 73-81.
- UILENBERG, G., 1965. Sur la pathogénie des formes cérébrales des babésioses bovines à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 18 (1), p. 83-88.
- UILENBERG, G., 1965. Note sur la sensibilité de la tique *Otobius megnini* (Dugès, 1883) (Argasidae) à différents insecticides, emploi du Sevin (1-Naphthyl-N-Méthyle Carbamate) dans la lutte contre cette tique. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 18 (1), p. 89-94.
- UILENBERG, G., 1965. Influence du détiqage sur la présence de parasites sanguins chez les bovins malgaches observés après splénectomie. Indications pratiques pour la lutte contre les hématozoaires pathogènes. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, p. 165-173.
- UILENBERG, G., 1965. *Haematoxenus veliferus*, hématozoaire des bovins à Madagascar. Note complémentaire. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 18 (4), p. 429-433.
- UILENBERG, G., 1967. *Eperythrozoon tuomii*, n. sp. (rickettsiales), troisième espèce d'*Eperythrozoon* des bovins à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 20 (4), p. 563-569.
- UILENBERG, G., 1967. Observations complémentaires faites à Madagascar sur la résistance de la tique *Boophilus microplus* (Canestrini) aux insecticides de la famille des hydrocarbures chlorés. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 20 (2), p. 301-308.
- UILENBERG, G., 1967. Note sur la piroplasmose équine à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 20 (3), p. 497-500.
- UILENBERG, G., 1968. Notes sur les babésioses et l'anaplasmose des bovins à Madagascar. 1 : Introduction, transmission. [s.l.], [s.n.], p. 467-474.
- UILENBERG, G., 1969. Notes sur les babésioses et l'anaplasmose des bovins à Madagascar. 2 : Influence de la splénectomie. [s.l.], [s.n.], p. 237-248.
- UILENBERG, G., 1970. Notes sur les babésioses et l'anaplasmose des bovins à Madagascar. 3 : Essais de traitement. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 23 (1), p. 15-41.
- UILENBERG, G., 1970. Notes sur les babésioses et l'anaplasmose des bovins à Madagascar. 4 : Note additionnelle sur la transmission expérimentale d'*Anaplasma marginale* par *Boophilus microplus*. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 23 (5), p. 309-312.
- UILENBERG, G., 1970. Notes sur les babésioses et l'anaplasmose des bovins à Madagascar. 5. A. : Immunité et prémunition. B. : Epizootiologie. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 23 (4), p. 439-454.
- UILENBERG, G., 1971. Etudes sur la cowdriose à Madagascar. Première partie. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 24 (2), p. 239-249.
- UILENBERG, G., 1971. Etudes sur la cowdriose à Madagascar. Deuxième partie. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 24 (3), p. 355-364.
- UILENBERG, G., 1971. Notes sur les babésioses et l'anaplasmose des bovins à Madagascar. 6 : Prémunition artificielle. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 24 (1), p. 23-35.
- UILENBERG, G., 1975. La tique *Amblyomma variegatum* (Ixodidae) apparemment résistante à l'arsenic, à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 28 (3), p. 405-408.
- UILENBERG, G. ; BLANCOU, J. ; ANDRIANJAFY, G., 1972. Un nouvel hématozoaire d'un lémurien malgache *Babesia propitbeci* sp. n. (*Badestidae*, *Sporozoa*). Annales de Parasitologie, 47 (1), p. 1-4.
- UILENBERG, G. ; GAULIER, R., 1965. Intoxication accidentelle de bovins par douchage avec un insecticide organophosphoré, le carbophenothion. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 18 (2), p. 175-181.
- UILENBERG, G. ; HOOGSTRAAL, H., 1969. *Ixodes randrianasolo* sp. (Ixodoidea, Ixodidae) parasite de *Rattus rattus* (Rodentia) à Madagascar. Annales de Parasitologie, 44 (1), p. 93-96.
- UILENBERG, G. ; HOOGSTRAAL, H., 1969. *Ixodes nesomys* sp. n. (Ixodoidea, Ixodidae) parasite d'un rongeur malgache. Annales de Parasitologie, 44 (1), p. 97-100.
- UILENBERG, G. ; HOOGSTRAAL, H. ; KLEIN, J.M., 1979. Les tiques (*Ixodes doidea*) de Madagascar et leur

rôle vecteur. Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar (n° spécial), 154 p.

UILENBERG, G. ; LAPEIRE, C., 1967. Existence de l'anémie infectieuse féline (éperythrozonose du chat) à Madagascar. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 20 (2), p. 355-357.

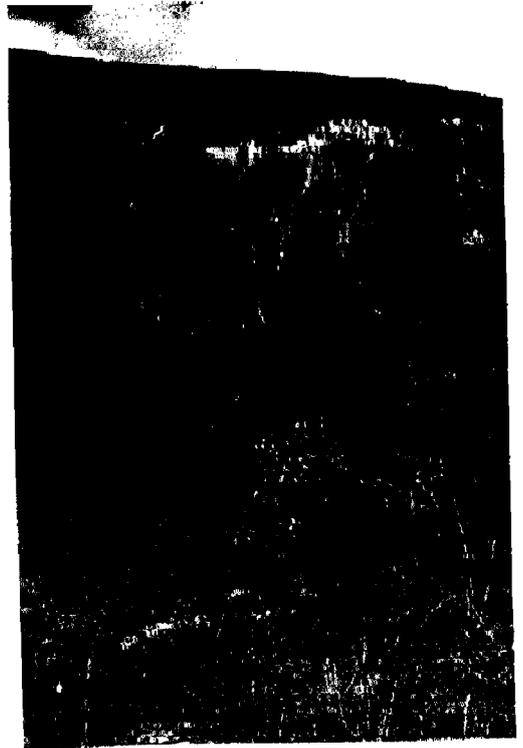
UILENBERG, G. ; PERDRIX, A. ; DUBOIS, P., 1971. Traitement de l'oestrose ovine par injection d'un insecticide organophosphoré, le diméthoate. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 24 (1), p. 43-46.

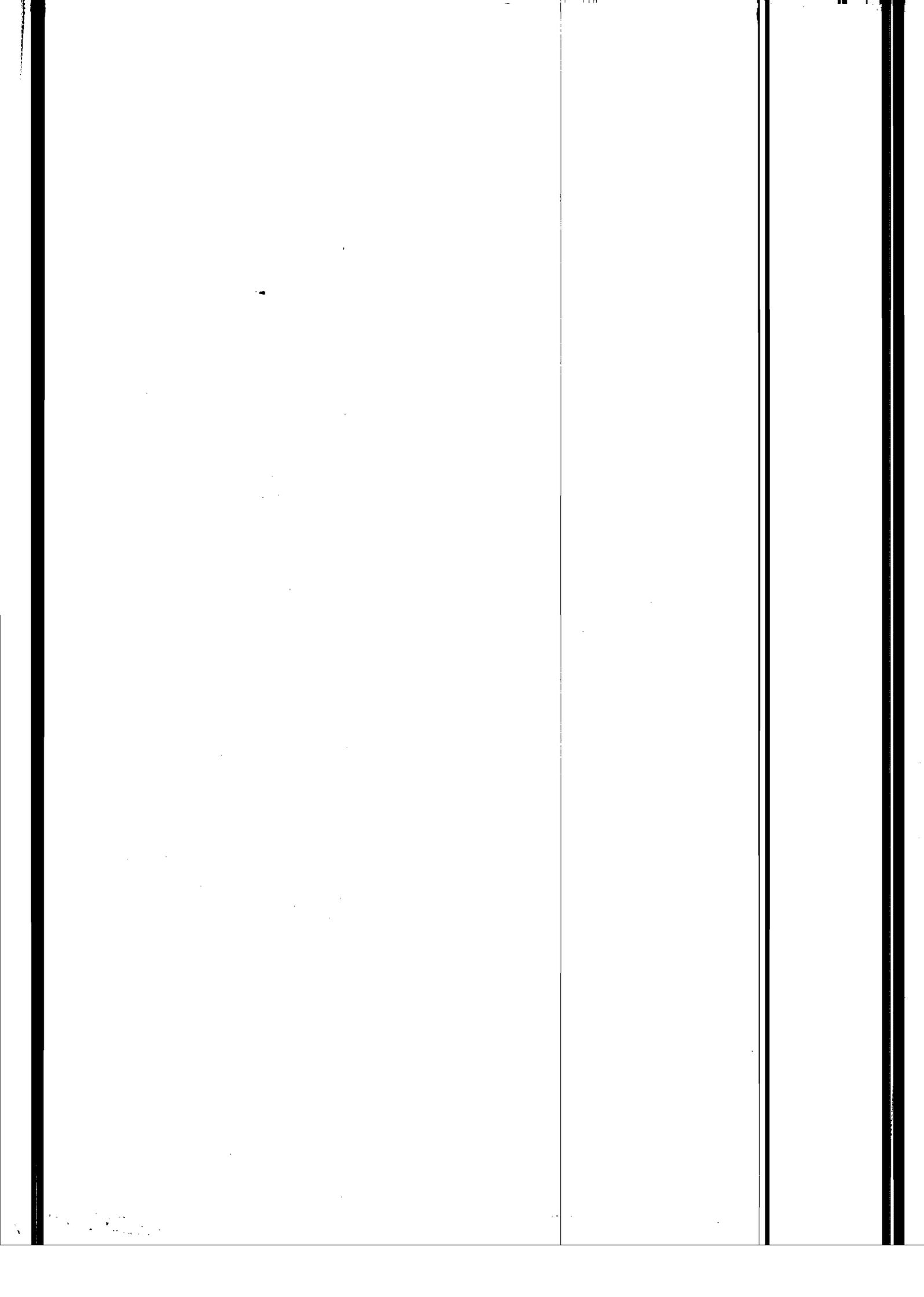
UILENBERG, G. ; RIBOT, J.J., 1965. Note sur la toxoplasmose des lémuriens (Primates, Lemuridae). Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 18 (3), p. 247-248.

VASSILIADES, G., 1969. Nématodes parasites d'oiseaux malgaches. Maisons-Alfort, IEMVT, 75 p.

VERJE, J. ; PILET, E. ; BUCK, G. ; QUESNEL, J.J., 1951. Recherches expérimentales sur la maladie de Teschen. Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France, 24 (7), p. 373-377.

# Foresterie et pisciculture





# Résineux

Les résineux constituent un groupe d'espèces forestières très largement utilisées en reboisement des savanes. Ils sont généralement caractérisés par une croissance rapide, donnent des produits de transformation d'un usage facile et d'une large gamme d'utilisations courantes (bois de sciage, bois d'industrie, poteaux...) et peuvent avoir une utilisation énergétique, notamment grâce à leurs produits d'éclaircie.

Notons que *Podocarpus madagascariensis* (hetatra) est le seul résineux autochtone.

Les programmes de plantation entrepris à Madagascar ont pour objectifs la satisfaction des besoins du pays en bois d'œuvre et d'industrie ainsi que l'exportation des produits dans le cas des reboisements industriels.

Les plantations en résineux participent par ailleurs à la protection des sols contre l'érosion. A l'heure actuelle, on peut estimer la superficie des plantations de pins à environ 150 000 hectares dont 110 000 hectares de plantations industrielles (Matsiatra, haut Mangoro).

Les recherches qui ont été effectuées concernant les résineux visent à :

- définir et améliorer les espèces les mieux adaptées aux différentes conditions écoclimatiques du pays et aux diverses destinations du reboisement ;
- définir les techniques d'installations et de gestion des peuplements, permettant d'obtenir les produits les plus intéressants ;

- qualifier les produits, étudier les possibilités de transformation et de mise en œuvre pour en assurer la meilleure valorisation.

## Historique et étapes de la recherche

Les premières introductions de résineux datent de 1920 environ. Au cours des années 50 et 60, deux espèces, *Pinus kesiya* Royle originaire du Sud-Est asiatique et *Pinus patula* Schl. et Cham. originaire du Mexique sont les deux espèces utilisées en plantations sur les hauts plateaux.

Le reboisement industriel de la Matsiatra (Fianarantsoa) a démarré en 1955 avec essentiellement *P. patula*. Le développement de la recherche forestière en 1960 avec la création du CTFT, a permis le démarrage des recherches sur la sylviculture.

Le lancement des grands chantiers de reboisement en 1968 pose de nouvelles questions et les recherches sur les pins sont renforcées. Parallèlement, l'appui de la FAO permet d'évaluer l'intérêt pratique des techniques préconisées avant la montée en puissance des grands chantiers.

A partir de 1972, l'essentiel des recherches a été effectué en étroite liaison avec l'opération de plantation du Mangoro (FANALAMANGA). La recherche a alors rencontré des problèmes qui apparaissaient au fur et à mesure que les plantations se développaient :

- problème du dépérissement des pins, observé en 1975, pour lequel la solution fut trouvée en 1980 (carence en zinc corrigée par des épandages de solution de chlorure) ;
- problème de la faible croissance dans certaines zones du périmètre, recherche d'une fertilisation de rattrapage, etc. ;
- problème de la définition des règles de conduite du peuplement, compte tenu de la réorientation, intervenue en 1985, de la destination du boisement. Prévu à l'origine pour le bois de trituration, il doit maintenant produire du bois d'œuvre, et il est demandé à la recherche de définir de nouvelles règles de gestion, notamment en ce qui concerne l'élagage et les éclaircies.

En dehors des recherches réalisées en appui à la société FANALAMANGA, d'autres travaux ont été menés sur les hauts plateaux

(Manankazo, Antsirabe et surtout la Matsiatra à Fianarantsoa) ainsi qu'autour de Toamasina.

## Résultats acquis

Les résultats obtenus peuvent être regroupés par thèmes.

- Connaissance des facteurs conditionnant la production.
- Introduction d'espèces.
- Amélioration du matériel végétal.
- Techniques sylvicoles de création des peuplements.
- Gestion et conduite des peuplements adultes.
- Protection des plantations et entomologie.
- Technologie.

### Connaissance des facteurs conditionnant la production

Des fiches climatologiques intéressant 55 stations ont été établies. D'autres études ont eu trait aux relations bilan de l'eau-croissance des plantations. Un certain nombre de types de sols reboisés ont été diagnostiqués selon la méthode Chaminade en petits vases de végétation. Le développement des systèmes racinaires a été caractérisé.

L'évolution des sols reboisés en pins, qui a été suivie sur certains sites, a montré la fixation par la biomasse de presque toutes les matières nutritives au bout de quelques années. Un travail spécial a cherché à quantifier cette fixation et à évaluer les recyclages internes et externes. Les dernières études sur la litière de pins ont indiqué qu'elle constitue une importante réserve en azote, en calcium et en magnésium.

### Introduction d'espèces

L'objectif de ces activités consiste à sélectionner les espèces et à trouver à l'intérieur de l'espèce les provenances les plus appropriées ; 52 espèces ont été introduites parmi lesquelles on a pu retenir 16 provenances, et ce, pour différents domaines de reboisement.

*Araucaria* et *Agathis* s'adaptent également aux zones forestières de la façade orientale.

L'étude de la variabilité intraspécifique, objet des essais de provenances, a permis d'arrêter les plus intéressantes. La « provenance malgache » de *Pinus kesiya* se classe dans le groupe de tête.

Basses altitudes de l'Est	Moyennes altitudes orientales	Hautes terres
<i>Pinus caribaea</i> <i>Pinus elliotii</i>	<i>Pinus kesiya</i> <i>Pinus elliotii</i> <i>Pinus caribaea</i> <i>Pinus cocarpa</i>	<i>Pinus kesiya</i> <i>Pinus patula</i> <i>Pinus insignis</i> <i>Pinus taeda</i>

## Amélioration du matériel végétal

Pour les différents sites, les meilleures provenances et les produits attendus ayant été définis, l'amélioration du matériel végétal consiste à explorer la variabilité génétique individuelle.

Les sélections sont faites à partir des critères reconnus les plus importants et selon une méthode d'évaluation définie.

La réalisation de peuplements grainiers et de plantations conservatoires de vergers à graines sont des étapes importantes des programmes d'amélioration. C'est pour *P. kesiya* que les travaux sont les plus avancés. Le verger à graines de Morarano (Mangoro) comporte 156 clones, les tests de descendance sont en cours et l'épuration du verger devrait bientôt commencer.

Les travaux sont moins avancés pour *P. patula* et démarrent pour *P. caribaea*, *P. elliotii* et *P. cocarpa*.

Les premiers essais d'hybridation interspécifique ont été réalisés avec *P. kesiya* et *P. elliotii*.

Parallèlement à ce programme d'amélioration du matériel végétal, des recherches sur la conservation pollinique, la culture *in vitro* et la multiplication végétative par bouturage ont été réalisées à partir de 1982 et ont permis de mettre au point les techniques. De même, des études de phénologie permettaient de mieux connaître le comportement de *P. kesiya* et *P. elliotii*, alors que l'analyse par chromatographie en phase gazeuse précisait la composition terpénique des deux espèces et des hybrides.

## **Technique sylvicole de création des peuplements**

### **Elevage des jeunes plants**

Les recherches entreprises au niveau de la pépinière et visant à produire des plants robustes, bien conformés et capables de reprendre rapidement, ont permis de préconiser les techniques suivantes :

- le substrat de semis est constitué d'une planche de sable, ce qui évite les fontes de semis. Le repiquage des plantules se fait le mieux dès la chute des téguments, en boulettes (boulettes traditionnelles, boulettes améliorées) ou en tubes. Pour réussir une plantation de contre saison (période de crachins) il est recommandé d'utiliser des plants élevés en tubes ;
- la mycorhization est importante et peut être réalisée par l'utilisation de terre venant d'une planche à mycorhizée (où ont été précédemment élevés des plants mycorhizés).
- l'utilisation d'engrais en pépinière pour aider la mycorhization et accélérer la croissance a été étudiée, et les résultats ont été diffusés aux opérateurs industriels.

Les expérimentations mises en place sur les techniques d'élevage en pépinière ont montré que la taille des plants à la plantation n'a pas d'influence sur la croissance ultérieure dès lors que l'on mettait en place des plants robustes et bien conformés. En revanche, la conformation racinaire des jeunes plants a une très grande importance pour leur survie et leur croissance ultérieure. Les différents modes d'élevage et les types de contenants n'ont donc pas d'influence marquante à condition qu'ils permettent une conformation racinaire correcte (absence de crosse et absence d'enroulement).

### **Les techniques de plantation**

Le travail du sol doit mettre à la disposition du jeune plant un volume de développement racinaire convenable et affaiblir la concurrence graminéenne. C'est ainsi que le sous-solage s'est révélé efficace chaque fois que le sol présentait des obstacles importants à la pénétration racinaire. Le billonnage et le labour en bande concourent à la réduction des graminées, que l'on peut obtenir également en désherbant mécaniquement ou manuellement. L'utilisation d'herbicide n'est pas encore maîtrisée.

Sur pente, les recherches ont prouvé l'intérêt de la banquette.

La saison de plantation couvre la période des pluies, elle peut démarrer dès que le sol est réhumecté ; il est conseillé de planter autant que possible en début de saison des pluies.

Les essais de densité ont couvert la fourchette allant de 400 à 2 500 plants par hectare ; les écartements retenus ne sont pas indépendants des autres variables (espèce, produits recherchés, gestion des peuplements).

### **Fertilisation à la plantation (ou starter)**

Ce chapitre est important dans la mesure où les sols de reboisement sont des terrains très pauvres. Les essais de base installés ont cherché à déterminer l'effet global des éléments principaux et leur interaction. Des essais de diversification géographique permettent de préciser les résultats dégagés.

Globalement, l'ensemble des essais montre l'influence de la fertilisation phosphopotassique sur la croissance et l'homogénéité du peuplement. L'azote ne joue un rôle positif qu'en complément de celle-ci, et son apport doit être fait avec précaution pour éviter les risques de mortalité. L'engrais peut être apporté, soit par mélange direct avec la terre dans le trou de plantation, soit en profondeur (raie de solage), soit par les deux procédés à la fois.

L'apparition du dessèchement de cime sur *P. kesiya* au Mangro a nécessité des recherches pour éliminer cette anomalie ; l'apport de zinc dans le trou de plantation est une solution préventive.

L'influence de ces traitements de fertilisation sur la qualité du bois sera discutée dans le chapitre de la technologie.

### **Gestion et conduite des peuplements adultes**

Il s'agit là de définir les interventions nécessaires pour augmenter le rendement forestier et fournir une gamme de produits adaptés aux différentes utilisations souhaitées.

Les différents thèmes abordés sont :

- la concurrence interindividuelle ;
- la fertilisation après plantation ;
- l'éclaircie et l'élagage ;
- la régénération naturelle.

### **La concurrence interindividuelle**

Elle se manifeste par une diminution des cernes d'accroissement (de 10 mm les premières années à 2 mm vers huit à neuf ans), une dimension moyenne plus faible des tiges ainsi que leur fort coefficient de variation. Les dispositifs de recherche mis en place (type CCT\* plots) ont pour but de définir les relations densité du peuplement/croissance en diamètre/croissance en volume. Aucune synthèse des résultats n'a encore été rédigée.

### **La fertilisation après plantation**

Elle est aussi appelée fertilisation de rattrapage ou regonflage. Elle est destinée à accélérer la croissance et à maintenir les accroissements à un niveau acceptable.

Les essais de base destinés à quantifier l'effet des divers éléments minéraux ont montré que sur *P. patula* et *P. kesiya* :

- l'azote seul a un effet presque nul, parfois dépressif ;
- l'effet du phosphore seul est peu important ;
- la potasse donne la meilleure réponse et son effet est renforcé par l'association avec P (PK, ou NPK) ; son apport peut cependant faire apparaître des carences, notamment en zinc ;
- les effets doses de PK ou NPK sont très marqués ;
- la carence en zinc est la seule cause du dessèchement de cime de *Pinus kesiya*.

Pour mieux comprendre ces phénomènes, des études sur la nutrition minérale ainsi que sur les relations "caractéristiques technologiques-sol" ont été réalisées.

Les premières estimations de minéralomasse ont montré l'importance des compartiments «Bois» et «Ecorce» dans l'accumulation de certains éléments, notamment du potassium et du calcium. La réponse positive des arbres à la fertilisation en cours de révolution se reflète aussi dans l'augmentation des teneurs foliaires bien au-dessus des seuils de carence.

Les divers essais de diversification géographique ont montré que l'effet de l'engrais phospho-potassique est toujours marqué, mais que les réponses de peuplements âgés souffreteux n'atteignent pas un niveau économique acceptable.

---

\* Correlated Curves Trend.

A la suite de ces études, la recherche s'est mobilisée avec la société FANALAMANGA pour formuler un engrais qui répond au mieux aux besoins. Cet engrais NPK 8-16-24 fit l'objet de commande spéciale de 20 000 tonnes et permit de revitaliser les plantations du Mangoro installées sur des terrains chimiquement très pauvres.

### **L'éclaircie et l'élagage**

Les plantations de la Matsiatra et du Mangoro étaient toutes destinées initialement à la production de bois de trituration (pâte à papier). Aucun travail d'éclaircie n'était prévu dans ces plantations destinées à être récoltées avec une révolution considérée très courte (quinze ans) en matière forestière. La réorientation d'une partie des plantations du Mangoro vers la production de bois de sciage a activé la recherche sur les méthodes d'éclaircie et d'élagage.

En matière d'éclaircie, les essais n'ont pas le recul nécessaire pour donner définitivement tous les enseignements. Mais certains acquis ont pu être mis en évidence :

- *Pinus kesiya* et *Pinus patula* répondent très bien à l'éclaircie, même à un âge assez avancé. On n'enregistre pas de perte d'accroissement et les tiges laissées ont une meilleure croissance en diamètre ;
- on peut éclaircir tôt et sévèrement. La première éclaircie peut être réalisée en enlevant 50 % de la surface terrière. Le couvert se referme rapidement ;
- les éclaircies sélectives sont à préférer aux éclaircies systématiques : les peuplements constitués à partir de graines tout venant comportent trop d'arbres mal conformés. Les premières éclaircies s'apparentent d'ailleurs à des interventions sanitaires ;
- la présence de noeuds pénalise les bois de pins. Les essais d'élèvement entrepris sont encore récents. Les premiers résultats disponibles indiquent qu'on peut élaguer haut sans perte de croissance des arbres. On peut préciser que les arbres élagués deviennent moins coniques par accentuation de la croissance à l'extrémité supérieure.

### **La régénération naturelle (deuxième révolution)**

La réinstallation du massif forestier après coupe à blanc peut se faire naturellement. Mais il faut gérer cette régénération qui a, au départ, l'aspect d'un fourré.

Le dépressage permet d'abord d'obtenir une densité proche de ce qu'on préconiserait en plantation, comprise entre 1 200 et 1 600 tiges par hectare. Le marquage des tiges d'élite devant constituer le peuplement

final peut être réalisé dès l'âge de quatre ans par éclaircies successives.

A Sambaina, on a observé que la deuxième génération peut être aussi productive que la première, donc sans baisse de fertilité du milieu.

## **Protection sanitaire des plantations**

Il s'agit généralement d'une surveillance des peuplements. Mais des cas sont apparus où il a fallu déterminer des moyens de lutte contre des ravageurs qui ont pullulé, suite à des conditions particulièrement favorables.

Les périmètres de la Matsiatra et du Mangoro sont les mieux suivis. Cette surveillance est effectuée avec l'appui de visites périodiques d'un spécialiste du CTFT et l'aide des entomologistes du FOFIFA. A la Matsiatra, on a dû intervenir contre une pullulation d'*Europtera punctillata*. Des méthodes de prévision d'une telle attaque sont en place. La biologie et l'élevage du prédateur *Epiglypsus triulentus* sont au point. Des pathogènes sont également disponibles.

Au Mangoro, on a dû faire face à une pullulation localisée de *Borocera madagascariensis* sur les pins, espèces éloignées des plantes portant habituellement cette chenille. Ici aussi, des ennemis naturels ont été reconnus, étudiés, multipliés et utilisés avec succès.

Aucune maladie importante n'a été décelée jusqu'à maintenant sur les pins. La diversification des espèces au Mangoro fait partie d'ailleurs d'un plan de lutte contre une éventuelle attaque.

Enfin, signalons que quelques essais d'utilisation d'herbicides pour réalisation de pare-feu et de brûlage contrôlé ont été réalisés sans que puissent être dégagées des conclusions généralisables.

## **Technologie**

La valorisation des bois de pins constitue l'étape finale des plantations de résineux. Les caractéristiques naturelles des matériaux déterminent les gammes d'utilisations possibles ainsi que les procédés de transformation. Les sous-produits peuvent également fournir des produits économiques intéressants.

### **Valorisation des bois de pins**

Les résultats acquis dans ce domaine et développés ci-après concernent :

- les propriétés physiques, mécaniques et chimiques des bois de

résineux ;

- les possibilités de transformation mécanique et les utilisations potentielles ;

- les possibilités de préservation.

Les caractéristiques physiques et mécaniques du bois de pins sont fortement corrélées à la densité et évoluent en fonction de l'âge et des traitements sylvicoles appliqués au peuplement. Des études ont été faites notamment à l'aide des tests non destructifs pour mettre en lumière les relations entre propriétés technologiques et conduite sylvicole, notamment l'apport de fertilisants.

Le bois de pins de plantation est en général mi-dur, léger à mi-lourd, moyennement nerveux avec un retrait moyen, faiblement ou moyennement résistant à la compression et à la flexion statique, peu ou moyennement résistant aux chocs. Les caractéristiques papetières, notamment des plantations de FANALAMANGA, ont été analysées et les résultats obtenus permettent de dire que leur valeur papetière est sensiblement égale à celle des résineux des pays scandinaves.

Les recherches sur le sciage ont permis de définir les caractéristiques du sciage et les rendements qui varient selon la méthode de sciage et la grosseur des billes.

Un des défauts principaux des sciages est la présence des nœuds et un essai de classement des avivés a montré que plus de la moitié des produits appartient à la classe IV (maximum de défauts).

L'étude de séchage a permis de définir des dispositions à prendre pour sécher les produits (à l'air, au séchoir solaire, au séchoir industriel).

La durabilité naturelle du bois de pin est faible mais elle est très nettement augmentée par l'emploi des produits de préservation. Le bois de pin se laisse en effet facilement imprégner par tous les produits.

Les techniques de traitement des sciages, poteaux, etc. avec différents types de produits de préservation ont été définies et expérimentées (imprégnation par procédé «Boucherie», déplacement de sève, autoclave).

Concernant les sous-produits, l'étude de gemmage des pins a été entreprise dans le périmètre du Mangoro et à Sambaina.

Les premiers résultats dans ce domaine ont permis de montrer comment pratiquer le gemmage : la forme de la care (en V), les activateurs à utiliser ( $H_2SO_4$ , pâte acide, HCl, KOH). On pourrait escompter jusqu'à 1 kilo de gemme par arbre et par an. Les produits obtenus sont en cours de caractérisation.

La carbonisation des bois de pin permet d'utiliser les petits bois et les déchets en vue de satisfaire les besoins énergétiques de certaines industries et des ménages. Avec le « four amélioré », le rendement peut atteindre 30 % du bois sec.

## Utilisation des résultats et perspectives

Les éléments dégagés par la recherche ont été fournis au service forestier, département qui a en charge la politique forestière.

Le succès des introductions a été réel (notamment pour les pins) mais souvent les techniques mises au point n'ont pas été généralisées.

La liaison recherche-développement a été très bonne dans le cas des grandes opérations de plantation menées par la société FANALAMANGA. Les relations étroites et le dialogue permanent ont permis d'appliquer très rapidement les résultats de la recherche.

- 1971 : adoption des nouvelles techniques de pépinière.
- 1974 : généralisation de la fertilisation à la plantation de *P. kesiya*.
- 1981 : lutte contre le dessèchement dû à la carence en zinc : épandage aérien sur 35 000 ha de  $ZnCl_2$ .
- 1984 : fertilisation de rattrapage sur 25 000 hectares.
- 1986 : démarrage des travaux d'éclaircie.

En ce qui concerne les résultats obtenus dans le domaine de la technologie des bois, l'importance prise par le pin des diverses utilisations ainsi que la création d'industries de transformation (Hazovato) utilisant les produits de plantation indiquent que certains résultats de la recherche ont été bien utilisés. Il n'en demeure pas moins que bon nombre de résultats obtenus n'ont pas été exploités et mis en pratique faute d'un effort convenable de vulgarisation et de démonstration.

Dans les années à venir, les programmes de recherche concernant la sylviculture des résineux devraient être poursuivis dans l'optique principale de la valorisation des produits, notamment par :

- la définition des règles de gestion des peuplements à appliquer en vue d'obtenir au coût le plus économique les produits les plus intéressants ;

- l'étude des relations site-production et de l'évolution des sols en vue du maintien de la fertilité ;

- l'étude de la régénération des peuplements et des modalités de plantations après exploitation ;

- l'amélioration du matériel végétal susceptible d'être utilisé en deuxième génération. Ces travaux d'amélioration génétique intéressent *P. patula* et *P. kesiya* et dans une moindre part *P. caribaea*, *P. cocarpa* et *P. elliottii*.

Les programmes de recherches prioritaires concernant la technologie pourraient porter sur :

- l'étude des relations entre les propriétés technologiques et la conduite sylvicole ;

- les procédés de transformation et la qualification des produits ;

- les méthodes de débit ;

- le séchage des bois débités ;

- la préservation des bois ronds et des bois sciés ;

- la carbonisation.

En technologie, beaucoup de résultats sont disponibles. Très souvent, la principale action à mener sera une action de démonstration et de vulgarisation par l'édition ou la réédition de brochures.

## Références bibliographiques

- ANDRIANJADANA, S., 1982. Rapport annuel 1981. Antananarivo, FOFIFA, 14 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 487).
- ANDRIANIRINA, G., 1978. Premiers résultats d'essais d'amélioration de la technique d'élevage de *Pinus kesiya* en boulette. Antananarivo, FOFIFA, 22 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 417).
- ANDRIANIRINA, G., 1985. Potentiel malgache exploité dans le cadre du tourisme scientifique (filère eaux et forêts). Antananarivo, FOFIFA, 9 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 447).
- ANDRIANIRINA, G. ; RABVOHITRA, R. ; RAKOTOVAO, G., 1985. Contribution de la recherche à l'élaboration des textes régissant l'exploitation forestière à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA, 7 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 549).
- ANDRIANISILAVO, F.H., 1983. Essai de mise au point sur la culture du *Cryptomeria japonica* à Madagascar. Mémoire (Ingénieur en sciences agronomiques : 1986). Antananarivo, Université de Madagascar, 193 p.
- BAILLY, C., 1987. Bilan de la recherche forestière effectuée à Madagascar avant 1974. Paris, CIRAD, 60 p.
- BAILLY, C. ; GUENEAU, P., 1987. Eléments pour la programmation des recherches au Département de recherches forestières du FOFIFA : sylviculture, conservation des eaux et du sol, technologie. Paris, CIRAD, 13 p.
- BEDEL, J., 1973. Traitement de piquets de *Pinus patula* pour trempage à froid. Antananarivo, CTFT, Note technique n° 40, 35 p.
- BEDEL, J. ; THIEL, J., 1972. Cellules d'habitation démontable à structure bois. Antananarivo, CTFT, note technique n° 36, 25 p.
- BENOIT DE COIGNAC, G. DE, 1974. Programme sylviculture. Projet de protocole d'essai d'entretien des pare-feux aux herbicides. Antananarivo, CNRFP, 8 p. (Document CNRFP n° 319).
- BONNIN, A., 1966. Rendement en matière d'exploitation et de sciage. Antananarivo, CTFT, 192 p. (Document CTFT n° 86).
- BOUILLET, J.P., 1987. Essai n° 56. Elagage de *Pinus kesiya*. Antananarivo, FOFIFA, 14 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 572).
- BOUILLET, J.P., 1987. Résumé succinct des principaux résultats. Essai Mangoro n° 7, 53, 56, 57, 60, 64, 66, 77. Antananarivo, FOFIFA, 25 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 582).
- BOUILLET, J.P. ; BOUVET, J.M. ; LEFEVRE, M., 1988. Rapport d'activité 1987 de la mission CTFT à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA, 18 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 583).
- BOUILLET, J.P. ; LEFEVRE, M., 1986. Note sur un essai-hauteurs d'elagage, sur *Pinus kesiya*. Installation et premiers résultats. Essai Mangoro n° 55. Antananarivo, FOFIFA, 41 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 567).
- BOUILLET, J.P. ; LEFEVRE, M., 1987. Rapport d'activité 1986 de la mission CTFT à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA, 12 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 568).
- BOUILLET, J.P. ; LEFEVRE, M., 1987. Essai Mangoro n° 54. Eclaircies dans un peuplement de *Pinus kesiya* âgé de 14 ans. Antananarivo, FOFIFA, 11 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 573).
- BOUILLET, J.P. ; LEFEVRE, M., 1987. Note sur un essai hauteurs d'elagage sur *Pinus kesiya*. Résultats 2 ans après la mise en place de l'essai. Essai Mangoro. Antananarivo, FOFIFA, 20 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 584).
- BOUILLET, J.P. ; LEFEVRE, M., 1988. Note sur un essai d'elagage sur *Pinus kesiya*. Elagage d'arbres de place. Installation et premiers résultats. Essai Mangoro n° 64. Antananarivo, FOFIFA, 23 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 585).
- BOUVAREL, P., 1971. Projet pour un programme d'amélioration génétique de *Pinus patula* et *Pinus kesiya* à Madagascar. Antananarivo, CTFT, 21 p. (Document CTFT n° 213A).
- BOUVET, J.M., 1988. Bilan partiel des introductions de *Pinus patula* à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA, 9 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 589).
- BRUNCK, F., 1964. Compte rendu d'un déplacement effectué à Madagascar du 3 février au 18 mars 1964. Document CTFT n° 20A, 42 p.
- BRUNCK, F., 1968. Compte rendu d'un déplacement effectué à Madagascar du 16 février au 18 mars 1968. Document CTFT n° 141A, 75 p.

- BRUNCK, F., 1970. Compte rendu d'un déplacement effectué à Madagascar du 5 mars au 15 avril 1970. Document CIPT n° 190A, 36 p.
- BRUNCK, F., 1973. Compte rendu d'un déplacement effectué à Madagascar du 18 novembre au 18 décembre 1972. Document CIPT n° 266A, 38 p.
- BRUNCK, F., 1974. Compte rendu d'un déplacement effectué à Madagascar du 29 mai au 26 juin 1973. Document CIPT n° 319A, 42 p.
- CAILLIEZ, F. ; GUENEAU, P., 1972. Analyse en composantes principales des propriétés technologiques des bois malgaches. Bois et Forêts des Tropiques (2), 51 p.
- CHAMPSOLOIX, R., 1964. Tables de cubage pour *Pinus patula* des plateaux malgaches. Antananarivo, CIPT, 30 p. (Document CIPT n° 9A).
- CIRAD-CIPT, 1967. Exploitations forestières et industries du bois à Madagascar (convention 30/Madagascar). Antananarivo, CIPT, 1, 133 p.
- CIRAD-CIPT, 1967. Exploitations forestières et industries du bois à Madagascar (convention 30/Madagascar). Antananarivo, CIPT, 2, 241 p.
- CIRAD-CIPT, 1967. Exploitations forestières et industries du bois à Madagascar (convention 30/Madagascar). Antananarivo, CIPT, 3, 176 p.
- CIRAD-CIPT, 1967. Exploitations forestières et industries du bois à Madagascar 1967 (convention 30/Madagascar). Note de synthèse. Antananarivo, CIPT, 52 p.
- CIRAD-CIPT, 1969. Compte rendu d'un essai de repiquage tôt sur *Pinus patula* à Manankazo de mars à mai 1968. Antananarivo, CIPT, 9 p. (Document CIPT n° 154A).
- CIRAD-CIPT, 1969. Constructions en bois à Madagascar. Bois et Forêts des Tropiques (123), p. 46.
- CIRAD-CIPT, 1970. Essais de champ. Antananarivo, CIPT, Note technique n° 33, 36 p.
- CIRAD-CIPT, 1971. Compte rendu annuel de la campagne d'essai 1970-1971 du CIPT sur chantier de Manankazo. Antananarivo, CIPT, 28 p. (Document CIPT n° 61).
- CIRAD-CIPT, 1972. Compte rendu annuel de la campagne d'essai sur le chantier du Mangoro 1970-1971. Antananarivo, CIPT, 4 p. (Document CIPT n° 244).
- CIRAD-CIPT, 1972. Compte-rendu annuel de la campagne d'essai du CIPT sur le chantier du Vakinankaratra 1971-1972. Antananarivo, CIPT, 10 p. (Document CIPT n° 238).
- CIRAD-CIPT, 1972. Compte rendu annuel de la campagne d'essai 1971-1972 du CIPT sur le chantier de Besakay. Antananarivo, CIPT, 15 p. (Document CIPT n° 231).
- CIRAD-CIPT, 1973. Compte rendu annuel de la campagne d'essai du CIPT sur le chantier du Mangoro 1971-1972. Antananarivo, CIPT, 15 p. (Document CIPT n° 279A).
- CIRAD-CIPT, 1974. Compte rendu annuel de la campagne d'essai du CIPT sur le chantier du Mangoro 1972-1973. Antananarivo, CIPT, 17 p. (Document CIPT n° 330A).
- FOFIFA (CENRADERU), 1977. Rapport intermédiaire n° 1 (76-77) sur la convention n° 10-70 passée entre la Société Fanalamanga et CENRADERU. Antananarivo, FOFIFA, 51 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 414).
- FOFIFA (CENRADERU), 1978. Rapport intermédiaire n° 2 (1977-1978) sur la convention n° 10-76 passée entre la société Fanalamanga et CENRADERU. Antananarivo, FOFIFA, 54 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 436).
- FOFIFA (CENRADERU), 1980. Rapport intermédiaire n° 3 sur la convention 10-76 passée entre la société Fanalamanga et CENRADERU. Antananarivo, 44 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1981. Rapport final de la convention 10-76 entre la société Fanalamanga et CENRADERU en 4 volumes. Antananarivo, FOFIFA, 20 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 475).
- FOFIFA (CENRADERU), 1983. Rapport intermédiaire n° 1 sur la convention n° 001/83. Recherche pour le réalisation du reboisement de la société Fanalamanga. Antananarivo, FOFIFA, 43 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 513).
- FOFIFA (CENRADERU), 1983. Rapport annuel 1982. Antananarivo, FOFIFA, 124 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 517).
- FOFIFA (CENRADERU), 1984. Rapport intermédiaire n° 2 sur la convention n° 001/83. Recherches pour la réalisation du reboisement de la société Fanalamanga. Antananarivo, 29 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1984. Rapport annuel 1983. Antananarivo, FOFIFA, 57 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 519).
- FOFIFA (CENRADERU), 1985. Rapport sur la visite effectuée du 26 février au 1<sup>er</sup> mars 1985 au CFPF de Morondava par une mission du DRFP. Antananarivo, FOFIFA, 8 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 542).
- FOFIFA (CENRADERU), 1985. Recherches d'appui à la société Fanalamanga. 1982-1985. Rapport final.

- Antananarivo, FOFIFA, 93 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 541).
- FOFIFA (CENRADERU), 1987. Rapport annuel 1986. Antananarivo, FOFIFA, 100 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1987. Bilan de dix ans de recherche du département de la recherche forestière et piscicole : 1975-1985. Antananarivo, FOFIFA, 23 p.
- GACHET, C., 1963. Etude de l'arboretum et de reboisements de la commune d'Antsirabe. Antananarivo, CTFT, 14 p. (Document CTFT n° 13).
- GACHET, C., 1964. Etude des arboreta de la station forestière de Manankazo. Antananarivo, CTFT, 40 p. (Document CTFT n° 18).
- GACHET, C., 1965. L'arboretum de Managisy, sous préfecture de Brickaville. Antananarivo, CTFT, note technique n° 25, 22 p.
- GACHET, C., 1965. L'arboretum d'Ambohikely, lac Alaotra. Antananarivo, CTFT, note technique n° 29, 35 p.
- GACHET, C., 1966. L'arboretum et les reboisements de l'Ivoloïna - Manakara. Antananarivo, CTFT, note technique n° 32, 25 p.
- GACHET, C., 1966. Les essences de reboisement à Madagascar. Premiers résultats des essais effectués en arboretum et en reboisement extensifs. Antananarivo, CTFT, note technique n° 36, 160 p.
- GACHET, C., 1966. L'arboretum de Manambo-Parafangan. Antananarivo, CTFT, note technique n° 34, 18 p.
- GUENEAU, P., 1970. Caractéristiques et utilisation des pins à Madagascar (*Pinus patula* et *Pinus kesiya*). Bois et Forêts des Tropiques (133), 15 p.
- GUENEAU, P., 1971. Résultats d'essais technologiques. Récolte 1970-1971. Antananarivo, CTFT, note technique n° 35, 26 p.
- GUENEAU, P., 1987. Bilan de la recherche en technologie des bois effectuée à Madagascar avant 1974 (technologie de bois, industries du bois). Paris, CIRAD, 35 p.
- LOUPPE, D., 1985. Amélioration de la productivité des peuplements forestiers artificiels. Antananarivo, FOFIFA, 14 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 543).
- LOUPPE, D., 1986. *Pinus kesiya*. Technique de pépinière. Résultats de recherches à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA, 18 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 565).
- LOUPPE, D., 1986. Rapport d'activités 1985 de la mission du Centre technique forestier tropical (CTFT) à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA, 27 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 559).
- LOUPPE, D., 1986. Essais Pins installés de 1969 à 1979 du haut Mangoro. Mise à jour et perspective d'avenir, 1988. Antananarivo, FOFIFA, 21 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 556).
- LOUPPE, D. ; LEFEVRE, M., 1986. Essai d'éclaircie sur *Pinus kesiya*. Installations et premiers résultats (essai 53-Ambohibary). Antananarivo, FOFIFA, 36 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 553).
- LOUPPE, D. ; VERHAEGEN, D., 1982. Activités des chercheurs du CTFT au DRFP. Antananarivo, FOFIFA, 20 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 497).
- LOUPPE, D. ; VERHAEGEN, D. ; LEFEVRE, M., 1983. Rapport d'activité des chercheurs du CTFT en 1982. Antananarivo, FOFIFA, 56 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 522).
- MALVOS, C., 1975. Programme sylviculture. Programme de travail deuxième et troisième trimestres 1975. Antananarivo, FOFIFA, 45 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 386).
- MALVOS, C., 1976. Programme sylviculture. Programme de travail deuxième et troisième trimestres 1976. Antananarivo, FOFIFA, 22 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 401).
- MALVOS, C., 1976. Programme sylviculture. Compte rendu d'activité 1975. Antananarivo, FOFIFA, 26 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 397).
- MALVOS, C., 1978. Note sur les essais du Mangoro. (Note succincte sur les résultats obtenus). Antananarivo, FOFIFA, 52 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 428).
- MALVOS, C., 1978. Programme sylviculture et production. Compte rendu d'activité 1977. Antananarivo, FOFIFA, 42 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 419).
- MALVOS, C., 1980. Fertilisation du *Pinus kesiya* au Mangoro. Apport de phosphates à doses croissantes (essai n° 5 du Mangoro). Antananarivo, FOFIFA, 19 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 461).
- MALVOS, C., 1981. Compte rendu d'installation d'essais de densités de plantation sur *Pinus* au Mangoro (Madagascar). Antananarivo, FOFIFA, 15 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 483).
- MALVOS, C. ; BAILLY, C., 1968. Essais Matsiatra n° 1, 2, 3, 4 campagne 1968. Antananarivo, CTFT, 42 p. (Document CTFT n° 137).
- MALVOS, C. ; BAILLY, C., 1979. Contribution à l'étude des problèmes de fertilisation en milieu tropical et subtropical. Les expériences sur la fertilisation des plantations de pins à Madagascar. CTFT 94/30. Antananarivo, FOFIFA, 46 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 447).

- MALVOS, C. ; BAILLY, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE, 1970. Compte rendu de mise en place des essais d'éclaircie à la Matsiatra. Antananarivo, CTFT, 12 p. (Document CTFT n° 187).
- MALVOS, C. ; BAILLY, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE, 1973. Essais de fertilisation des jeunes plantations sur haute Matsiatra. Antananarivo, CTFT, 15 p. (Document CTFT n° 302A).
- MALVOS, C. ; BAILLY, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE, 1973. Fertilisation des plantations de pins à Madagascar. Modalités et doses d'épandage. Symposium FAO/IUFRO sur l'utilisation des engrais en forêt. Paris. Antananarivo, CTFT, 7 p. (Document CTFT n° 300).
- MALVOS, C. ; BAILLY, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE, 1973. Fertilisation des plantations de pins à Madagascar. Effets des éléments principaux. Symposium FAO/IUFRO sur l'utilisation des engrais en forêt. Paris. Antananarivo, CTFT, 7 p. (Document CTFT n° 299).
- MALVOS, C. ; BAILLY, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE; LEFEVRE, M., 1972. Premières observations sur les plateaux d'éclaircies sur *Pinus patula* à la Matsiatra et Sambaina. Antananarivo, CTFT, 50 p. (Document CTFT n° 250).
- MALVOS, C. ; BAILLY, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE; RAMANANTSOAVINA, G. ; RAKOTOMANAMPISON, A., 1973. La fertilisation des plantations de pins à Madagascar. Expérimentations et mise en oeuvre. Antananarivo, CTFT, 236 p. (Document CTFT n° 290).
- MALVOS, C. ; BAILLY, C. ; RAKOTOMANAMPISON, A., 1975. Fertilisation des plantations des pins à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA, 16 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 395).
- MALVOS, C. ; BAILLY, C. ; RAKOTOMANANA, J.L., 1978. Les expérimentations portant sur la fertilisation des peuplements de pins après plantation à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA, 218 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 426).
- MALVOS, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE, 1972. Essais de fertilisation après plantation sur la haute Matsiatra. Antananarivo, CTFT, 26 p. (Document CTFT n° 241).
- MALVOS, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE; BAILLY, C. ; HUEBER, R., 1972. Compte rendu des premières expérimentations du greffage de pins et d'eucalyptus. Antananarivo, CTFT, 25 p. (Document CTFT n° 229).
- MALVOS, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE; HUEBER, R., 1968. Essais sylvicoles sur pins à Manankazo (fertilisation, travail du sol, comparaison *Patula kesiya*). Antananarivo, CTFT, 62 p. (Document CTFT n° 144).
- MALVOS, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE; BAILLY, C. ; VERGNETTE, J. DE; CHAUVET, B., 1969. Essais sylvicoles sur pins eucalyptus à Périnet et dans d'autres stations. Mises au point 1969. Antananarivo, CTFT, 100 p. (Document CTFT n° 159).
- MONDEIL, F., 1978. Génétique forestière. Rapport d'activité 1977. Antananarivo, FOFIFA, 16 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 420).
- MONDEIL, F., 1979. Génétique forestière. Rapport d'activité 1978. Antananarivo, FOFIFA, 31 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 441).
- MONDEIL, F., 1980. Génétique forestière. Rapport d'activité 1979. Antananarivo, FOFIFA, 9 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 453).
- MONDEIL, F., 1981. Génétique forestière. Rapport d'activité 1980. Antananarivo, FOFIFA, 13 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 468).
- MONDEIL, F., 1982. Génétique forestière. Rapport d'activité 1981. Antananarivo, FOFIFA.
- MONDEIL, F., 1983. Génétique forestière. Rapport d'activité 1982. Antananarivo, FOFIFA, 37 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 310).
- MONDEIL, F., 1984. Génétique forestière. Rapport d'activité 1983. Antananarivo, FOFIFA, 12 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 523).
- MONDEIL, F., 1985. Génétique forestière. Rapport d'activité 1984. Antananarivo, FOFIFA, 11 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 540).
- PARRAT, J., 1967. Etudes forestières sur les plantations de *Pinus patula* de la haute Matsiatra. Antananarivo, CTFT, 41 p. (Document CTFT n° 105).
- PARRAT, J. ; ROUANET, R., 1968. Plan d'aménagement régional de la zone d'extension des plantations de pins de la haute Matsiatra. Rapport de synthèse. Antananarivo, CTFT, 77 p. (Document CTFT n° 135).
- RABEVOHITRA, R., 1982. Essai d'analyse du réseau phyllotaxique du cône de *Pinus kesiya*. Antananarivo, FOFIFA, 15 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 500).
- RAKOTOMANAMPISON, A., 1975. Essais d'introduction d'espèces dans la sous-préfecture de Moramanga. Antananarivo, FOFIFA, 10 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 368).
- RAKOTOMANAMPISON, A., 1975. Introduction d'espèces dans le périmètre du Mangoro. Antananarivo, FOFIFA, 14 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 382).
- RAKOTOMANAMPISON, A., 1975. Programme de recherche 1976-1980. Département forestier et piscicole.

- Antananarivo, FOFIFA, 45 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 393).
- RAKOTOMANAMPISON, A., 1975. Essais d'introduction d'espèces dans la province de Tamatave. Antananarivo, FOFIFA, 250 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 365).
- RAKOTOMANAMPISON, A., 1977. Les essais de provenance des pins à Madagascar. 3<sup>e</sup> Consultation mondiale sur l'amélioration des arbres forestiers. Communication Congrès forestier. Cambrela, 21-26 mars 1977. Antananarivo, FOFIFA, 21 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 407).
- RAKOTOMANAMPISON, A., 1982. Mémoires des travaux de recherches effectués. Antananarivo, FOFIFA, 18 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 502).
- RAKOTOMANAMPISON, A., 1982. Essai 1/79. Regonflage du *Pinus elliottii* au Mangoro. Antananarivo, FOFIFA, 55 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 493).
- RAKOTOMANAMPISON, A., 1982. Essai de comportement de *Agathis robusta* Masters. Antananarivo, FOFIFA, 10 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 491).
- RAKOTOMANAMPISON, A., 1982. Essai 3/79 portant sur la détermination de la dose d'apport de zinc au sol sur un peuplement de *Pinus kesiya* âgé de 9 ans et atteint de la maladie de dessèchement en cime. Antananarivo, FOFIFA, 36 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 489).
- RAKOTOMANAMPISON, A., 1982. Essai 2/79 A portant sur la comparaison des descendances des peuplements malagasy de *Pinus elliottii*. Essai 2/79 B portant sur la détermination de la dose maximum d'apport de zinc sur *Pinus kesiya*. Antananarivo, FOFIFA, 11 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 488).
- RAKOTOMANAMPISON, A. ; RAKOTOMANANA, J.L., 1982. La fertilisation des pins au Mangoro. Antananarivo, FOFIFA, 27 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 501).
- RAKOTOMANANA, J.L., 1985. La forêt et le développement agricole. Conférence débat dans le cadre de l'année internationale de la forêt. Antananarivo, FOFIFA, 11 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 548).
- RAKOTOMANANA, J.L., 1987. Rapport Fanalamanga. Etape finale de réalisation de la convention n° 81/85-86 du 04/06/85 passée entre la société Fanalamanga et le FOFIFA. Antananarivo, FOFIFA, 69 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 574).
- RAKOTOMANANA, A.A., 1986. Contribution à l'étude de la possibilité du gemmage dans le reboisement en pins de Madagascar à partir du *P. patula* de Sambaina. Mémoire (ingénieur en sciences agronomiques). Antananarivo, Université de Madagascar, 79 p.
- RAMPANANA, L. ; RAKOTOMANANA, J.L. ; RAJONARISON, R., 1986. Suivi de la nutrition en phosphore et en potassium de 2 jeunes plantations de pins (*P. caribaea*, *P. elliottii*). Antananarivo, FOFIFA, 8 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 575).
- RANDRIANJAFY, M., 1986. Listing de programme pour quelques analyses statistiques. Micro-ordinateur SHARP P.C. 1500A. Antananarivo, FOFIFA, 62 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 558).
- RANDRIANJAFY, M., 1987. Programmation. Pratique de l'analyse de variance et de la comparaison des moyennes (test F-Duncan) dans certains dispositifs statistiques sur micro-ordinateur SHARP P.C. Antananarivo, FOFIFA, 63 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 579).
- RASAMIMANANA, A., 1987. Contribution à l'interprétation des résultats des essais de provenance de *Pinus kesiya*. Mémoire (ingénieur en sciences agronomiques : 1986). Antananarivo, Université de Madagascar, 83 p.
- RAZAFINDRIANILANA, N., 1985. Etude contributive sur la conduite sylvicole de *Pinus patula* en première régénération naturelle. Mémoire (ingénieur en sciences agronomiques). Antananarivo, Université de Madagascar, 152 p.
- THIEL, J., 1974. Procédé «Boucherie». Amélioration du tampon de raccordement. Antananarivo, CNRFP, 22 p. (Document CNRFP n° 333).
- THIEL, J., 1975. Essais de champ : Epreuves de *Pinus patula* traitées par trempage à froid. Premier rapport. Antananarivo, FOFIFA, 34 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 373).
- THIEL, J., 1975. Procédé «Boucherie». Résultats numériques d'essais effectués à Madagascar en 1974-1975. Antananarivo, FOFIFA, 70 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 380).
- THIEL, J., 1975. Caractéristiques technologiques des bois récoltés à Périnet en 1974. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 35 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 364).
- THIEL, J., 1975. Traitement en autoclave rustique. Essais préliminaires. Antananarivo, FOFIFA, 22 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 381).
- THIEL, J., 1975. Comparaison des deux méthodes de traitements sur piquets de *Pinus patula*. Antananarivo, FOFIFA, 25 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 370).
- THIEL, J. ; RAKOTOVAO, G., 1975. Résultats d'essais biologiques effectués à Madagascar en 1974.

Antananarivo, FOFIFA, 36 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 359).

THIEL, J. ; RAKOTOVAO, G., 1975. Essai de résistance naturelle de bois à Madagascar. **Second rapport**. Antananarivo, FOFIFA, 82 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 371).

VERGNETTE, J. DE; BAILLY, C. ; BENOIT DE COIGNAC,

G. DE; MALVOS, C., 1969. Fertilisation minérale des plantations de *Pinus patula* sur les hauts plateaux malgaches. *Bois et Forêts des Tropiques* (175), 18 p.

VERGNETTE, J. DE; BENOIT DE COIGNAC, G. DE; HUEBER, R. ; BAILLY, C., 1967. Aménagement test de Manankazo. Essais de fumure sur plantation de pins. Antananarivo, CIPT, 63 p. (Document CIPT n° 94).

# Bois d'énergie et feuillus

La nécessité de pouvoir satisfaire les besoins énergétiques du pays, tant pour les utilisations familiales que pour certaines utilisations industrielles, a été très vite perçue par le service forestier.

La production et la disponibilité du bois est très variable selon les régions et, si un taux de boisement moyen de 20 % est avancé (à partir d'études déjà anciennes) pour l'ensemble du pays, cependant, la situation est souvent très critique dans les zones à forte densité de population.

A l'heure actuelle, on peut estimer la demande annuelle en bois de feu et charbon de bois à plus de 6 millions de mètres cubes avec une projection de 10 millions de mètres cubes en l'an 2000. Cette demande doit être satisfaite par la production en plantations et par l'exploitation rationnelle des massifs forestiers, exploitation qui doit permettre d'assurer la pérennité des massifs.

Selon les régions, l'importance relative de ces deux moyens de ressources est variable mais, dans tous les cas où un déficit grave existe et où les massifs forestiers auront disparu, celui de la plantation reste la seule voie encore possible. Compte tenu de cette situation et du fait que, pour longtemps encore, le bois demeurera probablement la principale

source d'énergie, la nécessité de réaliser un effort important de plantation est clairement établie. En outre, il convient de rappeler que la lutte contre la dégradation de l'environnement passe également par la reforestation.

Pour la poursuite de ces objectifs, il est nécessaire que la recherche puisse fournir aux actions de développement le maximum d'éléments techniques, permettant, selon les diverses conditions du milieu, la réalisation de plantations dans les meilleures conditions possibles et au coût le plus économique, notamment pour ce qui concerne :

- le choix des espèces et des sols ;
- l'élevage des plants ;
- les techniques de plantation ;
- la conduite des peuplements et leur protection ;
- la qualification et l'utilisation des produits obtenus.

## Historique et étapes de la recherche

L'introduction des eucalyptus pour la production du bois d'énergie (chemin de fer, notamment) fut réalisée à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Ces premières introductions furent le fait des particuliers et de l'administration, notamment du service des Eaux et Forêts créé en 1926.

Ce n'est qu'à partir des années 50 que fut mise en place une section de recherche au sein de ce service. Sous son impulsion, de très nombreuses introductions d'espèces exotiques furent alors réalisées dans les arboreta et les stations forestières. Cinq stations principales ont été créées dans les années 50, situées dans les différentes zones écologiques : côte-est (Ambila Lemaitso), Falaise d'Analamazaotra, hauts plateaux (Manjakatampo), Ouest (Tsaramandroso), Sud (Antanimora).

L'effort principal de la section de recherche portait, jusqu'à la création du CTFT en 1961, sur le recensement des plus beaux eucalyptus existant à Madagascar, et sur l'introduction et l'étude de l'adaptation de nombreuses espèces. En collaboration avec la direction des Eaux et Forêts et le CTFT, l'École nationale supérieure agronomique s'efforça de faire l'inventaire et le bilan des introductions réalisées dans les

37 arboreta de l'île. Par ailleurs, des recherches commençaient à être menées sur la sylviculture des espèces introduites et, en 1962, les recherches sur la technologie furent entreprises. Ce travail a été repris par le FOFIFA en 1974, et ce dernier, compte tenu de l'importance prise par le problème de l'approvisionnement en bois et de la nécessité de la lutte contre l'érosion, individualisa un programme de recherche pluridisciplinaire intitulé «bois d'énergie et feuillus». Dans le cadre de ses activités, le FOFIFA, avec la direction des Eaux et Forêts a commencé en 1988 la remise à jour de l'inventaire des arboreta en utilisant les moyens obtenus de la coopération française.

## Résultats acquis

Les résultats acquis concernant ce programme intéressent :

- les introductions d'espèces, leur adaptation et l'amélioration génétique ;
- l'installation et la conduite des plantations ;
- la technologie.

### **Introductions, essais de comportement et amélioration génétique**

De très nombreuses espèces furent introduites et testées dans les différentes zones écologiques. En 1974, 72 genres de feuillus comportant 260 espèces dont 105 d'eucalyptus avaient été expérimentés avec succès (sur 500 espèces introduites). Les principaux résultats sont résumés dans le tableau qui suit.

L'inadaptation de *Populus deltoides* dans la zone du Mangoro a été mise en évidence, les importants travaux d'introductions de clones et de techniques culturales n'ayant abouti qu'à des échecs.

Pour certaines espèces qui se sont révélées intéressantes, l'exploration de la variabilité a été entreprise pour la réalisation d'essais de provenances : *Eucalyptus robusta*, *E. pilularis*, *E. grandis*, *E. cloeziana*, *E. urophylla*, mis en place après les années 70. Un essai de provenances a également été réalisé en Liquidambar à partir de provenances plus septentrionales que celle des premières introductions, d'ailleurs fort limitées.

Les autres travaux entrepris en matière d'amélioration ont consisté en la mise au point des techniques de multiplication végétative (eucalyptus et *Khaya*).

Zone	Espèces retenues
Hauts plateaux	<i>Eucalyptus</i> : <i>robusta</i> , <i>tereticornis</i> , <i>camaldulensis</i> , <i>rostrata</i> , <i>pitularis</i> , <i>maculata</i> ; autres : <i>Acacia deablata</i> , <i>Pinus patula</i> , <i>Pinus strobus</i> , <i>Pinus kesiya</i> ; <i>Grevillea</i> .
Côte est et Falaise	<i>Eucalyptus grandis</i> ; <i>Cloeziata</i> ; <i>Urophylla</i> ; <i>Cedrela odorata</i> (côte) ; <i>Cedrela sinensis</i> (falaise) ; <i>Terminalia superba</i> ; <i>Grevillea banksii</i> .
Sud et Sud-Est	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> ; <i>Crebra</i> ; <i>Citrodora</i> (Est) ; <i>Azadirachta indica</i> ; <i>Casuarina</i> ; <i>Acacia galepini</i> , <i>Acacia arabica</i> , <i>A. salicina</i> .
Nord, Nord-Ouest	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> , <i>tereticornis</i> ; <i>Tectona grandis</i> (bons sols) ; <i>Cassia siamea</i> ; <i>Terminalia</i> ; <i>Grevillea</i> .

### Installation et conduite des plantations

Les recherches ont intéressé essentiellement les eucalyptus.

- Elevage des plants et techniques de pépinière

Différentes techniques de repiquage, dont le repiquage précoce, et de conduite de la planche de semis ont été mises au point.

- Techniques de plantation

Les résultats des recherches ont montré la sensibilité de l'eucalyptus à la concurrence des graminées, et la nécessité d'un bon travail du sol permettant de réduire cette concurrence.

Les densités de plantation ont été testées et les recommandations varient selon le type de produits attendus. La densité doit être d'autant plus faible que les conditions sont difficiles.

Des essais d'association de culture avec *Eucalyptus*, *Grevillea*, *Gmelina* et *Khaya* ont été réalisés et ont montré leur intérêt. Les essais de fertilisation, beaucoup moins nombreux que pour les pins, ont montré que l'eucalyptus réagissait fortement à une fertilisation compléant l'association des trois éléments NPK.

Contrairement aux pins, la fumure PK a une action insuffisante, l'apport d'azote est en tout cas nécessaire.

L'estimation de la production a été abordée et des tarifs de cubage ont été élaborés pour les eucalyptus ainsi que pour quelques feuillus.

Peu de recherches ont été entreprises sur les modalités de conduite des taillis d'eucalyptus et le maintien de la productivité au cours des révolutions. On peut signaler toutefois que *E. grandis* rejette moins bien s'il est coupé à moins de 20 cm. Quelques essais ont été mis en place sur le rajeunissement des souches d'*E. robusta*.

Quelques essais ont également intéressé la sylviculture de *Gmelina*, *Cedrela* et *Khaya madagascariensis*.

### **Technologie**

L'objectif des recherches concerne la connaissance de la matière première en vue d'assurer la meilleure utilisation tant comme source d'énergie que comme matériau pour d'autres utilisations.

Les recherches entreprises depuis la création de la cellule Technologie au CTFT d'Antananarivo ont permis de dégager un certain nombre de résultats.

La détermination des propriétés physiques et mécaniques des eucalyptus et feuillus divers a été entreprise.

Cent quatre-vingt-quatre essais normalisés dont 147 sur *Eucalyptus* et 37 sur feuillus divers de plantation ont été réalisés en vue de déterminer les principales caractéristiques physiques et mécaniques, dont la moyenne et la variabilité déterminent les possibilités d'emploi.

Les possibilités d'utilisation des eucalyptus ont ainsi été déterminées pour *E. robusta*, *E. grandis*, *E. maculata*, *E. cloeziana*, *E. microcorys*, *E. pilularis*, *E. citriodora*, *E. eugenoides*, *E. camaldulensis* et les résultats ont été consignés dans des catalogues d'utilisation pratique, comme *Bois et Essences malgaches*.

Des recherches sur les possibilités de transformations ont été réalisées sur les eucalyptus ; elles ont permis de donner des indications sur le rendement au sciage selon les modes de débit (mécanique et manuel).

Les problèmes du séchage ont également été abordés. Notons que les eucalyptus sont considérés comme difficiles à sécher. Des notes techniques sur le séchage à l'air ont été publiées.

La durabilité naturelle des bois a été testée en laboratoire et dans des essais de champs qui ont fait apparaître une durabilité moyenne pour les eucalyptus. Des essais de préservation par imprégnation avec différents produits chimiques ont été réalisés essentiellement sur *Eucalyptus*. Ces essais ont permis de définir les procédés de traitement les plus appropriés et les types de produits chimiques à utiliser selon les diverses destinations (poteaux, traverses, bois de construction). Des notes techniques ont été éditées. Il faut noter que les eucalyptus sont assez faciles à imprégner par déplacement de sève (procédé «Boucherie» pour emploi en poteaux).

La valeur calorifique des bois et les possibilités de carbonisation ont été étudiées. La caractérisation du charbon de bois obtenu avec divers

eucalyptus, certains pins et quelques autres essences a été réalisée ces dernières années.

Des résultats sur le rendement en charbon de bois obtenu à partir d'eucalyptus et de pins sont disponibles.

## Utilisation des résultats et perspectives

Le passage des résultats de la recherche au développement s'est effectué assez facilement avec les opérations de reboisement menées en régie (FANALAMANGA - MAHELA). En revanche, la vulgarisation au niveau des plantations paysannes, qui s'effectue par l'intermédiaire des services forestiers, a été limitée.

Les résultats concernant la technologie ont été dans certains cas utilisés rapidement : poteaux d'eucalyptus traités et employés pour la réalisation des lignes électriques, traverses de chemin de fer... Dans d'autres cas, le transfert a été plus modeste (séchage au niveau artisanal).

Les programmes de recherche, compte tenu de l'importance du problème et de la nécessité de satisfaire les besoins en bois d'énergie, doivent être poursuivis, voire renforcés, afin que la recherche puisse définir les espèces les plus adaptées et les techniques les meilleures à mettre en œuvre dans les zones où les besoins sont les plus manifestes. C'est ainsi qu'un effort doit être fait concernant :

- la diversification des espèces et des provenances (exploitation des essais d'introduction et essais de provenance pour les espèces les plus intéressantes) ;
- la définition des modes de gestion des taillis producteurs de bois de feu et le maintien de leur productivité (rajeunissement des souches - règles d'aménagement) ;
- l'amélioration génétique des espèces les plus intéressantes et la mise au point des outils nécessaires à la mise en place d'un système d'approvisionnement en semence de qualité (en liaison avec le MPAEF) ;
- le renforcement de l'approche agroforestière pour la fourniture de bois d'énergie au niveau des besoins ruraux (arbre à usage multiple) ;
- le renforcement des études des espèces utilisables en reboisement extensif (reboisement à coût réduit).

Par ailleurs, compte tenu du développement des ZODAFARB, la recherche devrait participer à l'élaboration des documents destinés à la diffusion des connaissances acquises et mettant les résultats à la portée des utilisateurs.

Dans le domaine de la technologie, l'effort principal doit porter sur la diffusion et la vulgarisation des résultats et des techniques déjà connus, alors que les travaux de recherche seront plus spécialement orientés vers une meilleure valorisation des produits notamment des sous-produits d'éclaircie des grandes plantations.

## Références bibliographiques

- ANDRIAMIADANA, S. ; RAKOTOJAONA, M., 1981. Introduction et adaptation des espèces. Programme 25. Rapport annuel 1980. Antananarivo, FOFIFA, 31 p.
- ANDRIANIRINA, G., 1969. Note sur le *Grevillea banksii*. Antananarivo, MAER, 44 p.
- ANDRIANIRINA, G., 1978. Note de première mise au point sur l'essai du *Gmelina arborea* en culture associée et réalisée par le Département de recherches forestières et piscicoles à Kianjasoa en 1977. Antananarivo, FOFIFA, 13 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 416).
- ANDRIANIRINA, G., 1985. Potentiel malgache exploitable dans le cadre du tourisme scientifique (Filière eaux et forêts). Antananarivo, FOFIFA, 9 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 547).
- ANDRIANIRINA, G., [s.d.]. Caissette de reboisement. Tamatave, Service provincial des eaux et forêts.
- ANDRIANIRINA, G., [s.d.]. Note sur l'utilisation de la boulette améliorée. [s.l.], [s.n.].
- ANDRIANIRINA, G. ; RABEVOHITRA, R. ; RAKOTOVAO, G., 1985. Contribution de la recherche à l'élaboration des textes régissant l'exploitation forestière à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA, 7 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 549).
- ANON., 1968. Note préliminaire relative aux problèmes de l'implantation de peupliers dans la région de Moramanga. Antananarivo, CTFT, 61 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 148).
- ANON., 1968. Emploi du bois dans la construction au lac Alaotra, CTFT Madagascar.
- ANON., 1973. Compte rendu d'installation d'essais au Mangoro (zone de l'Ankona), Périnct, Ambohimandroso (route d'Antsirabe). Antananarivo, CTFT.
- ANON., 1983. Indications disponibles à la recherche forestière pour un projet de reboisement à financer par la FAO sur les *Eucalyptus* dans les zones écologiques décrites : Manankazo, Marohogo, Antanimiheva. Antananarivo, FOFIFA (Document FOFIFA-DRFP n° 514).
- BAILLY, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE; MALVOS, C., 1973. Les expérimentations sur les peupliers (Madagascar). Bois et Forêts des Tropiques (151), 25 p.
- BAILLY, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE; MALVOS, C., 1973. Essais sur les peupliers à Madagascar. Antananarivo, CIFT, 234 p. (Document CIFT n° 272).
- BAILLY, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE; MALVOS, C., 1978. Premiers résultats obtenus sur les essais mis en place par le CIFT en liaison avec les grandes opérations de reboisement. Antananarivo, CIFT, 16 p. (Document CIFT n° 254).
- BAILLY, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE; MALVOS, C. ; GACHET, C. ; HUEBERT, R., 1970. Problèmes relatifs à l'installation de plantations de peupliers à Madagascar. Reconnaissance des sols. Premières expérimentations, opérations populières. Antananarivo, CIFT, 150 p. (Document CIFT n° 185).
- BAILLY, C. ; VERGNETTE, J. DE; MALVOS, C. ; THIBOUT, J., 1969. Etude de la vocation des sols. Périmètre de Manankazo (Ankazobe). Antananarivo, CIFT, 3, 108 p. (Document CIFT n° 151).
- BEDEL, J., 1972. Recommandations en vue de traitement préventif des bois de construction contre les altérations biologiques. Note pour la préparation d'une norme. Antananarivo, CIFT, 24 p.
- BEDEL, J., 1974. Caractéristiques technologiques de quelques espèces d'*Eucalyptus* introduites à Madagascar. Antananarivo, CIFT, Note technique n° 51, 15 p.
- BEDEL, J., 1974. *Eucalyptus robusta*. Influence de l'étagage des grumes sur le séchage et la libération des contraintes. [s.l.], [s.n.], Note technique n° 47, 42 p. 321.
- BEDEL, J., 1974. Résultats d'essais biologiques effectués à Madagascar de 1970 à 1973. Antananarivo, CIFT, Note technique n° 53, 15 p.
- BEDEL, J. ; RAKOTOVAO, G., 1973. Compte rendu d'une expérience de séchage en séchoir solaire. Antananarivo, CIFT, 20 p. (Document CIFT n° 306).
- BEDEL, J. ; RAKOTOVAO, G. ; THIEL, J., 1975. Expérience de préservation de perches et piquets à usage rural en République malgache. Communication, session de l'UFRO Abidjan. (17-23 février 1975). Division V. groupe Protection des bois. [s.l.], [s.n.].
- BEDEL, J. ; THIEL, J., 1972. Cellules d'habitation démontable à structure bois. Antananarivo, CIFT, Note technique n° 36, 25 p.
- BEDEL, J. ; THIEL, J., 1972. Comportement au sciage d'*Eucalyptus grandis* et *Eucalyptus cloeziana*. Antana-

nanarivo, CTFT, 35 p.

BEDEL, J. ; THIEL, J., 1972. Détermination des contraintes admissibles pour bois tropicaux. Note technique pour la préparation d'une norme. Antananarivo, CTFT, 35 p. (Document CTFT n° 234).

BEDEL, J. ; THIEL, J., 1972. Compte rendu d'une expérience de traitement de poteaux d'*Eucalyptus grandis* par procédé «Boucherie». Antananarivo, CTFT, 33 p. (Document CTFT n° 231A).

BEDEL, J. ; THIEL, J., 1973. Propriétés de quelques bois récoltés en 1970-1971. Antananarivo, CTFT, Note technique n° 39, 26 p.

BEDEL, J. ; THIEL, J., 1973. Essai de résistance naturelle de bois à Madagascar. Premier rapport. Antananarivo, CTFT, 74 p.

BEDEL, J. ; THIEL, J., 1973. Traitement «Boucherie» appliqué alternativement aux deux extrémités sur poteaux d'*Eucalyptus robusta*. Essai préliminaire 1973. Antananarivo, CTFT, 17 p.

BEDEL, J. ; THIEL, J., 1974. Caractéristiques technologiques de quelques bois récoltés en 1972-1973. Antananarivo, CTFT, Note Technique n° 52, 48 p.

BENOIT DE COIGNAC, G. DE, 1974. Projet de protocole d'essai d'entretien des pare-feux aux herbicides. Antananarivo, CNRFP, 8 p. (Document CNRFP n° 319).

BONNIN, A., 1966. Rendement en matière d'exploitation et de sciage. Antananarivo, CTFT, 192 p. (Document CTFT n° 86).

BOUILLET, J.P., 1987. Résumé succinct des principaux résultats. Essai dans le Mangoro n° 7, 53, 54, 55, 56, 57, 60, 64, 66, 77. Antananarivo, FOFIFA, 25 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 582).

BOUILLET, J.P. ; BOUVET, J.M. ; LEFEVRE, M., 1987. Rapport d'activité 1986 de la mission CTFT à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA, 12 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 568).

BOUILLET, J.P. ; BOUVET, J.M. ; LEFEVRE, M., 1988. Rapport d'activité 1987 de la mission CTFT à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA, 18 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 583).

BOUVET, J.M., 1988. Test de provenance d'*Eucalyptus grandis* n° 73/4. Evaluation de l'héritabilité et de gain génotypiques sur les caractères de croissance. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 21 p.

BOUVET, J.M. ; ANDRIANIRINA, G., 1986. Caractéristiques et croissance de certaines provenances d'*Eucalyptus grandis* en zone de moyenne altitude de l'est de

Madagascar (région de Sandrangato). Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 22 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 564).

BOUVET, J.M. ; RAKOTO, V. ; RAMAHANDRY, J. ; RAZAFINDRAKOTO, J., 1986. Compte rendu d'installation d'essais de provenances d'*Eucalyptus grandis* dans le périmètre de reboisement de la Fanalamanga. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 17 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 562).

BOUVET, J.M. ; RAKOTOMAMONJY, R., 1987. Bouturages des *Eucalyptus grandis* et des *Eucalyptus robusta*. Résultats de la campagne 1986-1987. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 37 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 581).

BOUVET, J.M. ; RAKOTONJANAHARY, J., 1987. Amélioration génétique des *Eucalyptus*. Diversification du matériel végétal. Compte rendu d'installation des essais. Campagne 86-87. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 16 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 570).

BOUVET, J.M. ; VERHAEGEN, D., 1986. Essai de provenance d'*Eucalyptus grandis* à Périnet. Compte rendu d'installation. Résultat des premières mensurations. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 6 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 557).

CAILLIEZ, F. ; GUENEAU, P., 1972. Analyse en composantes principales des propriétés technologiques des bois malgaches. Bois et Forêts des Tropiques (2), 51 p.

CHAMPSOLOIX, R., 1961. La foresterie en savane à Madagascar. Antananarivo, CTFT, 44 p. (Document CTFT n° 116).

CHAMPSOLOIX, R. ; PARRAT, J., 1965. Etude de la croissance comparée des *Eucalyptus* à la station de Périnet. Antananarivo, CTFT, 15 p. (Document CTFT n° 44).

CHAUVET, B., 1971. Tarifs et tables de cubage pour les pins et les *Eucalyptus* à Madagascar. Mémoire (Ingénierat techniques agricoles). Antananarivo, Ecole nationale supérieure agronomique, 91 p.

CHAUVET, B., 1988. Inventaire des espèces forestières introduites à Madagascar. Mémoire (Ingénierat techniques agricoles). Antananarivo, Ecole nationale supérieure agronomique.

CIRAD-CTFT, 1968. Emploi du bois dans la construction au lac Alaotra. Antananarivo, CTFT.

CIRAD-CTFT, 1969. Caractéristiques et utilisation de l'*Eucalyptus robusta* à Madagascar. Bois et Forêts des Tropiques (124), 13 p.

CIRAD-CTFT, 1970. Expérience de séchage solaire du bois. Bois et Forêts des Tropiques (133), 39 p.

- DEQN, G. ; THIEL, J., 1973. Nouveaux essais d'imprégnation de poteaux d'*Eucalyptus robusta* par déplacement de sève. Nogent, CIPT (Note technique CIPT n° 12).
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Programme de recherche 1976-1980. Département de recherche forestier et piscicole. Antananarivo, DRFP, 45 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 393).
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Essais d'introduction d'espèces dans la sous-préfecture de Moramanga. Antananarivo, FOFIFA, 10 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 368).
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Essais d'introduction d'espèces dans la province de Tananarive. Antananarivo, FOFIFA, 110 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 369).
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Introduction d'espèces dans le périmètre du Mangoro. Antananarivo, FOFIFA, 14 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 382).
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Bois et essences malgaches. Troisième supplément. Tome IV. Antananarivo, FOFIFA-DRFP (Document FOFIFA-DRFP n° 372).
- FOFIFA (CENRADERU), 1980. Essai de provenances n° 4/73 sur *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden à Sandrangato. Antananarivo, FOFIFA, 7 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 449).
- FOFIFA (CENRADERU), 1981. Etude de la variabilité observée de huit caractères phénotypes pour vingt-quatre provenances d'*Eucalyptus urophylla* de l'essai N 30, 1981. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 96 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 474).
- FOFIFA (CENRADERU), 1982. Rapport sur les recherches d'appui et d'accompagnement de Première campagne pour l'opération Reboisement industriel du ferro-chrome prévues par le marché de gré n° 14/79/MDRRA/MDR. Antananarivo, FOFIFA, 63 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 495).
- FOFIFA (CENRADERU), 1983. Rapport intérimaire n° 1 sur la convention n° 001/83. Recherches pour la réalisation du reboisement de la société FANALAMANGA. Antananarivo, FOFIFA, 43 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 513).
- FOFIFA (CENRADERU), 1983. Rapport annuel 1982. Antananarivo, FOFIFA, 124 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 517).
- FOFIFA (CENRADERU), 1984. Rapport intérimaire n° 2 sur la convention n° 001/83. Recherche pour la réalisation du reboisement de la société FANALAMANGA. Antananarivo, FOFIFA, 29 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 520).
- FOFIFA (CENRADERU), 1984. Rapport annuel 1983. Antananarivo, FOFIFA, 57 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 519).
- FOFIFA (CENRADERU), 1985. Recherche d'appui à la société FANALAMANGA. 1982-1985. Rapport final. Antananarivo, FOFIFA, 93 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 541).
- FOFIFA (CENRADERU), 1986. Programme bois d'énergie. In: Rapport annuel 1985. Antananarivo, FOFIFA, p. 24-40.
- GACHET, C., 1961. Le reboisement de Nosy Komba. Antananarivo, CIPT, 50 p. (Document CIPT n° 1 A).
- GACHET, C., 1961. Enrichissement en essences de valeur des forêts de la côte est. 2° étude. Antananarivo, CIPT, 30 p. (Document CIPT n° 12 B).
- GACHET, C., 1963. Etude de l'arboretum et des reboisements de la commune d'Antsirabe. Antananarivo, CIPT, 14 p. (Document CIPT n° 13).
- GACHET, C., 1964. Etudes des arboreta de la station forestière de Manankazo. Antananarivo, CIPT, 40 p. (Document CIPT n° 18).
- GACHET, C., 1965. Les reboisements du BDPA à la Sakay. Antananarivo, CIPT, Note technique n° 24, 15 p.
- GACHET, C., 1965. L'arboretum de Menagasy, sous-préfecture de Brickaville. Antananarivo, CIPT, Note technique n° 25, 22 p.
- GACHET, C., 1965. Reboisements du Moyen Ouest. Zone de Tsiroanomandidy. Antananarivo, CIPT, 16 p. (Document CIPT n° 53).
- GACHET, C., 1965. L'arboretum d'Ambohikely, de Alaotra. Antananarivo, CIPT, Note technique n° 29, 35 p.
- GACHET, C., 1966. L'arboretum et les reboisements de l'Ivoloina - Manakara. Antananarivo, CIPT, Note technique n° 32, 25 p.
- GACHET, C., 1966. L'arboretum d'Ihosy et de Morombe. Antananarivo, CIPT, Note technique n° 30, 30 p.
- GACHET, C., 1966. L'arboretum de Manambo-Farafangana. Antananarivo, CIPT, Note technique n° 34, 18 p.
- GACHET, C., 1966. Les essences de reboisement à Madagascar. Premiers résultats des essais effectués en arboretum et en reboisements extensifs. Antananarivo, CIPT, Note technique n° 36, 160 p.
- GACHET, C., 1968. Compte rendu d'essais en pépinière sur peupliers. Campagne 1968. Antananarivo, CIPT, 18 p. (Document CIPT n° 148 A).
- GACHET, C., 1981. Note sur le peuplier à Madagascar. Antananarivo, CIPT, 12 p. (Document CIPT n° 148 B).

- GUENEAU, P., 1963. Note technique sur la protection contre les insectes et les champignons. Antananarivo, CTFT, 13 p.
- GUENEAU, P., 1963. Le séchage à l'air. Antananarivo, CTFT, 6 p.
- GUENEAU, P., 1964. Un pont en *Eucalyptus robusta*. Antananarivo, CTFT, 10 p. (Document CTFT n° 28 A).
- GUENEAU, P., 1964. Dessèchage d'*Eucalyptus robusta*. Antananarivo, CTFT, 6 p.
- GUENEAU, P., 1964. Essais de traitements de protection de bois ronds à Madagascar. Bois et Forêts des Tropiques (27 A).
- GUENEAU, P., 1964. Traitement expérimental des poteaux de lignes en *Eucalyptus robusta*. Antananarivo, CTFT, 12 p. (Note technique CTFT n° 7).
- GUENEAU, P., 1965. Etude du charbon de bois d'*Eucalyptus* de Madagascar. Nogent-sur-Marne, CTFT.
- GUENEAU, P., 1965. Séchage à l'air (complément). Antananarivo, CTFT, 20 p.
- GUENEAU, P., 1965. Premières observations sur les pourrissons à bois. Antananarivo, CTFT, 65 p. (Note technique CTFT n° 10).
- GUENEAU, P., 1966. Rapport de mission US - Australie. Antananarivo, CTFT, 56 p. (Document CTFT n° 92D).
- GUENEAU, P., 1967. Exploitations et industries du bois à Madagascar. Antananarivo, CTFT.
- GUENEAU, P., 1967. Améliorations élémentaires d'habitat rural au lac Alaotra. Antananarivo, CTFT.
- GUENEAU, P., 1968. Traverses en bois à Madagascar. Antananarivo, CTFT.
- GUENEAU, P., 1969. Une expérience de séchage solaire du bois. CTFT Madagascar. Note technique n° 31, 17 p.
- GUENEAU, P., 1970. Essais de champ à Madagascar. Antananarivo, CTFT, 36 p.
- GUENEAU, P., 1970. Table d'utilisation de quelques bois malgaches en charpente. Antananarivo, CTFT Madagascar, 12 p.
- GUENEAU, P., 1971. Recherche sur les bois à Madagascar. Antananarivo, Terre Malgache 9, 15 p.
- GUENEAU, P., 1971. Résultats d'essais technologiques. Récolte 1970-1971. Antananarivo, CTFT Madagascar, 26 p.
- GUENEAU, P., 1989. Construction en bois à Madagascar. Bois et Forêts des Tropiques (123), 46 p.
- GUENEAU, P. ; FOUGEROUSSE ; FURTHER, 1971. Research on X-ray. Examination of wood panels exposed to *Teridinidae* marine borers. Journal of the Institute of Wood Science, 5 (6).
- GUENEAU, P. ; FOUGEROUSSE, M., 1969. Etude sur l'utilisation à Madagascar de bois locaux comme supports de lignes. Antananarivo, CTFT, 75 p. (Note technique - CTFT ; Document CTFT n° 8 ; 173).
- GUENEAU, P. ; FOUGEROUSSE, M. ; DEON, G. ; THIEL, J., 1871. Essais d'imprégnation par déplacement de sève de poteaux d'*Eucalyptus robusta* et de *Pinus patula* à Madagascar. Antananarivo, CTFT, 38 p. (Document CTFT n° 220).
- GUENEAU, P. ; NEAU, P., 1967. Introduction à l'étude technologique des attaques de xylophages marins à Madagascar. Antananarivo, CTFT, 35 p.
- GUENEAU, P. ; NEAU, P., 1967. Construction expérimentale d'une maison en bois à Antananarivo. Antananarivo, CTFT, Note technique n° 17, 18 p.
- GUENEAU, P. ; NEAU, P., 1967. Note technique sur la construction expérimentale d'une maison en bois à Périnet. Antananarivo, CTFT, note technique n° 18, 15 p.
- GUENEAU, P. ; THIEL, J., 1967. Séchage de poteaux en *Eucalyptus robusta*. Antananarivo, CTFT, 36 p.
- RAKOTOMANAMPISON, A., 1975. Essais d'introduction d'espèces dans la province de Tamatave. Antananarivo, FOFIFA, 250 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 365).
- THIEL, J., 1974. Traitements rustiques de bois ronds en sève par trempage à froid dans les sels complexes. Deuxième rapport. Antananarivo, FOFIFA, 40 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 314).
- THIEL, J., 1974. Procédé «Boucherie». Amélioration du tampon de raccordement. Antananarivo, CNRFP, 22 p. (Document CNRFP n° 333).
- THIEL, J., 1974. Traitement «Boucherie» appliqué alternativement aux deux extrémités sur poteau *Eucalyptus robusta*. Résultats de la seconde série. Antananarivo, FOFIFA, 18 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 332).
- THIEL, J., 1974. Influence des saisons sur le traitement de piquets d'*Eucalyptus robusta*. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 19 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 349).
- THIEL, J., 1975. Caractéristiques technologiques des bois récoltés à Périnet en 1974. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 35 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 364).
- THIEL, J., 1975. Procédé «Boucherie». Résultats d'essais biologiques effectués à Madagascar en 1974-1975. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 70 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 380).
- THIEL, J. ; RAKOTOVAO, G., 1975. Les sels complexes

- dans la protection du bois contre les xylophages marins du sud de Madagascar. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 37 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 360).
- THIEL, J. ; RAKOTOVAO, G., 1975. Essai de résistance naturelle de bois à Madagascar. Second rapport. Antananarivo, FOFIFA, 82 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 371).
- THIEL, J. ; RAKOTOVAO, G., 1975. Résultats d'essais biologiques effectués à Madagascar en 1974. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 36 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 359).
- VERHAEGEN, D., 1981. Compte rendu d'installation d'une pépinière de bouturage d'*Eucalyptus grandis* à Périnet. Premiers résultats. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 17 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 467).
- VERHAEGEN, D., 1982. Essai comparatif d'*Eucalyptus* (essai 29). Résultats obtenus à 6 ans. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 19 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 506).
- VERHAEGEN, D., 1982. Bouturage de l'*Eucalyptus grandis*. Essai substrat. Dispositifs et résultats. Antananarivo, FOFIFA (Document FOFIFA-DRFP n° 494).
- VERHAEGEN, D., 1983. Essai de date optimum de bouturage de l'*Eucalyptus grandis* à Périnet. Résultats partiels du 22 mars au 22 août 1982. Antananarivo, FOFIFA, 8 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 521).
- VERHAEGEN, D., 1985. Compte rendu d'installation des essais comparatifs d'espèces et de provenances d'*Eucalyptus* à Ambohibary et à Manankazo. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 20 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 542 bis).
- VERHAEGEN, D., 1985. Compte rendu de résultats des essais. • Introduction des *Eucalyptus* d'Australie et Timor à Madagascar •. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 8 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 544).
- VERHAEGEN, D., 1985. Mise au point des activités de bouturage de l'*Eucalyptus grandis* à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 12 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 551).

# Conservation des sols

La grande île est un des pays où le phénomène d'érosion est le plus grave. Cette érosion, certes provoquée par des facteurs naturels (la pluie notamment), se révèle d'autant plus grave qu'elle est accélérée par des pratiques destructrices représentées sur les hauts plateaux, par la mise en culture sans précaution des versants pentus, par la destruction du couvert herbacé, par des mises à feu sauvages ; sur la côte est et les falaises, par la destruction des forêts pour des mises en culture éphémères. Ces pratiques agricoles et pastorales ( feux de brousse notamment), aggravées par des conditions climatiques et topographiques à problèmes prédisposant le pays à devenir le siège des érosions graves et généralisées qui compromettent même les facteurs de production.

Cette érosion entraîne la dévaluation du capital sol, capital pourtant absolument nécessaire si l'on veut pérenniser l'autosuffisance alimentaire, ainsi que des ruptures d'équilibres écologiques, et provoque des événements catastrophiques (crues destructrices, ensablements).

Il n'est donc pas surprenant que la conservation des eaux et du sol soit rapidement apparue comme un préalable indispensable à la survie de l'homme.

Les travaux de recherche dans ce domaine ont eu trois objectifs :

- la définition des paramètres régissant les lois du ruissellement et de l'érosion ;

• Mise au point des techniques susceptibles de diminuer les effets nocifs de l'érosion selon les divers modes d'utilisation des sols, tant au niveau du bassin versant qu'au niveau de l'exploitation agricole ;

• Intégration de l'arbre dans les systèmes agricoles et pastoraux

Les recherches sont pluridisciplinaires, et au plan méthodologique, les expérimentations ont été menées à plusieurs niveaux en vue de promouvoir des méthodes de gestion de l'espace permettant d'assurer l'équilibre du milieu au niveau de la parcelle du bassin versant, de l'aménagement, et au niveau régional.

## Historique et étapes de la recherche

Dès avant 1939-1940, le service des Eaux et Forêts insistait sur l'importance des forêts pour la régularisation du régime des eaux et, dans un document de 1936, sur la politique forestière, les quatre axes suivants étaient indiqués :

- conservation dans ses limites actuelles de la forêt ;
- extension de la forêt en vue de la régularisation du régime des eaux et de l'augmentation de la capacité d'absorption du sol ;
- amélioration des parties exploitables de la forêt et leur aménagement ;
- création de boisements économiques spéciaux.

Dans les années 50, un bureau des sols fut créé et joua le rôle d'animateur en matière de conservation des sols.

Le service des Eaux et Forêts devenu service des Eaux et Forêts et de la Conservation des sols continuait, dans sa section de défense et de restauration des sols, les activités précédemment dévolues au bureau des sols. Ce fut à cette époque que démarrèrent les premières recherches. Elles s'amplifièrent avec la création de la division «lutte contre l'érosion» au CTFT-Madagascar en 1963.

C'est ainsi qu'après le lancement des opérations «vallée témoin» (Alaotra), Imerina-Imady (Ambositra), Sambaina (Vakinankaratra), une connaissance plus approfondie des facteurs de l'érosion fut ressentie comme impérative vers les années 60. Les recherches en parcelles élémentaires de mesure du ruissellement et de l'érosion d'une part et, en bassins versants expérimentaux d'autre part, se développèrent jusque

vers les années 70 (48 parcelles, 13 bassins expérimentaux), en collaboration avec les chercheurs d'autres disciplines.

Ces recherches furent mises en veilleuse vers 1977, compte tenu de la priorité accordée alors à d'autres problèmes. Seules quelques observations sur certains dispositifs expérimentaux furent poursuivies.

En 1985, les activités de recherche redémarrèrent en mettant l'accent sur le problème de l'association de l'arbre dans les systèmes de culture et de l'agroforesterie.

## Résultats acquis

Un certain nombre de résultats concernant l'érosion ont été acquis durant cette période :

- la connaissance de l'érosion maximale en vue de définir les paramètres de l'équation universelle de pertes en terre ;
- l'étude comparative de l'influence des couverts naturels, leur dégradation, leur amélioration ;
- l'étude de l'influence des pratiques et rotations culturales ;
- l'étude des couverts naturels et de leur modification dans l'équilibre du milieu (forêt, steppes à graminées) ;
- l'intégration de l'arbre dans les systèmes agricoles et l'agroforesterie en général.

## Parcelles élémentaires de mesure du ruissellement et de l'érosion

Ces premières parcelles d'une superficie de l'ordre de quelques centaines de mètres carrés ont été mises en place à partir de 1960 ; les protocoles expérimentaux suivis ont permis d'étudier l'influence des couverts naturels, leur dégradation, leur reconstitution dans différentes zones de l'île.

On a mis en évidence l'effet du feu et du surpâturage sur l'accélération de l'érosion et l'augmentation du ruissellement. Après brûlis, les pertes en terre sont multipliées par quatre, par rapport à un couvert intact.

Toute intervention qui tend à diminuer la biomasse présente sur le sol (feu de brousse, tavy, cultures non réussies) occasionne une aggravation de l'érosion. Inversement, toute pratique qui peut favoriser l'accroissement de la biomasse (mise en défens, fertilisation organique et/ou minérale, reboisement) abaisse le ruissellement et l'érosion.

Le fauchage constitue un bon procédé de gestion de la steppe. Dans le même ordre d'idée, l'exécution de travaux simples de scarifiage ou de travaux plus complexes de sous-solage et/ou de billonnage permet d'améliorer le bilan général.

La technique du semis en bandes d'espèces fourragères n'a pu être évaluée en raison de la mauvaise installation du végétal.

Par-dessus tout, le couvert forestier demeure l'ultime protection des sols contre l'érosion.

Ces mêmes protocoles expérimentaux ont aussi permis d'étudier l'influence des pratiques et des rotations culturales.

Des dispositifs expérimentaux ont été mis en place et suivis dans plusieurs régions, et ont permis de mettre en évidence l'intérêt de certaines pratiques culturales.

Ainsi, on a montré l'importance de la prairie de trois ans dans un assolement pour maintenir les pertes annuelles en terre à un seuil raisonnable inférieur à 10 t/ha.

On a vu que la fumure minérale et organique permet un développement de végétal, et qu'une meilleure structure des sols diminue les pertes en terre.

Les expérimentations sur le tavy ont aussi montré que la dégradation des sols et l'érosion n'ont pas les mêmes caractéristiques sur la côte est que sur les hauts plateaux. L'érosion sur la côte est apparaît plus insidieuse.

Enfin, le paillage apparaît comme un moyen efficace de lutte contre l'érosion dans les terres de culture qui doivent être protégées du ruissellement sauvage par un fossé dérivatif amont.

Enfin, la fixation des paramètres de l'équation universelle de pertes en terre de Wischmeier, a été possible grâce aux protocoles expérimentaux.

Mise au point aux Etats-Unis, cette équation définit la perte en terre en fonction de certains indices (pluie, sol, pente, culture, traitement).

Depuis 1965, plusieurs parcelles ont été mises en place dans différentes régions et ont permis de définir les indices de pluie et de sol, spécifiques à chacune de ces régions (9 dispositifs dans diverses régions de l'île).

## Bassins versants expérimentaux

Si l'on veut connaître l'effet global de l'aménagement d'une couverture naturelle sur le ruissellement et l'érosion, l'étude en parcelles élémentaires est inadaptée en raison des effets de bordure et d'échelle. Il faut alors travailler sur des surfaces plus grandes qui permettent d'intégrer les différents facteurs : ce sont les expérimentations en bassins versants comparatifs.

- Etude du rôle de la forêt dans le maintien de l'équilibre naturel

Cette expérimentation en bassins de 9 à 100 hectares a été réalisée à Andasibe dans la zone forestière de la falaise. Elle a mis en évidence le rôle du couvert forestier pour la diminution du débit spécifique des crues (1,5 fois moins en forêt qu'en brousse dégradée) et la régularisation du débit d'écoulement. Sous la forêt, l'érosion est absente alors qu'elle peut atteindre des chiffres très élevés (13 t/ha) sous culture de tavy.

Le rôle des plantations d'eucalyptus sur la diminution des écoulements a également été mis en évidence. L'évapotranspiration réelle est plus élevée dans un peuplement d'eucalyptus que dans une forêt naturelle.

- Etude des effets dus aux modifications apportées par l'homme à la couverture originelle de steppes à graminées des hauts plateaux

Ces recherches ont été entreprises en 1963 à Manankazo et, depuis 1972, à Ambatomainy, dans la région de la haute Sisaony.

A Manankazo, on a comparé l'effet global de quatre écosystèmes : steppe à graminées en défens, cultures avec aménagement conservatoire, plantation de pins, prairie brûlée témoin. Le bilan a été fait au niveau d'un paysage agricole plus complexe dans le cadre d'une vallée aménagée en comparaison avec une vallée non aménagée\*.

L'effet régulateur de la mise en culture rationnelle, des reboisements et à un moindre degré de la mise en défens sur les termes du bilan de l'eau et de l'érosion a été mis en évidence et chiffré. Les résultats ont été publiés.

La mise au point de la technique d'embroussaillage (restauration du sol par une végétation de couverture installée artificiellement à peu de frais) avec le *Grevillea* blanc faite à Ivoloina et dans la région d'Ambila Brickaville a permis de restaurer plus de 8 000 ha dans la zone orientale,

---

\* Cette opération pluridisciplinaire et pluriorganismes (IEMVT-IRAT-ORSTOM-CITFT) a duré cinq ans.

dans l'île de Sainte-Marie, dans la région de Betroka et à Sakatia.

• Etude de l'influence de l'aménagement des terrains de parcours sur l'amélioration des ressources en eau

Deux expérimentations ont été réalisées.

Dans le Sud, à Antanimora, la comparaison d'un bassin aménagé (travaux antiérosifs) avec un bassin témoin, durant cinq années, a montré l'effet des travaux sur :

- l'écêtement des pointes de crue qui passent de 100 l/s/ha à 15 l/s/ha ;
- l'augmentation de l'écoulement de saison sèche (multiplié par deux) ;
- l'augmentation des petits débits utilisables (80 % des écoulements passent sur le bassin témoin sous forme de crues alors que le bassin aménagé restitue une plus grande quantité d'eau sous forme de petit débits).

A Befandriana (Nord-Ouest), l'étude cherchait à caractériser le ruissellement de surface de petits bassins versants destinés à l'approvisionnement de retenues collinaires (petites surfaces).

Quatre années de mesure ont montré que :

- le déficit d'écoulement est de l'ordre de 50 % ;
- les débits utilisables restent constants et égaux à environ 25 % de la pluviométrie, ce qui correspond à environ à 3 000 à 5 000 m<sup>3</sup> par hectare de bassin versant ;
- le débit spécifique est de l'ordre de 250 l/s/ha, d'où la nécessité de dimensionner en conséquence le déversoir de crues.

## **Aménagements tests et opérations pilotes**

Ces aménagements sont destinés à des tests en vraie grandeur.

Le premier, dans la vallée témoin d'Antandrokomby au lac Alaotra a été mis en place en 1953, et concerne 1 000 hectares et deux villages. Après définition de la vocation des sols, des aménagements ont été réalisés avec la participation des paysans (reboisement, aménagement des terres agricoles, correction de lavaka...).

Le second aménagement est celui de Manankazo, mis en place à partir de 1963 autour des bassins versants expérimentaux. Selon la même démarche (étude de la vocation des sols, aménagement des terrains de culture), les terres agricoles ont été aménagées selon les directives

définies pour les sols de pente inférieure à 12 % (cultures en courbe de niveau avec fossés de diversion, labour en versant vers le bas et culture en bandes alternées, adoption d'une rotation comprenant une prairie permanente).

Une troisième opération intéressait la zone forestière : elle a été menée à Beforona (Marolafa) ; une autre expérience a été faite dans la province de Fianarantsoa, sous la responsabilité du service DRS (défense et restauration des sols) de la direction des Eaux et Forêts.

L'aménagement rationnel prévoyait après étude de la vocation des sols :

- l'amélioration des cultures de bas-fonds (riz) ;
- l'aménagement des terrains de cultures sèches et des plantations arbustives ;
- la mise en place de cultures fourragères et l'amélioration de l'élevage ;
- la réalisation de reboisement et/ou d'embroussaillage sur les terrains dégradés à vocation de protection.

## **Reconnaissance de bassins versants (BV)**

Le problème de la pérennité des ouvrages et des mises en valeur réalisées dans les plaines dominées s'est posé tout naturellement à Madagascar, pays à relief accentué et à fortes érosions.

C'est ainsi que dès les années 60 et à la suite de la réalisation des grandes retenues du lac Alaotra (barrage d'Antanifotsy, barrage de Sahamaloto), le service des Eaux et Forêts a proposé des interventions sur les bassins versants de ces retenues.

En 1963, il a chargé le CTFT de réaliser les reconnaissances des bassins versants dominant certains périmètres hydro-agricoles en vue de définir les zones et le degré d'érosion, et de faire des propositions d'aménagement.

Le CTFT a été ainsi amené à définir une méthode d'étude associant l'exploitation des photographies aériennes et le travail de terrain.

Une carte morphoplanimétrique était établie et des reconnaissances au sol réalisées.

L'ensemble de ces activités aboutissait à la définition d'un programme d'intervention dans chacune des zones considérées. C'est ainsi que furent étudiés jusqu'en 1967 les bassins versants de Didy et de l'Anony (lac

Alaotra), de la Taheza (Bezaha), du Sambirano et de l'Andranomena (Morondava).

Enfin, il faut signaler qu'en liaison avec les autres départements de la recherche agronomique, des études des pertes par lixiviation ont été réalisées sur les hauts plateaux.

## **Agroforesterie**

Ce volet de recherche a démarré autour des années 80.

L'intégration des arbres dans les écosystèmes agro-pastoraux a suscité des recherches sur :

- le comportement des espèces à usage multiple ;
- la mise au point des techniques sylvicoles particulières à cette association ;
- l'étude des systèmes culturaux.

Les travaux sur les reboisements extensifs destinés à rétablir rapidement un couvert boisé ou à constituer des pare-feux n'en sont qu'à leur début. Les résultats acquis à ce jour sont présentés ci-après.

### **Le comportement des espèces**

Un inventaire des espèces utilisables en agroforesterie effectué soit par observations de pratiques locales, soit sur recommandation d'organismes internationaux ou encore d'après la bibliographie, a débouché sur la mise en place d'essais d'espèces à Kianjasoa, au Mangoro et à Beforona, puis à Taheza. Sur les trois premières stations, de nombreuses espèces ont été étudiées et jugées comme étant adaptées aux conditions écologiques des milieux.

### **Les techniques sylvicoles**

Ces espèces appartenant à la famille des légumineuses se caractérisent par une croissance rapide, la fixation symbiotique d'azote (sauf quelques unes) et une faculté importante de rejet.

L'installation des arbres peut se faire soit par semis direct, soit par plantation des plantules éduquées en pépinière. Contrairement aux espèces classiques de reboisement, l'élevage en boulettes ne convient pas à ces espèces en raison du développement rapide du pivot qui s'enfonce dans la terre en place.

L'étude de l'association symbiotique est un élément important dans ces espèces. Des souches locales de *Rhizobium* peuvent infester les arbres mais c'est un processus assez lent. *Sesbania hispinosa* est le plus

prolifère. Sans inoculation, on constate un retard de croissance la première année de plantation. Des essais d'émondages ont confirmé le pouvoir de rejet des espèces, quoiqu'il faille encore élucider pourquoi certains pieds n'ont pas repris. De même, la production (biomasse, matière minérale) reste à déterminer.

### **Les systèmes culturaux**

On cherche à évaluer les interactions (positives ou négatives) entre les arbres et les cultures afin d'arriver à choisir les dispositions les plus appropriées. Dans une première approche, on peut dire que :

- l'«Alley cropping» est très efficace contre l'érosion s'il n'y a pas de trous dans les lignes ; en parcelles élémentaires, les terres entraînées représentent un dixième de ce qu'on enregistre en culture traditionnelle ;
- la régénération naturelle de *Grevillea banksii* peut être obtenue à partir de quelques plants mères laissés sur l'exploitation ; elle constitue une jachère très dense ;
- les émondes utilisées comme paillis apportent une certaine quantité d'éléments minéraux aux cultures.

Il faut souligner que l'évaluation des systèmes culturaux qui englobent l'agrotechnie, l'alimentation animale et l'économie, devrait être réalisée conjointement par des forestiers, des agronomes, des zootechniciens et des agro-économistes.

## **Utilisation des résultats et perspectives**

Les recherches entreprises sur l'érosion ont permis d'établir de bonnes bases pour asseoir les règles de la mise en valeur des terres agricoles de pente inférieure à 12 %. Leur application sur le terrain fut réalisée notamment dans les zones des collines de l'est du lac Alaotra, dans le Moyen-Ouest et dans le cas de la mise en culture de coton des zones de cuvettes d'argile noire de la région d'Ankazoabo notamment.

L'expérimentation en parcelle de Wishmeier a permis de quantifier par zones climatiques et types de sol, les risques d'érosion ; c'est un élément important mais il est difficile de dire si cette connaissance a été utilisée.

Les expériences en bassins versants ont permis de dégager de grands principes pour l'aménagement de l'espace, et ont fourni des éléments chiffrés relatifs au rôle joué par la forêt sur l'écoulement, permettant

d'asseoir une politique de défense des facteurs naturels. Il n'est pas possible de savoir si une telle connaissance a eu un impact sur le développement, mais elle en a certainement eu sur l'opinion, et en particulier sur les décideurs.

Les recherches sur l'agroforesterie sont plus récentes et il est difficile, là aussi, de définir leur impact.

On peut cependant penser que la mise en œuvre du plan d'action environnemental devrait entraîner une valorisation de tous ces résultats de recherche, car ils constituent des éléments de base permettant aux décideurs ainsi qu'aux responsables de préciser les actions à entreprendre.

Dans l'avenir, il paraît judicieux de donner la priorité aux actions de recherche ci-après.

### **Conservation des eaux et du sol**

- Exploitation des données recueillies sur l'ensemble des dispositifs (bassins versants, parcelles) mis en place depuis vingt ans. Les derniers résultats publiés datent de 1978, alors que de nouvelles données sont acquises.

- Recherches d'appui ou d'accompagnement liées aux opérations de développement. Ces recherches consisteraient surtout en l'étude de l'adaptation des résultats déjà acquis aux conditions locales. Il est important que ces connaissances soient mises à la disposition des utilisateurs, ce qui nécessite la rédaction d'ouvrages de vulgarisation.

La démarche est la même pour les problèmes d'aménagement des bassins versants, la priorité devant être donnée aux recherches d'accompagnement des opérations dans la poursuite des recherches sur les reboisements extensifs de restauration (espèces, techniques, dont notamment les semis directs et par avion).

### **Agroforesterie**

Les recherches à développer intéressent :

- l'étude des ligneux et notamment des arbres à usages multiples (problème des associations symbiotiques qui sont très intéressants pour la fourniture d'azote) ;
- l'étude des systèmes agroforestiers, surtout la caractérisation des interactions arbres-cultures vivrières (la priorité régionale étant donnée à la côte est) ;
- l'expérimentation en milieu paysan qui devrait être réalisée dans le cadre des opérations de développement.

## Références bibliographiques

- ANDRIANARINA, G., 1969. Note sur le *Grevillea banksii*. Antananarivo, MAER, 44 p.
- BAILLY, C., 1964. Remarques sur les premiers résultats de la mise en défens et des travaux de protection du bassin de Tsimanidaha-Antanimora. Antananarivo, CIFT, 27 p.
- BAILLY, C., 1978. Etude de l'influence du couvert naturel et ses modifications. Expériences en bassins versants comparatifs réalisées en zone tropicale. Réunion du groupe de travail sur l'amélioration des bassins versants de montagne. Rome, FAO.
- BAILLY, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE, 1973. Instructions pour la réalisation des mesures en parcelles élémentaires. Antananarivo, CIFT, 14 p.
- BAILLY, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE ; MALVOS, C. ; NINGRE, J.M. ; SARRAILH, J.M., 1973. Etude de l'influence du couvert et de ses modifications. Expérimentations en bassins versants élémentaires réalisés à Madagascar. Antananarivo, CIFT, 80 p.
- BAILLY, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE ; MALVOS, C. ; HUEBER, R. ; RAMANAHADRAY, 1973. Essai d'aménagement des terres dans la zone forestière de l'est de Madagascar. Bois et Forêts des Tropiques (152), 16 p.
- BAILLY, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE ; MALVOS, C. ; NINGRE, J.M. ; SARRAILH, J.M., 1973. Etude de l'influence du couvert naturel et de ses modifications à Madagascar. Expérimentations en bassins versants élémentaires. Cahiers Scientifiques : Bois et Forêts des Tropiques (4), 114 p.
- BAILLY, C. ; MALVOS, C. ; SARRAILH, J.M. ; RAKOTOMANANA, J.L. ; RAMPANANA, L., 1976. Etude de la sensibilité des sols de Madagascar à l'érosion. Expérimentation en parcelles élémentaires. Bois et Forêts des Tropiques (169), 37 p.
- BAILLY, C. ; VERGNETTE, J. DE, 1964. Observations sur le bassin versant d'Ambodiroka-Maevatanana : Campagne 1963-1964. Antananarivo, CIFT, 22 p.
- BAILLY, C. ; VERGNETTE, J. DE, 1964. Observations sur les bassins versants élémentaires de Marolaona-Périnet : Campagne 1963-1964. Antananarivo, CIFT, 31 p.
- BAILLY, C. ; VERGNETTE, J. DE, 1965. Instructions pour le dépouillement des mesures sur petits bassins versants. Antananarivo, CIFT, 12 p.
- BAILLY, C. ; VERGNETTE, J. DE, 1965. Etude des bassins versants de la région de Didy-Ambatondrazaka. Antananarivo, CIFT, 2, 80 p.
- BAILLY, C. ; VERGNETTE, J. DE, 1965. Etude du bassin versant de l'Andrangorona, sous-préfecture d'Ambatondrazaka. Antananarivo, CIFT, 2, 91 p.
- BAILLY, C. ; VERGNETTE, J. DE, 1965. Etude du bassin versant de l'Anony, sous-préfecture d'Ambatondrazaka et d'Andilamena. Antananarivo, CIFT, 2, 88 p.
- BAILLY, C. ; VERGNETTE, J. DE, 1965. Etude du bassin versant du haut Sambirano, sous-préfecture d'Ambanja. Antananarivo, CIFT, 2, 80 p.
- BAILLY, C. ; VERGNETTE, J. DE, 1968. Etude du bassin versant dominant le canal de la Taheza. Antananarivo, CIFT, 66 p.
- BAILLY, C. ; VERGNETTE, J. DE ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE, 1967. Etude du bassin versant de l'Andranomena, sous-préfecture de Mahabo. Antananarivo, CIFT, 2, 75 p.
- BAILLY, C. ; VERGNETTE, J. DE ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE ; CELTON, J., 1967. Essai de mise en valeur d'une zone des hauts plateaux malgaches par l'aménagement rationnel. Effet de cet aménagement sur les pertes en terre et le ruissellement. In : Colloque sur la fertilité des sols tropicaux, Antananarivo. Antananarivo, CIFT, 55 p.
- BAILLY, C. ; VERGNETTE, J. DE ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE ; ROCHE, P., 1968. Influence du couvert naturel sur le ruissellement et les pertes en terre. Résultats obtenus à Madagascar. Bois et Forêts des Tropiques (119).
- BENOIT DE COIGNAC, G. DE, 1974. Nouvelles instructions pour le dépouillement des mesures sur bassins versants. Antananarivo, CIFT, 30 p.
- BENOIT DE COIGNAC, G. DE ; SARRAILH, J.M., 1974. Bassins versants élémentaires de Manankazo. Bilan 1963-1973. Antananarivo, CIFT.
- BENOIT DE COIGNAC, G. DE ; SARRAILH, J.M., 1974. Bassins versants élémentaires de Manankazo. Bilan 1963-1973. [s.l.], CIFT.
- BENOIT DE COIGNAC, G. DE ; VERGNETTE, J. DE ; HUEER, R. ; BAILLY, C., 1966. Mesures du ruissellement et de l'érosion à la Taheza : 1961-1963 à 1965-1966. Antananarivo, CIFT, 14 p.

- CIRAD-CIIFT, 1961. Les dispositifs de mesure du ruissellement et de l'érosion en parcelles élémentaires. Antananarivo, CIIFT, 10 p.
- CIRAD-CIIFT, 1963. Mesure du ruissellement et des pertes en terre en fonction des traitements antiérosifs à préconiser dans les périmètres de restauration dans la zone du lac Alaotra. Situation des travaux et aménagements au 31/12/62. Antananarivo, CIIFT, 6 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 16 F).
- CIRAD-CIIFT, 1966. L'équation universelle de pertes de sol de Wisler. Antananarivo, CIIFT, 14 p.
- CIRAD-CIIFT, 1966. Etude des zones de pâturage du lac Alaotra, problèmes d'érosion, problèmes forestiers. Document fourni à la SGET. Antananarivo, CIIFT, 67 p.
- CIRAD-CIIFT, 1972. Bassins versants de Madagascar. Bilan de l'eau sous prairies naturelles et artificielles. Rapport annuel 1972. Antananarivo, CIIFT, 5 p.
- CIRAD-CIIFT, 1972. Erosion, ruissellement et bilan de l'eau à Befandriana Nord, campagne 70/71 - 71/72. Antananarivo, CIIFT.
- CIRAD-CIIFT, 1973. Bassins versants de Madagascar. Bilan de l'eau sous prairies naturelles et artificielles. Rapport annuel 1973. Antananarivo, CIIFT, 15 p.
- CIRAD-CIIFT, 1973. Erosion, ruissellement et bilan de l'eau à Befandriana Nord, 1970-1971 et 1971-1972. Antananarivo, CIIFT, 25 p.
- CIRAD-CIIFT, 1974. Fiche technique de recherche : Bassin versant de 'Ankaizina. Antananarivo, CIIFT, 14 p.
- CIRAD-CIIFT, 1974. Fiche technique de recherche : Bassin versant du Mandrare. Antananarivo, CIIFT, 5 p.
- CIRAD-CIIFT, 1975. Etude du ruissellement et de l'érosion en parcelles élémentaires à Manankazo. Antananarivo, CIIFT, 7 p.
- CIRAD-CIIFT, 1975. Etude du ruissellement et de l'érosion en parcelles élémentaires à Périnet. Antananarivo, CIIFT, 16 p.
- CIRAD-CIIFT, 1975. Parcelles de mesure de ruissellement et de l'érosion, station de Nanisana. Antananarivo, CIIFT.
- DINARD ; VERGNETTE, J. DE ; BAILLY, C., 1967. Eléments de conservation des eaux et des sols à Madagascar. Antananarivo, CIIFT, 79 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1967. Influence du couvert naturel et de sa modification sur les ruisselllements et les pertes en terre. Résultats obtenus par l'expérimentation en parcelles élémentaires à Madagascar, n° 110. (Colloque sur la fertilité des sols tropicaux, Tananarive). Antananarivo, CIIFT, 72 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 1110).
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Parcelles de mesure du ruissellement et de l'érosion, station de l'Ivohina côte est. Antananarivo, FOFIFA-DRFP.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Parcelles de mesure du ruissellement et de l'érosion à Kianjasoa. Antananarivo, FOFIFA-DRFP.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Parcelles de mesure du ruissellement et de l'érosion, Miadana (Majunga). Antananarivo, FOFIFA-DRFP.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Parcelles de mesure du ruissellement et de l'érosion à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 150 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Programme de travail, troisième et quatrième trimestres 1975. Antananarivo, FOFIFA-DRFP.
- FOFIFA (CENRADERU), 1976. Rapport annuel 1975. Antananarivo, FOFIFA, 83 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1977. Rapport annuel 1976. Antananarivo, FOFIFA, 59 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1978. Etudes hydrologiques dans les plaines de Maintirano. Rapport de campagne novembre 1977 - avril 1978. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 50 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 433).
- FOFIFA (CENRADERU), 1978. Etudes hydrologiques dans les plaines de Maintirano. Compte rendu d'installation. Antananarivo, FOFIFA-DRFP.
- FOFIFA (CENRADERU), 1978. Etudes hydrologiques dans les plaines de Maintirano. Rapport de campagne novembre 1977 - octobre 1978. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 50 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1978. Données climatiques des stations du DRFP, 1976-1977. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 15 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1979. Etude de protection des bassins versants dans la cuvette d'Andapa. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 17 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1979. Etude des sols du périmètre Mahela, Brickaville. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 12 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1981. Etude pédologique des périmètres d'extension du reboisement industriel de la Fanalamanga FOFIFA-DRFP. Antananarivo, FOFIFA, 10 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 465).
- FOFIFA (CENRADERU), 1983. Les sols du périmètre de la basse vallée de l'Ikopa et de la Sisaony. Antananarivo, FOFIFA, 5 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 515).

- FOFIFA (CENRADERU), 1987. Projet de recherches pour le développement de l'agroforesterie à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA-DRFP.
- FOFIFA (CENRADERU), 1987. Projet national de Madagascar. Aménagement et exploitation rationnels des sols ferrallitiques. Antananarivo, FOFIFA-DRFP.
- FOFIFA (CENRADERU), 1987. Compte rendu de campagne 86-87 : programme de recherche sur la conservation. Projet agroforesterie. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 10 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 576).
- FOFIFA (CENRADERU), 1987. Des arbres pour la gestion des sols en riziculture pluviale : les premiers résultats. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 20 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 577).
- GOUJON P. ; BAILLY, C., 1974. Aménagements anti-érosifs et économie de l'eau. Influence des activités de l'homme sur le cycle hydrométéorologique. 13<sup>e</sup> Journée de l'hydrologie. Paris, [s.n.].
- GOUJON P. ; BAILLY, C. ; VERGNETTE, J. DE ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE, 1968. Conservation des sols en Afrique et à Madagascar. Bois et Forêts des Tropiques (118 ; 119 ; 120 ; 121).
- HUEBER, R., 1974. Compte rendu succinct des travaux de la campagne 72-73. Situation au 31-12-73. Antananarivo, FOFIFA-DRFP.
- HUEBER, R. ; BAILLY, C., 1972. Résultats des parcelles élémentaires de la station de Kianjasoa. Antananarivo, CIFT, 7 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 251).
- MALVOS, C., 1977. Programme de travail, deuxième et troisième trimestres 1977. Antananarivo, CIFT, 16 p.
- MALVOS, C., 1979. Rapport d'activité 1978 de la mission CIFT à Madagascar. Antananarivo, CIFT, 57 p.
- MALVOS, C., 1980. Rapport d'activité 1979 de la mission CIFT à Madagascar. Antananarivo, CIFT, 57 p.
- MALVOS, C. ; SARRAILH, J.M., 1978. Bassins versants à Madagascar. Bilan de l'eau sous prairies naturelles et artificielles. Compte rendu de fin d'étude d'une recherche financée par la DGRST. Paris, CIFT.
- MALVOS, C. ; SARRAILH, J.M. ; BAILLY, C. ; RAKOTOMANANA, J.L. ; RAMPANANA, L., 1976. Etude de la susceptibilité à l'érosion des sols de Madagascar. Expérimentation en parcelles élémentaires. Antananarivo, CIFT.
- MALVOS, C. ; VERBEQUE, B. ; RAKOTOMANANA, J.L., 1980. Essai des synthèses des expérimentations en vase de végétation réalisées par la CIFT à Madagascar, mai 1969 à janvier 1975. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 78 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 456).
- MINGRE, J., 1973. Etude hydrologique comparative de sept bassins versants de superficie et de couverts différents dans la zone forestière orientale de Madagascar (Périnet). Antananarivo, CIFT, 125 p.
- RABEMANANTSOA, J.C., 1984. Avenir de la culture du *Pachyra aquatica* au Moyen-Ouest. Une double solution à la sensibilité à l'érosion des sols fertiles et à la reproduction des matières grasses végétales. Antananarivo, Université de Madagascar (EESSA), 90 p.
- RAKOTOMANANA, J.L., 1975. Rapport annuel 1974. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 6 p.
- RAKOTOMANANA, J.L., 1977. Compte rendu d'activité 1976. Antananarivo, FOFIFA-DRFP.
- RAKOTOMANANA, J.L., 1981. Etude pédologique des nouveaux périmètres de reboisement industriel de la Fanalamanga. Rapport préliminaire. Antananarivo, FOFIFA-DRFP.
- RAKOTOMANANA, J.L., 1981. Etude pédologique des nouveaux périmètres du reboisement industriel de la Fanalamanga. Rapport final. Antananarivo, FOFIFA-DRFP.
- RAKOTOMANANA, J.L., 1986. Recherche pour la protection du bassin versant de la Taheza. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 8 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 566).
- RAKOTOMANANA, J.L., 1987. Climat, érosion et techniques culturales sur les hauts-plateaux de Madagascar. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 16 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 580).
- RAKOTOMANANA, J.L., 1987. Projet national de Madagascar. Aménagement et exploitation rationnels des sols ferrallitiques. Antananarivo, DRFP.
- RAKOTOMANANA, J.L., 1987. Compte rendu de campagne 1986-1987. Programme de recherche sur la conservation. Projet agroforesterie. Antananarivo, DRFP, 16 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 576).
- RAKOTOMANANA, J.L., 1987. Les arbres pour la gestion des sols en riziculture pluviale. Les premiers résultats. Antananarivo, DRFP (Document FOFIFA-DRFP n° 577).
- RAKOTOMANANA, J.L. ; SARRAILH, J.H. ; RAMPANANA, L., 1975. Parcelles de mesure de ruissellement et de l'érosion à Madagascar. Antananarivo, CENRADERU, 109 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 385).
- RANOROARISOA, R., 1986. Préalables à l'application de l'agroforesterie à Madagascar dans une région de feux de brousse, cas d'Ankazobe. Mémoire (ingénieur en sciences agronomiques). Antananarivo, Université de Madagascar (EESSA), 97 p.

- RASAMINDISA, A.M., 1983. Contribution à la connaissance de l'évolution des litières. Effets de trois types de litières sur deux substrats pédologiques. Mémoire (ingénieur en sciences agronomiques). Antananarivo, Université de Madagascar, 96 p.
- RASOARIMANANA, J., 1986. Essai de résolution du problème du Tavy par l'agroforesterie dans le firaisana de Beforona. Mémoire (ingénieur en sciences agronomiques). Antananarivo, Université de Madagascar, 141 p.
- ROCHE, P. ; DUBOIS, B., 1959. Mesures du ruissellement et de l'érosion réalisées à Madagascar. Mesures sur les sols à vocation agricole et pente inférieure à 12 %. Antananarivo, CIPT.
- SARRAILH, J.M., 1975. Parcelles élémentaires d'Ambatomainy et de Manankazo. Mise au point après la campagne 1974-1975. Antananarivo, FOFIFA-DRFP.
- SARRAILH, J.M., 1975. Compte rendu d'activité 1974. Antananarivo, FOFIFA-DRFP.
- SARRAILH, J.M., 1976. Compte rendu d'activité 1975. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 10 p.
- SARRAILH, J.M., 1977. Parcelles élémentaires d'Ambatomainy et de Manankazo. Mise au point après la campagne 1975-1976. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 25 p.
- SARRAILH, J.M., 1978. Compte rendu d'activité 1976. Antananarivo, FOFIFA-DRFP.
- SARRAILH, J.M., 1978. Compte rendu d'activité 1977. Antananarivo, FOFIFA/DRFP, 9 p.
- SARRAILH, J.M., 1979. Données climatologiques des stations du DRFP, années 1977-1978. Antananarivo, FOFIFA-DRFP.
- SARRAILH, J.M. ; RAKOTOMANANA, J.L., 1978. Bassins versants de Périnet. Résultats et interprétation de douze années d'études. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 21 p.
- SARRAILH, J.M. ; ROCHE, P., 1978. Résultats des expérimentations en bassins versants comparatifs et parcelles élémentaires concernant l'influence des couverts naturels mises en place par le CIPT à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA-DRFP.
- SOUCHIER, B., 1961. Pertes en éléments fertilisants correspondant à l'entraînement dans les eaux de ruissellement. Antananarivo, CIPT, 16 p.
- SOUGHIER, B., 1963. Parcelles de mesure du ruissellement et de l'érosion : résultats de 3 campagnes d'observations (1959-1962). Antananarivo, CIPT, 2 vol., 61 p.
- SOUCHIER, B., 1964. Mesures du ruissellement et de l'érosion à Nanisana. Mise au point 1964. Antananarivo, CIPT, 9 p.
- SOUCHIER, B. ; BAILLY, C., 1964. Premières observations sur les bassins versants de Manankazo. Antananarivo, CIPT, 26 p.
- SOUGHIER, B. ; BAILLY, C., 1964. Instructions pour la réalisation des mesures en parcelles élémentaires. Antananarivo, CIPT, 9 p.
- SOUGHIER, B. ; DELON, A., 1962. Etude des lois de l'écoulement et de l'érosion en fonction des couvertures végétales et des traitements pour la zone des hauts plateaux. Antananarivo, CIPT, 18 p.
- SOUCHIER, B. ; VERGNETTE, J. DE, 1964. Observations sur les bassins versants de Périnet. Antananarivo, CIPT, 28 p.
- SOUGHIER, B. ; VERGNETTE, J. DE ; BAILLY, C., 1964. Premières observations sur les grandes parcelles élémentaires de la vallée témoin au lac Alaotra. Antananarivo, CIPT, 12 p.
- VERBEQUE, B., 1979. Protocoles, parcelles élémentaires. Programme des cultures sur les bassins versants aménagés. Antananarivo, CIPT, 23 p.
- VERBEQUE, B., 1980. Données climatologiques des stations du DRFP. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 13 p.
- VERBEQUE, B. ; MALVOS, C., 1980. Résultats de sept années d'expériences en parcelles élémentaires sous différents pâturages à Manankazo. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 15 p.
- VERBEQUE, B. ; MALVOS, C., 1980. Résultats de sept années d'expériences en parcelles élémentaires sous différents pâturages à Ambatomainy. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 12 p.
- VERGNETTE, J. DE ; BAILLY, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE ; ROCHE, P., 1967. Influence du couvert naturel et de sa modification sur les ruissellements et les pertes en terre. Résultats obtenus par l'expérimentation en parcelles élémentaires à Madagascar. In : Colloque sur la fertilité des sols tropicaux, Antananarivo, 1967. Antananarivo, CIPT, 72 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 110).
- VERGNETTE, J. DE ; BAILLY, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE ; ROCHE, P., 1967. Note résumant les expérimentations réalisées à Madagascar sur le ruissellement et les pertes en terre en parcelles élémentaires. Rotations et pratiques culturales, n° 11. (Colloque sur la fertilité des sols tropicaux, Tananarive). Antananarivo, CIPT, 19 p.
- VERGNETTE, J. DE ; BAILLY, C. ; BENOIT DE COIGNAC, G. DE, 1969. Expérimentations en parcelles élémentaires de mesures du ruissellement et de l'érosion. Note sur l'influence des couvertures naturelles dans la zone des hauts plateaux. Antananarivo, CIPT, 132 p.

# Forêt naturelle

La forêt malgache se caractérise par l'extrême diversité et par la richesse de sa flore, singularisée d'ailleurs par un taux élevé d'endémisme.

Connaître cette forêt dans sa composition, assurer sa permanence et sa productivité, la protéger de l'utilisation trop intensive, grâce à une exploitation rationnelle et à une utilisation judicieuse et étendue de ses bois, tels sont les objectifs visés par la recherche.

De plus et, outre son rôle économique de fournisseur de produits (bois et produits divers), la forêt constitue un réservoir important de gènes et joue un rôle fondamental dans l'équilibre du milieu et par là dans la pérennité des facteurs naturels de production. Il suffit de rappeler le rôle reconnu de château d'eau joué par le manteau forestier.

Afin d'asseoir ce domaine forestier dont l'intérêt direct et indirect est primordial pour la survie de l'homme, il est nécessaire de bien connaître sa situation spatiale, son dynamisme et les modalités de sa régénération afin de pouvoir assurer sa pérennité tout en permettant de mieux satisfaire les besoins en bois de la collectivité.

La situation actuelle des forêts malgaches est caractérisée par une forte pression anthropique et si les derniers chiffres de 1960 faisaient apparaître un taux de boisement de 20 %, il n'est pas possible de dire

avec précision le niveau atteint à ce jour car les situations sont variables selon les diverses régions naturelles (le chiffre de 200 000 hectares de destruction annuelle est avancé pour une superficie totale de 2 millions d'hectares).

## Historique et étapes de la recherche

Les premières études sur la botanique forestière et la description des formations furent le fait d'éminents naturalistes depuis le XVIII<sup>e</sup> siècle (Flacourt, Commerson, Perrier de la Bathie, Humbert, Decary, etc.).

La création en 1948 de l'herbier forestier à la section de recherches de la direction des Eaux et Forêts, et l'affectation à ce poste d'un ingénieur forestier attiré par la floristique, fut le point de départ de recherches plus systématiques. Cette création coïncide d'ailleurs avec la période où le Muséum national d'histoire naturelle de Paris (P. Humbert) mit au programme de son laboratoire de phanérogamie l'étude de la flore malgache.

Avec la mise en place du CTFT, cet herbier devient la section botanique de la division forêts et bois du centre d'Antananarivo, créé en 1963, et qui assura les recherches jusqu'en 1974.

À la mort de R. Capuron en 1971, et jusqu'à sa relève au sein du FOIFIA par un chercheur malgache, les activités de recherche en matière de botanique furent mises en veilleuse. Il n'empêche que durant toute cette période, et grâce à l'effort des agents du service forestier et à l'appui du Muséum national d'histoire naturelle, de nombreux échantillons furent récoltés et un herbier de grande valeur constitué.

Vers les années 50, les premiers travaux d'enrichissement ou de restauration des forêts naturelles après exploitation furent entrepris. Ces travaux devaient être renforcés par ceux du projet « Inventaire et mise en valeur de certains périmètres forestiers » du PNUD/FAO, puis par ceux du Centre de formation professionnelle (CNFP) de Morondava pour la forêt sèche de l'Ouest.

Parallèlement à ces études sylvicoles, l'étude des propriétés des bois malgaches prenait de l'importance avec la création de la division technologie du CTFT-Madagascar en 1963.

# Résultats acquis

## Connaissance de la forêt

La connaissance botanique des composantes floristiques de la forêt naturelle est indispensable à toute étude de cet écosystème. Elle sert de support aussi bien aux recherches visant à connaître le dynamisme, la régénération, la sylviculture qu'aux recherches technologiques visant à améliorer l'utilisation des produits de la forêt. Elle est également importante pour toute autre étude scientifique.

Avec l'appui du service forestier, un herbier comprenant près de 40 000 numéros (2 800 espèces - 650 genres) a été constitué à Ambatobe, les doubles des échantillons étant généralement déposés dans le laboratoire de phanérogamie du Muséum national d'histoire naturelle à Paris. L'étude de tout le matériel n'est sans doute pas encore réalisée, mais déjà, de nombreuses découvertes ont enrichi la botanique malgache (une nouvelle famille des diegodendracées, un certain nombre de genres nouveaux). En dehors des articles scientifiques sur certains genres ou familles (notamment les *Dalbergia*), il faut noter la réalisation, en cours, du catalogue des noms vernaculaires des essences de la forêt malgache.

## Phénologie et sylviculture

Des observations phénologiques indispensables à la sylviculture ont été réalisées, notamment dans la forêt de l'Est, dans la forêt de l'Ouest (Morondava) et dans celle du Sud-Est. Environ 45 essences ont été étudiées. La germination d'une quarantaine d'espèces a été étudiée et 21 de celles-ci ont fait l'objet d'établissement de fiches techniques de germination.

Des essais d'enrichissement dans le but d'augmenter ou de conserver la productivité en bois ont été entrepris dans la forêt de l'Est (côte et mi-falaises), forêt de l'Ouest (Antsohihy - Morondava)\* et dans la forêt xérophyte du Sud (bush d'Ambovombe).

Les méthodes testées (layons, bandes, placeaux denses) avec différentes espèces (exotiques ou autochtones) ont donné des résultats plutôt

---

\* Etudes menées par le CFPF.

médiocres malgré quelques succès obtenus avec des essences à croissance rapide comme okoumé, *Limba*, *Khaya*, *Cedrela*, *Gmelina*. D'une façon générale, ces méthodes se révèlent coûteuses en installations et en entretien, et peu envisageables au plan économique.

La croissance et la régénération de certaines essences autochtones ont été observées et l'on peut citer :

- celles à croissance acceptable, comme le ramy (*Canarium*), l'arofy (*Commiphora*), le hazomena (*Khaya*), le sarongaza (*Dalmanea*), le farafatsa (*Givotta*), le vory (*Alseodaphne*) ;

- celles de régénération naturelle facile, comme le hintsy (*Hintsia*), le vory (*Alseodaphne*), le fahavalonkazo (*Zanthoxylon*), le molanga (*Croton monge*), le farafatsa (*Givotta*).

Enfin la croissance *in situ* du fantioloura *Alluaudia procera*, qui peut aussi se multiplier par bouture, a été étudiée en peuplement sur différents types de sol [alluvion, sable roux (dans l'Androy sédimentaire) et sol caillouteux (dans l'Androy cristallin)].

## Technologie

Il s'agit là de recherches dont le but est la caractérisation des produits de la forêt malgache afin d'en assurer l'exploitation et l'utilisation rationnelle.

Ces recherches concernent la forêt de l'Est, de l'Ouest, du Sud et du Nord, à différents degrés.

Les principaux résultats ont été obtenus depuis 1981.

### Caractérisation des bois

• L'étude des propriétés physiques et mécaniques, qui est fondamentale pour caractériser les produits et leur utilisation, a porté sur 200 espèces appartenant à 70 genres et 50 familles. De 1961 à 1973, aussi bien dans le laboratoire d'Ambarobe que dans celui du CTFT-Nogent, plus de 1 000 essais ont été réalisés sur des bois malgaches.

Les essais technologiques sont normalisés et intéressent les caractéristiques ci-après : dureté - poids spécifique - densité basale - hygroscopticité à l'air - humidité - point de saturation - retractsibilités volumétrique et linéaire - résistance au fendage, à la traction perpendiculaire, au cisaillement, en compression et en flexion statique - module d'élasticité et résistance aux chocs.

Ils ont été réalisés à partir d'éprouvettes tirées d'arbres selon un

échantillonnage rigoureux. Les variabilités (inter et intra-arbres, inter et intra-spécifiques) des caractéristiques obtenues sont également étudiées.

Les résultats obtenus ont été publiés entre 1966 et 1984 (dix publications).

La méthodologie originale de dépouillement, mise au point pour les bois malgaches a fait l'objet de publications de portée dépassant l'échelon national et est utilisable sur un plan très général.

- L'étude de la durabilité a été effectuée au travers d'essais en laboratoire et des essais en champs.

Les essais de durabilité naturelle en laboratoire, effectués sur éprouvettes normalisées, concernent la résistance aux champignons, agents de pourriture molle et de pourriture fibreuse.

Les essais en champs, effectués sur éprouvettes normalisées mais également sur bois ronds (piquets et poteaux) et sur madriers, ont été conduits dans la nature, en vraie grandeur, au contact des agents naturels d'agression, dans plusieurs sites géographiques où l'on a aménagé des «pourrissoirs».

Ont été menés également dans plusieurs stations sur les côtes de Madagascar des essais de résistance aux xylophages marins ayant pour but de définir les possibilités d'utilisation des bois pour la construction des bateaux, des embarcations ou des ouvrages portuaires.

Plus de cent espèces de bois dont la durabilité a été étudiée depuis vingt ans ont fait l'objet de diverses publications mentionnant la liste non exhaustive des bois très, moyennement ou peu durables.

### **Etude du séchage**

Une part notable des échecs subis par les utilisateurs étant imputable à des défauts de séchage, la nécessité de se préoccuper de ces problèmes a été appréhendée dès le début des recherches.

Les pratiques locales portant beaucoup plus sur le séchage naturel à l'air que sur des techniques plus élaborées, c'est ce mode de séchage qui a été étudié en premier et de façon plus approfondie ; l'étude du séchage amélioré en cellule solaire est venue un peu plus tard.

On a procédé dès 1961 à la mise en observation de piles de séchage expérimentales de planches et madriers de diverses essences, sur des sites de conditions climatiques différentes, et à des essais de séchage à l'air de poteaux téléphoniques.

Les résultats de ces études, en particulier l'équilibre hygroscopique

atteint naturellement par le bois en fonction des sites climatiques, ont été publiés.

Par ailleurs, le séchage en cellule solaire, avec un modèle de séchoir rustique à ventilation forcée, a été expérimenté, la fiabilité du dispositif a été vérifiée, et les premiers résultats se sont avérés encourageants.

### **Etude de préservation**

Dans des conditions d'environnement agressif (insectes et pourritures), les bois ne peuvent être utilisés (sauf durabilité naturelle exceptionnelle) que s'ils ont été traités efficacement par un produit de préservation chimique.

Les recherches ont porté essentiellement sur des moyens de traitement rustiques, faciles à mettre en oeuvre et à vulgariser, tout en restant suffisamment efficaces.

Un certain nombre de procédés de traitement ont été expérimentés.

Le procédé «Boucherie» a été largement testé. Il s'agit d'un réservoir surélevé contenant un produit de préservation soluble dans l'eau, un simple tuyau et un joint étanche fixé sur la tranche d'un poteau frais d'abattage permettent au produit de pénétrer tout au long du poteau).

Au cours de nombreux essais, on a fait varier : les essences (plus d'une centaine), les caractéristiques géométriques (poteaux de ligne, le plus souvent de différentes longueurs mais également perches), le type de produit (diverses formules commerciales) ; on a également étudié la mise au point du joint d'étanchéité, l'influence du temps écoulé entre l'abattage et le début du traitement, l'influence des saisons de traitement ou encore la technique elle-même (application alternative du produit de chaque côté du poteau).

Le trempage en cuves chaude et froide permet d'appliquer des produits huileux du type créosote, très efficaces pour la protection des traverses de chemins de fer et des poteaux de ligne. Ce procédé a, lui aussi, fait l'objet de nombreuses expérimentations, les variables affectant les produits de traitement, les essences, la technologie (association du procédé «Boucherie» et du trempage).

La protection de débits fraîchement sciés par «trempage rapide et diffusion» consiste en un trempage à froid, de quelques secondes, de planches à la tombée de la scie ; il permet d'utiliser les bois blancs ayant de bonnes qualités de menuiserie, mais délaissées à cause de leur dégradation biologique trop rapide.

### **Autres études**

En parcourant la bibliographie, on prendra connaissance du grand

nombre d'études particulières et d'essais spéciaux qui ont été réalisés pour répondre à des questions technico-économiques précises, de plus ou moins grande envergure. Ainsi, les exemples vont de l'étude qualitative et quantitative du marché local et de son aptitude à la fabrication d'emballages, de coffrages, traverses, supports de lignes, papeterie, etc., aux essais mécaniques en vraie grandeur de pièces de charpente en passant par la fabrication expérimentale de panneaux lattés.

En outre, la construction représentant une des utilisations les plus importantes du bois, de gros efforts ont porté sur les démonstrations des possibilités des bois malgaches dans l'amélioration de l'habitat et dans le développement des bâtiments de service. On dispose ainsi de plans et de notices pour la fabrication de maisons en bois, abris démontables, hangars, charpentes lamellées-collées, cases démontables, cages, serres, etc.

Enfin, parallèlement à l'installation d'une scie à grumes permettant les essais et les démonstrations utiles aux professionnels, une longue étude a concerné l'exploitation forestière et la scierie ; toutes les entreprises de transformation du bois existant en 1961, essentiellement exploitations forestières et scieries, ont été suivies dès cette date, et leur matériel et leur fonctionnement analysés périodiquement. Ce suivi a permis des évaluations, des productions, des rendements, des superficies boisés, etc., au niveau du pays dans son ensemble.

## **Utilisation des résultats et perspectives**

- L'utilisation des résultats obtenus par la recherche est variable selon les thèmes.

Dans le domaine de la connaissance de la forêt et de la sylviculture, il faut bien préciser que la détermination botanique est indispensable à toute recherche ou étude concernant la sylviculture ou la technologie. L'herbier d'Ambatobe sert de référence et est par ailleurs utilisé par d'autres scientifiques. Il constitue un outil scientifique important mais on doit dire que toutes les familles d'arbres recensées dans cet herbier avant 1960 ont été étudiées sur un matériel insuffisant et qu'elles sont à reprendre.

En ce qui concerne les résultats de la sylviculture, ceux-ci n'ont été que très peu utilisés. Dans le domaine de la technologie, la caractérisation des bois de la forêt malgache a été très utile pour les professionnels grâce à la diffusion du document de référence *Bois et Essences malgaches*. Les résultats de la recherche concernant la préservation, le séchage et l'emploi du bois ont permis entre autres l'utilisation des bois pour les poteaux de ligne (JIRAMA), l'amélioration des conditions de séchage des bois pour les artisans, le démarrage d'une utilisation du vory (*Graveana*) pour la fabrication de crayons et la production d'une petite quantité de placages du hazomena (*Khaya, Cedrela*).

En ce qui concerne le programme futur à développer, on peut indiquer les priorités adoptées.

- Poursuite des travaux de connaissance des espèces en botanique forestière, en germination des graines, et dans la caractérisation des bois de la forêt naturelle par étude des propriétés physiques et mécaniques.
- Connaissance des formations naturelles, évaluation de leur potentiel de ressources en liaison avec les projets intéressant l'environnement.
- Poursuite des recherches sur les essences autochtones de valeur susceptibles d'être utilisées en plantation.
- Vulgarisation et diffusion des résultats déjà acquis, dans le domaine de l'utilisation, de la transformation et de l'emploi des bois de forêts. Poursuite des recherches visant à améliorer les procédés de transformation et la qualification des produits.
- Démarrage de recherches (longues et coûteuses, mais fondamentales pour la conservation de l'écosystème forestier tropical humide) sur l'étude de la productivité et de la régénération des forêts naturelles.

## Références bibliographiques

- ANDRIANJIRINA, G., 1974. Note sur la conduite en pépinière de plants d'essence de la forêt naturelle (côte est) et les possibilités de les utiliser en sylviculture. [s.l.], [s.n.], 5 p.
- ANDRIANJIRINA, G., 1974. Notes et réflexions sur les problèmes forestiers de la province de Tamatave. Antananarivo, FOFIFA, 6 p.
- ANDRIANJIRINA, G., 1976. Note sur le bouturage de l'arofy (*Commiphora - Burseracées*). Antananarivo, FOFIFA, 7 p.
- ANDRIANJIRINA, G., 1978. Contribution à l'étude de la sylviculture du ramy (*Canarium* sp). Document FOFIFA-DRFP n° 424, 13 p.
- ANDRIANJIRINA, G., 1978. Contribution à l'étude de la régénération du Fantsilotra (*Allandia procera*). Document FOFIFA-DRFP n° 425, 10 p.
- ANDRIANJIRINA, G., 1979. Premières notes de synthèse sur l'essai de densité de plantation de molanga (*Croton monge*) à Sandrangato-Kianjasoa. Antananarivo, FOFIFA, 14 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 442).
- ANDRIANJIRINA, G., 1985. Potentiel malgache exploitable dans le cadre du tourisme scientifique (Filière eaux et forêts). Antananarivo, FOFIFA, 9 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 547).
- ANDRIANJIRINA, G. ; RABVOHITRA, R. ; RAKOTOVAO, G., 1985. Contribution de la recherche à l'élaboration des textes régissant l'exploitation forestière à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA, 7 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 549).
- BAILLY, C., 1980. Eléments pour la programmation des recherches au Département de recherches forestières du FOFIFA : sylviculture, conservation du sol, technologie. Paris, CIRAD, 15 p.
- BAILLY, C., 1987. Bilan de la recherche forestière effectuée à Madagascar avant 1974. Paris, CIRAD, 60 p.
- BEDEL, J., 1972. Recommandations en vue du traitement préventif des bois de construction contre les altérations biologiques : note pour la préparation d'une norme. Antananarivo, FOFIFA, 24 p.
- BEDEL, J., 1974. Détermination des contraintes admissibles pour bois tropicaux : note technique pour la préparation d'une norme. Antananarivo, CTFT, 17 p. (Document CTFT n° 234).
- BEDEL, J., 1974. Résultats d'essais biologiques effectués à Madagascar de 1970 à 1973. Antananarivo, CTFT, note technique n° 53, 15 p.
- BEDEL, J. ; RAKOTOVAO, G., 1973. Compte rendu d'une expérience de séchage en séchoir solaire. Antananarivo, CTFT, 20 p. (Document CTFT n° 306).
- BEDEL, J. ; RAKOTOVAO, G. ; THIEL, J., 1975. Expérience de préservation de perches et piquets à usage rural en République malgache : communication à la session de l'IUFRO (Abidjan 17 - 23 février 1975). Division 5, groupe Protection des bois. In : Session de l'IUFRO, Abidjan, 17-23 février 1975. Antananarivo, FOFIFA.
- BEDEL, J. ; THIEL, J., 1972. Cellules d'habitation démontable à structure bois. Antananarivo, CTFT, 24 p. (Note technique CTFT n° 37 ; 232).
- BEDEL, J. ; THIEL, J., 1972. Propriétés des bois récoltés à Morondava. Antananarivo, CTFT, 18 p. (Note technique CTFT n° 37).
- BEDEL, J. ; THIEL, J., 1972. Caractéristiques technologiques de quelques bois récoltés en 1972-1973. Antananarivo, CTFT, 48 p. (Note technique CTFT n° 52 ; 342).
- BEDEL, J. ; THIEL, J., 1973. Propriétés des bois récoltés en 1970-1971. Antananarivo, CTFT, 26 p. (Note technique CTFT n° 39 ; 268).
- BEDEL, J. ; THIEL, J., 1974. Bois et essences malgaches. 2<sup>e</sup> supplément. Antananarivo, CTFT, 125 p. (Document CTFT n° 350).
- BONNIN, A., 1966. Rendement matière en exploitation et scierie. Antananarivo, CTFT, 192 p. (Document CTFT n° 86).
- BONNIN, A., 1966. Marché de détail du bois à Tananarive. Antananarivo, CTFT.
- CAILLIEZ, F. ; GUENEAU, P., 1972. Analyse en composantes principales des propriétés technologiques des bois malgaches. Bois et Forêts des Tropiques (2), 51 p.
- CAPURON, R., 1952. Identité des genres *Nesogordonia* H. et Bn. et *Cistanthera* K. Schum. et description de deux espèces nouvelles de Madagascar. Notulae Systematicae, 14 (4), p. 258-263.

- CAPURON, R., 1953. Compte rendu d'une tournée dans les forêts du Nord de Madagascar avec le professeur Humbert. *Notulae Systematicae* (30), p. 27-35.
- CAPURON, R., 1957. Essai d'introduction à l'étude de la flore forestière de Madagascar. Antananarivo, inspection générale des eaux et forêts. Section de recherche.
- CAPURON, R., 1960. Contribution à l'étude de la flore forestière de Madagascar. I : 1. Identité du genre *Leiochusia* H. Bn. ; 2. Sur deux plantes rapportées à tort à la famille des Sapindacées; 3. Observations sur les Icacinacées ; 4. Un baobab nouveau du Nord de Madagascar *Adansonia perrieri* ; 5. Trois Bignoniacées nouvelles ; 6. Un *Bumelia* nouveau. *Notulae Systematicae*, 16 (1-2), p. 60-80.
- CAPURON, R., 1960. Contribution à l'étude de la flore forestière de Madagascar. II : Observations sur les Rhizophoracées. Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar. Série B, 10 (2), p. 145-158.
- CAPURON, R., 1961. Contribution à l'étude de la flore forestière de Madagascar. III : Sur quelques plantes ayant contribué au peuplement de Madagascar. A. Rutacées nouvelles ; B. Notes sur les Simarubacées. *Adansonia*. Série 2, 1 (1), p. 65-92.
- CAPURON, R., 1962. Contribution à l'étude de la flore forestière de Madagascar : IV : *Tsebona* genre nouveau de Sapotacées ; V : Synonymie et combinaisons nouvelles concernant la flore de Madagascar. *Adansonia*, Série 2, 1 (1), p. 122-128.
- CAPURON, R., 1962. Révision des Rhopalocarpacees. *Adansonia*. Série 2, 2 (2), p. 228-267.
- CAPURON, R., 1962. Contributions à l'étude de la flore forestière de Madagascar. VI : 1. Présence du genre *Beswellia* à Madagascar ; 2. *Commiphora* nouveau du sud de Madagascar. VII : Présence à Madagascar du genre *Alangium* et description d'une nouvelle espèce. *Adansonia*, Série 2, 2 (2), p. 268-284.
- CAPURON, R., 1963. Révision des Tiliacées de Madagascar et des Comores. Première partie. *Adansonia*. Série 2, 3 (1), p. 91-129.
- CAPURON, R., 1963. Contributions à l'étude de la flore forestière de Madagascar. VIII : Notes sur les Turnéracées de Madagascar. *Adansonia*. Série 2, 3 (1), p. 130-141.
- CAPURON, R., 1963. Contributions à l'étude de la flore forestière de Madagascar. XI : Présence à Madagascar d'un représentant du genre *Macadamia* F.V.M. (Protéacées). XII : Présence à Madagascar d'un nouveau représentant (*Bubbia perrieri* R. Capuron) de la famille des Winteracées. XIII : Deuxième note sur le *Selechbanteria thouarsiana* Baillon. XIV : Le genre *Artisia* Swartz (Myrsinacées) à Madagascar. XV : *Diegodendraceae* Capuron, gen. nov., type de la nouvelle famille des *Diegodendraceae* (*Ochnales* sensu Hutchinson). XVI : Deux nouveaux *Schizolaena* Dupetit-Thouars (Sarcoléanacées). *Adansonia*. Série 2, 3 (3), p. 370-400.
- CAPURON, R., 1963. Rhopalocarpacees. In : Flore de Madagascar et des Comores. 127<sup>e</sup> famille, HUMBERT H. Nogent-sur-Marne, CTFT, 42 p.
- CAPURON, R., 1964. Note sur deux *Grewia* africains. *Adansonia*. Série 2, 4 (2), p. 99-100.
- CAPURON, R., 1964. Révision des Tiliacées de Madagascar et des Comores (suite) : les *Grewia* de la section *axillares* Burret. *Adansonia*. Série 2, 4 (2), p. 269-300.
- CAPURON, R., 1965. Une Irvingiacée malgache. *Adansonia*, Série 2, 5 (2), p. 213-216.
- CAPURON, R., 1965. Un représentant malgache du genre *Dapania* Korth (Lépidobotryacées). *Adansonia*. Série 2, 5 (2), p. 217-220.
- CAPURON, R., 1965. Description des fruits de *Diegodendron humberitii* Capuron (Diegodendracées). *Adansonia*. Série 2, 5 (4), p. 503-505.
- CAPURON, R., 1965. Les Ramnacées arborescentes et arbustives de Madagascar. In : Matériaux pour l'étude de la flore forestière de Madagascar. Antananarivo, CTFT, 51 p.
- CAPURON, R., 1966. Notes sur quelques Ramnacées arbustives ou arborescentes de Madagascar. *Adansonia*. Série 2, 6 (1), p. 117-141.
- CAPURON, R., 1966. *Hazomalania* Capuron, nouveau genre malgache de la famille des Hernandiacees. *Adansonia*. Série 2, 6 (3), p. 375-384.
- CAPURON, R., 1966. Rapport succinct sur la végétation et la flore de l'île Europa. Mém. Mus. Nat. Hist. Nat. Nouvelle série, Série A, Zoologie, 41 (fasc. unique), p. 19-21.
- CAPURON, R., 1966. *Vivaona* (*Dilobeia thouarsii*). In : Vingt fiches botaniques, [s.l.], [s.n.], 7 p.
- CAPURON, R., 1966. Rara (*Haematodendron thouarsii*). In : Vingt fiches botaniques, [s.l.], [s.n.], 5 p.
- CAPURON, R., 1966. *Hazomalany* (*Hazomalania voyronii*). In : Vingt fiches botaniques, [s.l.], [s.n.], 1 p.
- CAPURON, R., 1966. *Mafay* (*Gyrocarpus americanaus*). In : Vingt fiches botaniques, [s.l.], [s.n.], 6 p.

- CAPURON, R., 1966. Tamenaka (*Hirtella tamenaka*). In : Vingt fiches botaniques, [s.l.], [s.n.], 5 p.
- CAPURON, R., 1966. Mantoara (*Adenantha zeylanica*). In : Vingt fiches botaniques, [s.l.], [s.n.], 6 p.
- CAPURON, R., 1966. Komanga (*Erythrophloeum coumingii*). In : Vingt fiches botaniques, [s.l.], [s.n.], 5 p.
- CAPURON, R., 1966. Zana (*Dialium madagascariense*, *D. unifoliolatum*). In : Vingt fiches botaniques, [s.l.], [s.n.], 6 p.
- CAPURON, R., 1966. Gavoala (*Neobeguea ankaranensis*). In : Vingt fiches botaniques, [s.l.], [s.n.], 7 p.
- CAPURON, R., 1966. Mandravoky (*Anthostema madagascariensis*). In : Vingt fiches botaniques, [s.l.], [s.n.], 6 p.
- CAPURON, R., 1966. Arina (*Bridelia tulasneana*). In : Vingt fiches botaniques, [s.l.], [s.n.], 5 p.
- CAPURON, R., 1966. Farafates (*Givotia madagascariensis*). In : Vingt fiches botaniques, [s.l.], [s.n.], 5 p.
- CAPURON, R., 1966. Hazondrano (*Ilex mitis*). In : Vingt fiches botaniques, [s.l.], [s.n.], 5 p.
- CAPURON, R., 1966. Voanana (*Slonea rhodanta*). In : Vingt fiches botaniques, [s.l.], [s.n.], 6 p.
- CAPURON, R., 1966. Tafanala (*Terminalia tetrandia*). In : Vingt fiches botaniques, [s.l.], [s.n.], 5 p.
- CAPURON, R., 1966. Rotra (*Syzygium guineense*). In : Vingt fiches botaniques, [s.l.], [s.n.], 6 p.
- CAPURON, R., 1966. Famelona (*Gambeya bolviniana*). In : Vingt fiches botaniques, [s.l.], [s.n.], 6 p.
- CAPURON, R., 1966. Sohivy ou Soaravina (*Adina microcephala*). In : Vingt fiches botaniques, [s.l.], [s.n.], 5 p.
- CAPURON, R., 1966. Molompangady (*Neonauclea foveolata*). In : Vingt fiches botaniques, [s.l.], [s.n.], 5 p.
- CAPURON, R., 1967. Deux *Caesalpinia* nouveaux pour Madagascar. Adansonia. Série 2, 7 (2), p. 199-205.
- CAPURON, R., 1967. Nouvelles observations sur les Rutacées de Madagascar : 1. Un nouveau *Chloroxylon* ; 2. Localités nouvelles et observations sur les *Fagaropsis* ; 3. Une nouvelle espèce d'*Evodia* ; 4. Notes complémentaires sur le genre *Ipodea* et description de trois espèces et d'une variété nouvelle. Adansonia. Série 2, 7 (4), p. 47-500.
- CAPURON, R., 1967. Les Combrétacées arbustives ou arborescentes de Madagascar : Matériaux pour l'étude de la flore forestière de Madagascar. [s.l.], [s.n.], 110 p.
- CAPURON, R., 1968. Contributions à l'étude de la flore forestière de Madagascar : Un *Thespesia* nouveau de Madagascar (Malvacées). Adansonia. Série 2, 8 (1), p. 5-9.
- CAPURON, R., 1968. Contributions à l'étude de la flore forestière de Madagascar : Réduction du genre *Aprevalia* Baillon au rang de section du genre *Delonix* Raf. et description d'une espèce nouvelle (*Leg. cesalp.*). Adansonia. Série 2, 8 (1), p. 11-16.
- CAPURON, R., 1968. Contributions à l'étude de la flore forestière de Madagascar : A. Notes sur quelques Cassiées malgaches (première partie). Adansonia. Série 2, 8 (1), p. 17-37.
- CAPURON, R., 1968. Les Oléacées, Opiliacées et Santalacées arbustives ou arborescentes de Madagascar : matériaux pour l'étude de la flore forestière de Madagascar. [s.l.], [s.n.], 70 p.
- CAPURON, R., 1968. Vory ou Somely (*Allanathus greveanus*) : Etude sur les essences forestières de Madagascar. [s.l.], [s.n.], 9 p.
- CAPURON, R., 1968. Contribution à l'étude de la flore forestière de Madagascar : A. Notes sur quelques Cassiées malgaches (deuxième partie); B. Les Swartziées de Madagascar. Adansonia. Série 2, 8 (2), p. 199-222.
- CAPURON, R., 1968. Sur le genre *Physena* Noronh. ex Thouars. Adansonia. Série 2, 8 (3), p. 359-363.
- CAPURON, R., 1968. Sur les *Protium* (Burseracées) de Madagascar. Adansonia. Série 2, 8 (3), p. 359-363.
- CAPURON, R., 1968. Sur les *Prockiopsis bildebrandtii* Baillon (Flacourtiacées). Adansonia. Série 2, 8 (3), p. 365-366.
- CAPURON, R., 1968. Proposition sur la conservation de *Bosqueia* Thouars ex Baillon (1863) à l'encontre de *Trilepisium* Thouars (1806). Taxon, 17 (6), p. 731-732.
- CAPURON, R., 1969. A propos des Rubiacées-Vanguériées de Madagascar. Adansonia. Série 2, 9 (1), p. 47-55.
- CAPURON, R., 1969. Contribution à l'étude de la flore forestière de Madagascar : Sur la place du genre *Kaliphora* Kook. Adansonia. Série 2, 9 (3), p. 395-397.
- CAPURON, R., 1969. Observations sur le *Grevea madagascariensis* Baillon. Adansonia. Série 2, 9 (4), p. 511-514.
- CAPURON, R., 1969. Révision des Sapindacées de Madagascar et des Comores. Mém. Mus. Nat. Hist. Nat. Nouvelle série, série B. Botanique (19), 189 p.
- CAPURON, R., 1970. Révision sur les Sarcolaenacées. Adansonia. Série 2, 10 (2), p. 247-265.
- CAPURON, R., 1970. Deux nouvelles Bignoniacées : A. Une Crescentiée à fleurs régulières : *Rhodocolea perrieri*

- Capuron ; B. *Phyllanthon cauliflorum* Capuron. *Adansonia*. Série 2, 10 (4), p. 501-506.
- CAPURON, R., 1970. Notes sur les Icacinacées : A. Réhabilitation de l'*Apodyte thouvettii* Danguy ; B. Un représentant malgache du genre *Raphiostylis* Planch ex Benth. *Adansonia*. Série 2, 10 (4), p. 507-510.
- CAPURON, R., 1970. Le genre *Albizia* Duraz (Légumineuses-Mimosoïdées). In : Matériaux pour l'étude de la flore forestière de Madagascar. Antananarivo, CIPT, 145 p.
- CAPURON, R., 1970. Contribution à l'étude de la flore forestière de Madagascar : Notes sur le genre *Terminalia* L. [s.l.], [s.n.].
- CAPURON, R., 1970. Révision des genres de Rubiacées de Madagascar et des Comores : Fiches botaniques de quelques essences forestières de Madagascar (Impression des notes botaniques multicoopiées). [s.l.], [s.n.].
- CAPURON, R., 1970. Contribution à l'étude de la flore forestière de Madagascar : *Haematodendron*, genre nouveau de *Myrsinaceae*. [s.l.], [s.n.].
- CAPURON, R., 1970. Contribution à l'étude de la flore forestière de Madagascar : *Parapaniadenia*, genre nouveau d'*Euphorbiaceae*, présence du genre *Chaetocarpus* à Madagascar. [s.l.], [s.n.].
- CAPURON, R., 1970. Contribution à l'étude de la flore forestière de Madagascar : Espèces nouvelles du genre *Foetidia* (*Lecythydiaceae*). [s.l.], [s.n.].
- CAPURON, R., 1970. Contribution à l'étude de la flore forestière de Madagascar : Les Borraginacées arbustives ou arborescentes. [s.l.], [s.n.].
- CAPURON, R., 1970. Contribution à l'étude de la flore forestière de Madagascar : Sur l'identité du *Cephalanthus chinensis* Lamk. [s.l.], [s.n.].
- CAPURON, R., 1971. Contribution à l'étude de la flore forestière de Madagascar : Notes sur les *Albizia* Duraz (Légumineuses Mimosoïdées). *Adansonia*. Série 2, 11 (2), p. 357-382.
- CAPURON, R., 1971. Travail de mise au point botanique sur les lettres de Chapellier. Bulletin de l'Académie Malgache.
- CAPURON, R., 1971. Myoporacée, famille nouvelle pour Madagascar. *Adansonia*. Série 2, 12 (1).
- CAPURON, R., 1971. Note sur les Verbénacées de Madagascar : A. Espèces nouvelles des genres *Clerodendrum*, *Premna* et *Vitex* ; B. Sur l'identité du *Holmskioldia aungustifolia* Moldenk. *Adansonia*. Série 2, 12 (1).
- CAPURON, R. ; HUMBERT, H., 1954. Découverte d'une *Chloranthaceae* à Madagascar *Ascarinopsis coursii*, gen. nov., sp. nov. Comptes rendus de l'Académie des Sciences (240), 28 p.
- CHAMPSOLOIX, R., 1961. La foresterie en savane à Madagascar. Antananarivo, CIPT, 44 p. (Document CIPT n° 116).
- CIRAD-CIPT, 1966. Bois et essences malgaches. Antananarivo, CIPT.
- CIRAD-CIPT, 1966. Propriétés des bois étudiés en 1965. Antananarivo, CIPT, 30 p. (Note technique CIPT n° 13).
- CIRAD-CIPT, 1966. Conservation des grumes de Tavelo en forêt. Antananarivo, CIPT, 9 p. (Note technique CIPT n° 1).
- CIRAD-CIPT, 1966. Rapport de mission US-Australie. Antananarivo, CIPT.
- CIRAD-CIPT, 1966. Etude d'un échantillonnage de bambous malgaches. Antananarivo, CIPT.
- CIRAD-CIPT, 1967. Propriétés des bois étudiés en 1966. Antananarivo, CIPT, 27 p. (Note technique CIPT n° 21).
- CIRAD-CIPT, 1967. Exploitations et industries du bois à Madagascar (Convention 30/Madagascar). Antananarivo, CIPT.
- CIRAD-CIPT, 1967. Améliorations élémentaires d'habitat rural au lac Alaotra. Antananarivo, CIPT.
- CIRAD-CIPT, 1967. Réalisation d'un modèle de presse à fruits en bois. Antananarivo, CIPT.
- CIRAD-CIPT, 1967. Principaux caractères de structure des bois à traverses de Madagascar. Nogent-sur-Maine, CIPT.
- CIRAD-CIPT, 1967. Echantillonnage pour essais technologiques. Antananarivo, CIPT (Note technique CIPT n° 15).
- CIRAD-CIPT, 1968. Emploi du bois dans la construction au Lac Alaotra. Antananarivo, CIPT.
- CIRAD-CIPT, 1968. Propriétés des bois étudiés en 1967. Antananarivo, CIPT, 46 p. (Note technique CIPT n° 27).
- CIRAD-CIPT, 1968. Contribution à l'étude des propriétés technologiques des *Canarium* malgaches. Antananarivo, CIPT (Note technique CIPT n° 28).
- CIRAD-CIPT, 1968. Traverses en bois à Madagascar (Convention 35/Madagascar). [s.l.], [s.n.], 46 p.
- CIRAD-CIPT, 1969. Constructions en bois à Madagascar. Bois et Forêts des Tropiques (123), p. 46.
- CIRAD-CIPT, 1969. Une expérience de séchage solaire du bois. Antananarivo, CIPT, 17 p. (Note technique CIPT n° 31).

- CIRAD-CITFT, 1970. Essai de sciage sur Grand Natte et Petit Natte de la Réunion. [s.l.], [s.n.].
- CIRAD-CITFT, 1970. Une expérience de séchage solaire du bois. Bois et Forêts des Tropiques (133), 39 p.
- CIRAD-CITFT, 1970. Table d'utilisation de quelques bois malgaches en charpente. Antananarivo, CITFT, 12 p.
- CIRAD-CITFT, 1971. Bois de Madagascar : Possibilité d'emploi. Antananarivo, CITFT, 74 p.
- CIRAD-CITFT, 1971. Recherche sur les bois de Madagascar. Terre Malgache (9), 15 p.
- CIRAD-CITFT, 1971. Résistance naturelle des bois aux xylophages aquatiques sur le littoral malgache. Antananarivo, CITFT, 26 p. (Note technique CITFT n° 33 bis).
- FOFIFA (CENRADERU), 1975. Programmes de recherche 1976-1980. Antananarivo, FOFIFA, 45 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 393).
- FOFIFA (CENRADERU), 1985. Rapport sur la visite effectuée du 26 février au 1<sup>er</sup> mars 1985 au CFPF de Morondava par une mission du DRFP. Antananarivo, FOFIFA, 8 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 542).
- FOFIFA (CENRADERU), 1987. Bilan de dix ans de recherche du Département de la recherche forestière et piscicole, 1975-1985. Antananarivo, FOFIFA, 23 p.
- GACHET G., 1961. Enrichissement en essences de valeur des forêts de la côte est. Antananarivo, CITFT, 30 p. (Document CITFT n° 12B).
- GACHET G., 1965. Note sur les essais de plantations d'essences autochtones à Andrambovato. Antananarivo, CITFT, 12 p. (Document CITFT n° 34).
- GACHET G., 1965. Dispositif d'étude du Fantsilotra dans la région d'Amboasary. Antananarivo, CITFT, 30 p. (Note technique CITFT n° 18).
- GACHET G., 1966. Etude de la croissance et de la régénération du ramy dans l'Ouest de Madagascar. Antananarivo, CITFT.
- GACHET G., 1966. Essai d'enrichissement en ramy dans la forêt de Périnet. Antananarivo, CITFT, 6 p. (Document CITFT n° 40).
- GACHET G., 1967. Etude de la croissance et de la régénération du Fantsilotra : 2<sup>e</sup> campagne. Antananarivo, CITFT, 35 p. (Note technique CITFT n° 40).
- GACHET G., 1971. Premiers résultats d'une période d'observations phénologiques à Foulpointe. Antananarivo, CITFT, 46 p. (Note technique - CITFT ; Document CITFT n° 50 ; 195A).
- GUENEAU, G., 1964. Essais de traitements de protection des bois ronds à Madagascar. Bois et Forêts des Tropiques (93).
- GUENEAU, P., 1963. Note technique sur la protection contre les insectes et les champignons. Antananarivo, CITFT, 18 p.
- GUENEAU, P., 1963. Le séchage à l'air. Antananarivo, CITFT, 23 p. (Note technique CITFT n° 2).
- GUENEAU, P., 1964. Un pont en *Eucalyptus robusta*. Antananarivo, CITFT, 10 p. (Document CITFT n° 28 A).
- GUENEAU, P., 1964. Propriétés physiques et mécaniques des bois étudiés en 1963. Antananarivo, CITFT, 18 p. (Note technique CITFT n° 5).
- GUENEAU, P., 1964. Dessèchage d'*Eucalyptus robusta*. Antananarivo, CITFT, 6 p. (Note technique CITFT n° 6).
- GUENEAU, P., 1964. Traitement expérimental des poteaux de lignes en *Eucalyptus robusta*. Antananarivo, CITFT, 12 p. (Note technique CITFT n° 7).
- GUENEAU, P., 1965. Les bois commerciaux de Madagascar et leur identification : 50 (cinquante) essences sur fiches perforées. Nogent-sur-Marne, CITFT.
- GUENEAU, P., 1965. Etude sur les bois utilisés pour la construction des ponts en République malgache : région de Fort-Dauphin/Vangaindrano : rapport final. Antananarivo, CITFT, 75 p. (Document CITFT n° 30).
- GUENEAU, P., 1965. Etude comparée des caractères anatomiques des ramy rouges et des ramy blancs. Nogent-sur-Marne, CITFT, 19 p.
- GUENEAU, P., 1965. Séchage à l'air (complément). Antananarivo, CITFT, 20 p. (Note Technique CITFT n° 9).
- GUENEAU, P., 1965. Premières observations sur les pourrissoirs à bois. Antananarivo, CITFT, 65 p. (Note technique CITFT n° 10).
- GUENEAU, P., 1965. Propriétés des bois étudiés en 1964. Antananarivo, CITFT, 22 p. (Note Technique CITFT n° 11).
- GUENEAU, P., 1970. Essai de champ. Antananarivo, CITFT, 36 p. (Note technique CITFT n° 33).
- GUENEAU, P., 1971. Bois et essences malgaches. Nogent-sur-Marne, CITFT, 2.
- GUENEAU, P., 1971. Résultats d'essais technologiques : Récolte 1970-1971. Antananarivo, CITFT, 26 p. (Note technique - CITFT ; Document CITFT n° 35 ; 221).
- GUENEAU, P., 1987. Bilan de la recherche en technologie des bois, effectuée à Madagascar avant 1974 (Technologie du bois. Industries du bois). Paris, CIRAD, 35 p.

- GUENEAU, P., [s.d.]. Quelques propriétés physiques des bois. Antananarivo, CIPT (Note technique CIPT n° 3).
- GUENEAU, P., [s.d.]. Examen des ponts en bois existant entre Fort-Dauphin et Vangaindrano. Antananarivo, CIPT, 24 p. (Note technique CIPT n° 4).
- GUENEAU, P. ; FOUGEROUSSE, M., 1969. Etude sur l'utilisation à Madagascar de bois locaux comme supports de lignes. Antananarivo, CIPT, 75 p. (Note technique - CIPT ; Document CIPT n° 8 ; 173).
- GUENEAU, P. ; FOUGEROUSSE, M., 1971. Further research on X-ray examination of wood panels exposed to *Teredinidae* marine borers. *The Journal of the Institute of Wood Science*, 5 (6).
- GUENEAU, P. ; NEAU, P., 1967. Construction expérimentale d'une maison en bois à Antananarivo. Antananarivo, CIPT, 18 p. (Note technique - CIPT ; Document CIPT n° 17 ; 98).
- GUENEAU, P. ; NEAU, P., 1967. Note technique sur la construction expérimentale d'une maison à Périnet. Antananarivo, CIPT, 15 p. (Note technique - CIPT ; Document CIPT n° 18 ; 99).
- GUENEAU, P. ; NEAU, P., 1967. Note technique sur la construction expérimentale d'une maison en bois à Mahatsara. Antananarivo, CIPT, 18 p. (Note technique CIPT n° 19).
- GUENEAU, P. ; NEAU, P., 1967. Essais de fabrication des panneaux en lattes. Antananarivo, CIPT, 33 p. (Note technique - CIPT ; Document CIPT n° 24 ; 119).
- GUENEAU, P. ; NEAU, P., 1967. Introduction à l'étude technologique des attaques de xylophages marins à Madagascar. Antananarivo, CIPT, 35 p.
- GUENEAU, P. ; NEAU, P., 1969. Propriétés physiques et mécaniques des bois malgaches. Antananarivo, CIPT, 76 p.
- GUENEAU, P. ; THIEL, J., 1969. Une charpente en pin lamelle-colle. Antananarivo, CIPT, 17 p. (Note technique CIPT n° 29).
- GUENEAU, P. ; THIEL, J., 1969. Un abri de charpente lamelle-colle à Périnet. Antananarivo, CIPT, 17 p. (Note technique CIPT n° 30).
- GUENEAU, P. ; THIEL, J. ; DEON, G., 1971. Essais d'imprégnation par déplacement de sève de poteaux d'*Eucalyptus robusta* et *Pinus patula* à Madagascar. *Material and Organismen*, 38 p.
- RABEVOHITRA, R., 1978. Instructions relatives à la récolte : la mise en herbier et l'expédition des échantillons botaniques. Antananarivo, FOFIFA, 15 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 429).
- RABEVOHITRA, R., 1979. Inventaire des échantillons botaniques existants dans l'herbier du DRFP. Antananarivo, FOFIFA (Document FOFIFA-DRFP n° 446).
- RABEVOHITRA, R., 1982. Rapport annuel 1981 ; programme division forêts. Antananarivo, FOFIFA, 14 p.
- RABEVOHITRA, R., 1982. Essais de contribution à l'étude de la flore forestière de Madagascar ; Programme botanique et forêts naturelles FOFIFA-DRFP. Antananarivo, FOFIFA, 11 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 498).
- RABEVOHITRA, R., 1982. Essai d'analyse du réseau phyllotaxique du cone de *Pinus kasya*. Antananarivo, FOFIFA, 15 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 500).
- RABEVOHITRA, R., 1982. Contribution à la réactualisation de l'herbier national du service forestier de Madagascar. Antananarivo, FOFIFA, 58 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 503).
- RABEVOHITRA, R., 1982. Liste non exhaustive des espèces forestières du jardin botanique n° 21 Tampoalo + Anivoala (Fenoarivo Atsinanana). Antananarivo, FOFIFA, 12 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 504).
- RABEVOHITRA, R., 1982. Mémoires des travaux de recherches effectués. Antananarivo, FOFIFA, 12 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 505).
- RABEVOHITRA, R., 1983. Rapport annuel 1982. Programme 22 : Botanique et forêt naturelles. Antananarivo, FOFIFA, 8 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 508).
- RABEVOHITRA, R., 1983. Liste non exhaustive des essences arbustives et arborescentes d'Analamazotra et environs Moramanga - Toamasina. Antananarivo, FOFIFA, 512, 9 p.
- RABEVOHITRA, R., 1984. Contribution à l'étude de la flore forestière sur la germination de quelques essences forestières. Antananarivo, FOFIFA, 28 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 524).
- RABEVOHITRA, R., 1984. Rapport annuel 1983. Programme : Botanique et forêts naturelles. Antananarivo, FOFIFA, 10 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 525).
- RABEVOHITRA, R., 1985. Présence du genre *Shredera* *roxb* (*Oleacea*) à Madagascar. Antananarivo, FOFIFA.
- RABEVOHITRA, R., 1985. Contribution à l'étude de la flore forestière sur la germination de quelques essences forestières. Antananarivo, FOFIFA (Document FOFIFA-DRFP n° 545).
- RABEVOHITRA, R., 1986. Opération : Botanique forestière. Etude sur les essences forestières de Madagascar. Le

- Dalbergia baroni*. Antananarivo, FOFIFA, 8 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 560).
- RABEVONITRA, R., 1986. Opération : Botanique forestière. Etude sur les essences forestières de Madagascar. Le *Dalbergia trichocarpa*. Antananarivo, FOFIFA, 8 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 561).
- RABEVONITRA, R., 1986. Compte rendu sur l'étude des *Dalbergia* malgaches-France : novembre 1986 - janvier 1987. Rapport d'activités. Antananarivo, FOFIFA, 12 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 569).
- RABEVONITRA, R., 1987. Contribution à l'étude de la flore forestière sur la germination de quelques essences forestières n° 3. Antananarivo, FOFIFA, 40 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 571).
- RABEVONITRA, R., 1988. Contribution à l'étude de la flore forestière sur la germination de quelques essences forestières n° 4. Antananarivo, FOFIFA, 23 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 590).
- RABEVONITRA, R. ; RANDRIANJAFY, A., 1981. Rapport annuel 1980 : Programme botanique et forêts naturelles, programme inventaire FOFIFA-DRFP. Antananarivo, FOFIFA, 4 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 466).
- RAKOTOMANAMPISON, A., 1982. Mémoire des travaux de recherches effectués. Antananarivo, FOFIFA, 18 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 502).
- RAKOTOMANANA, J.L., 1985. La forêt et le développement agricole. Conférence débat dans le cadre de l'année internationale de la forêt. Antananarivo, FOFIFA, 11 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 548).
- RAZAFIMANDRANTO, S., 1983. Contribution à l'étude de germination et des plantules de quelques essences arborées autochtones. Mémoire (ingénieur en sciences agronomiques). Antananarivo, Université de Madagascar, 103 p.
- THIEL, J. ; BEDEL, J., 1973. Essai de résistance naturelle de bois à Madagascar : Premier rapport. Antananarivo, CTFT, 74 p.
- THIEL, J., 1967. Construction expérimentale d'un abri démontable n° 23. Antananarivo, CTFT (Document CTFT n° 117).
- THIEL, J., 1972. Aptitude à l'imprégnation par déplacement de sève de perches et piquets provenant des forêts orientales de moyenne altitude de Madagascar. Antananarivo, CTFT, 85 p.
- THIEL, J., 1973. Traitement de planches de Fantsilotra par trempage à froid. Antananarivo, CTFT, 24 p.
- THIEL, J., 1973. Essai de protection de bois ronds par déplacement de sève dans le Moyen-Ouest de Madagascar. Antananarivo, CTFT, 30 p.
- THIEL, J., 1973. Traitements rustiques de bois ronds en sève par trempage à froid dans des sels complexes : Premier rapport. Antananarivo, CTFT, 39 p. (Document CTFT n° 284).
- THIEL, J., 1973. Essai de résistance naturelle de bois ronds aux agents biologiques. Antananarivo, CTFT, Note technique n°43, 25 p.
- THIEL, J., 1974. Le procédé "Boucherie" appliqué à quelques bois ronds des forêts naturelles à Madagascar. Antananarivo, CTFT, 55 p. (Document CTFT n° 334).
- THIEL, J., 1974. Résultats partiels d'un essai de champ. Perches issues de forêts naturelles traitées par le procédé "Boucherie" avec un produit du type "cuivre-chrome-bore". Antananarivo, CTFT, 23 p. (Document CTFT n° 335).
- THIEL, J., 1974. Procédé "Boucherie". Amélioration du tampon de raccordement. Antananarivo, CNRFP, 22 p. (Document CNRFP n° 333).
- THIEL, J., 1974. Traitements rustiques de bois ronds en sève par trempage à froid dans des sels complexes - Deuxième rapport. Antananarivo, CTFT, 41 p. (Document CTFT n° 314).
- THIEL, J., 1975. Caractéristiques technologiques des bois récoltés à Périnet en 1974. Antananarivo, DRFP, 35 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 364).
- THIEL, J., 1975. Bois et essences malgaches - Troisième supplément. Antananarivo, DRFP.
- THIEL, J., 1975. Procédé "Boucherie" - Résultats numériques d'essais effectués à Madagascar en 1974-1975. Antananarivo, DRFP, 70 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 380).
- THIEL, J., 1975. Procédé "Boucherie" - Aptitude à l'imprégnation de quelques essences du littoral de Madagascar - Essais préliminaires. Antananarivo, DRFP (Document FOFIFA-DRFP n° 387).
- THIEL, J., 1975. Traitement en autoclave rustique. Essais préliminaires. Antananarivo, FOFIFA, 22 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 381).
- THIEL, J. ; NEAU, P., 1968. Construction expérimentale d'un hangar en bois à Périnet n.25. Antananarivo, CTFT, 16 p. (Document CTFT n° 125).
- THIEL, J. ; RAKOTOVAO, G., 1975. Les sels complexes dans la protection du bois contre les xylophages marins du sud de Madagascar. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 37 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 360).

THIEL, J. ; RAKOTOVAO, G., 1975. Essai de résistance naturelle de bois à Madagascar. Second rapport. Antananarivo, FOFIFA, 82 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 371).

THIEL, J. ; RAKOTOVAO, G., 1975. Résultat partiel d'un essai de champ - Bois ronds de forêts traités à la Wolmanit

CB - Second rapport. Antananarivo, DRFP, 21 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 388).

THIEL, J. ; RAKOTOVAO, G., 1975. Résultats d'essais biologiques effectués à Madagascar en 1974. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 36 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 359).

# Anacarde

La production de noix de cajou, issue des plantations industrielles ainsi que des peuplements subspontanés, doit alimenter l'usine du complexe agro-industriel de la FAMAMA (Famokarana Mahabibo eto Madagasikara) à Mahajanga.

La situation actuelle des plantations et des peuplements ne permet pas d'assurer un approvisionnement suffisant du complexe industriel, qui ne fonctionne qu'à capacité partielle. Il est donc nécessaire d'améliorer la production pour permettre la réalisation des objectifs prévus.

Pour cela, les anacarderaies plantées nécessitent la mise au point d'une technique de rajeunissement et de multiplication végétative qui permettrait de transformer les plantations actuelles en de véritables vergers de clones à hauts rendements. Comme les vergers à graines de clones n'ont d'intérêt que pour la production pendant une seule génération, donc à court terme, le programme d'amélioration doit se poursuivre durant les générations suivantes en utilisant les semis issus de sélection. La présence sporadique dans les peuplements d'individus performants dont le système de repérage est à mettre en œuvre (sélection) et la bonne réponse à la fertilisation devraient contribuer à atteindre les objectifs relatés plus haut. De plus, la situation écologique de la région du Nord-Ouest (en éliminant les sols calcaires et les baiboho), très favorable à l'anacardiculture, doublée d'une situation sanitaire satisfaisante, constitue un atout non négligeable, d'autant plus qu'il existe un marché extérieur encore ouvert.

## Historique et étapes de la recherche

Introduit probablement à Madagascar vers le XVI<sup>e</sup> siècle, l'anacarde s'est développé sur la côte nord-ouest (axe Maintirano-Ambilobe) sous forme de peuplements spontanés (en îlots forestiers).

A la demande des autorités, une mission réalisée à la fin de l'année 1959 a fait des propositions pour la mise en place des opérations destinées à développer la culture de l'anacarde, à exploiter des peuplements spontanés de la région de Mahajanga et d'Antsiranana et parallèlement, à réaliser des plantations industrielles. Elles consistaient en une mise en valeur des vastes plateaux inoccupés de la côte nord-ouest par la plantation d'anacardiens.

En 1962, ce désir se concrétisa tout d'abord par des essais culturaux entrepris par l'IFAC. Ces essais ont abouti à la mise au point d'une méthode de plantation et surtout à la généralisation de l'utilisation d'engrais. Cette même année, une usine de traitement de la noix, la SOMAHABIBO, société agréée pour le montage et le fonctionnement de l'usine de transformation des noix, dont le soutien technique est apporté par l'IFAC, a été installée à Mangatsa.

En 1968, on décida de lancer un vaste programme de plantation et, dans le cadre des grandes opérations, les services des Eaux et Forêts se virent confier la réalisation de cette plantation qui devait porter sur 40 000 hectares en quatre ans. L'opération anacarde a été réalisée selon trois systèmes.

- Grands chantiers, dans deux zones d'implantations, le périmètre d'Ambilobe dans la province de Diégo et le périmètre de Sainte-Marie (Ambohimahabibo) dans la province de Mahajanga.
- Actions diffusées sous forme de reboisement national et de plantations communales ou villageoises sinon privées.
- Ferme d'Etat, installée à quelques kilomètres de la ville de Mahajanga, à Mangatsa. L'appui technique et scientifique à cette opération fut apporté par la station de l'IFAC.

En 1974, à la suite du départ de l'IFAC, les expérimentations sur l'anacarde furent arrêtées à la station. Le FOFIFA, qui a pris la relève, faute de moyens, n'a pu que conserver la collection sans réaliser de programme de recherche.

En 1977, la ferme d'Etat FAMAMA, avec une surface plantée de 1 100 hectares, s'étant vu confier l'exploitation des deux grands chantiers d'Ambilobe et de Sainte-Marie grâce à l'opération anacarde, signa une convention de recherche d'accompagnement avec le FOFIFA par l'intermédiaire de son Département de recherches forestières et piscicoles (DRFP). L'objet principal de cette convention était l'amélioration de la production et portait spécialement sur l'étude des anomalies constatées dans la floraison et la fructification des périmètres de la FAMAMA.

Cette convention, d'une durée de trois ans, s'est achevée en 1980 et la seconde, prévue pour permettre la poursuite des recherches, n'était pas encore signée à la fin 1985.

## Résultats acquis

De 1966 à 1968, la recherche (collaboration ministère de l'Agriculture - IFAC) a contribué à l'étude et à la délimitation des zones favorables à la plantation de l'anacardier.

Par ailleurs, les résultats de la recherche obtenus durant la période de 1963 à 1973 (IFAC) concernent les techniques culturales, l'agronomie, la sélection, les techniques de multiplication végétative, la protection sanitaire. En technologie, se reporter à la partie *Technologie agricole et alimentaire*.

### Sélection

Le comportement des variétés locales et des variétés introduites (d'origine brésilienne) a été testé.

Cette étude était basée sur des critères tels que l'intensité de la nouaison et de la fructification, les caractéristiques biométriques de la noix (taille, forme, poids moyen), le rendement en amande défini par un grade commercial, le rendement brut en kilogramme de noix par arbre. Elle a permis par la suite la mise en place d'un verger semencier avec les plants obtenus à partir des arbres les plus intéressants (ce verger a été malheureusement détruit par le feu et aucun renseignement sur ce verger n'était plus disponible après 1974).

## **Techniques de multiplication**

### **Semis**

L'utilisation de semences denses provenant de la récolte de l'année issue d'arbres sélectionnés est recommandée. Le semis doit être enfoui à 5-6 cm dans le sol qui a été ameubli sur une profondeur de 80 cm. Les semences sont placées à 6-7 cm de profondeur, attaches pédonculaires vers le haut.

### **Multiplication végétative**

Le greffage de bourgeon terminal sur de jeunes plantes peut enregistrer jusqu'à 90 % de taux de réussite.

Les travaux de recherche effectués récemment ont montré que la technique de greffage angovin réussit mieux que celle par placage de tête. Le greffage peut se faire toute l'année mais on enregistre le meilleur taux de réussite en juillet (78 %), en août (75 %) et en janvier (51,3 %). Le problème à cerner est le risque de pourriture de la souche, qu'on peut résoudre par application de goudron ou de mastic sur la surface de coupe. On souligne d'autre part la nécessité de garnir trois à quatre rejets répartis tout autour de la souche (équilibre nutritionnel et hydrique).

## **Techniques culturales et fertilisation**

Concernant le mode de plantation, le semis direct avec fertilisation appropriée et une profonde trouaison est moins onéreux que le semis en pépinière dans des conteneurs, quoique ce dernier ait permis de pallier la mortalité des jeunes plants en première saison. Car, effectivement, la transplantation, délicate, est un risque de perte des jeunes plants.

Les effets favorables du travail du sol et du paillage des plants ont été observés, mais le paillage peut présenter l'inconvénient de faciliter le passage des feux.

Les méthodes de sarclage (désherbage chimique et mécanique) sont en cours d'expérimentation.

Concernant la fertilisation, la nécessité d'apporter de la fumure tous les ans a été démontrée sur les plants adultes. Mais, pour réduire le coût de la production, elle peut se faire tous les deux ans par suite d'une rémanence.

De récentes études ont montré que la fumure minérale de fond n'est pas supportée par les cotylédons (la fumure organique étant rare dans la

région), et quand elle est apportée en surface au moment de la plantation ou sur les jeunes plants, une croissance significative est enregistrée.

La fumure recommandée est la combinaison N-P-K à raison de 20 g de N, 40 g de P et 60 g de K par arbre à des doses croissantes par année d'âge. Elle permet d'avoir une fructification plus précoce et un gain de deux ans dans la production.

## Protection sanitaire

Deux chenilles, *Eutelia discistriga* et *Sylepta baltsata* ont été identifiées. Elles attaquent surtout les jeunes plants. Les études visant à mettre au point une lutte biologique contre ces deux ravageurs ont été malheureusement interrompues en 1974.

## Utilisation des résultats et perspectives

Si les résultats obtenus par la recherche concernant les techniques d'installation des peuplements ont permis la réalisation des plantations des grands blocs industriels, il faut reconnaître que ceux-ci n'ont pas donné les résultats attendus.

On a observé une diminution notable de la production due surtout à une forte hétérogénéité de la population, dont la variation peut aller du type rabougri au type équilibré.

Il est donc apparu nécessaire, pour assurer la relance de cette culture en vue de la production de noix ou d'amandes, de reprendre les programmes de recherche.

- En matière d'amélioration :
  - poursuite de la sélection massale sur les types locaux (en prospectant aussi dans les peuplements naturels) ;
  - mise en étude de comportement des anacardiens les plus intéressants ;
  - installation d'un verger clonal ;
  - production de semences ;
  - réintroduction de variétés étrangères (brésiliennes essentiellement).

- En technique culturale et de fertilisation, relance d'un programme de mise au point s'appuyant sur les résultats déjà acquis. Une étude portant sur la mise en évidence de l'intérêt des cultures intercalaires sarclées par rapport à une conduite en sol nu sur le plan agronomique et financier pourrait être intéressante. Des essais complémentaires sont à prévoir pour la fertilisation en s'appuyant sur le diagnostic foliaire.
- En protection sanitaire, un programme d'étude de lutte biologique s'inspirant de celui élaboré auparavant pourrait être repris. Ceci après qu'une évaluation économique des dégâts occasionnés par les chenilles ait démontré la nécessité d'une telle recherche.
- Enfin, en technologie, il serait intéressant de faire le point des acquis en matière de valorisation des produits en étroite coopération avec le DRA, le DRT et le DRZV (production de jus, résidus pour l'alimentation animale).

## Références bibliographiques

- BRUN, J., 1970. Rapport de mission dans la région de Majunga. [s.l.], [s.n.].
- FOFIFA (CENRADERU), 1985. Rapport d'activité 1983-1984 du FOFIFA. Antananarivo, FOFIFA, 65 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1986. Rapport d'activité 1984-1985 du FOFIFA. Antananarivo, FOFIFA, 121 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1987. Rapport d'activité 1985-1986 du FOFIFA. Antananarivo, FOFIFA, 202 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1989. Rapport d'activité 1986-1987/1988 du FOFIFA. Antananarivo, FOFIFA, 265 p.
- GODEFROY, J., 1968. Etude des sols de la station IFAC de Majunga cultivés en anacardiers. Majunga, IFAC, 25 p.
- LAROUSSELHE, F. DE, 1959. Mission d'informations fruitières à Madagascar, 15 novembre - décembre 1959. [s.l.], Institut français de recherches fruitières outre-mer, 211 p.
- LEFEBVRE, A., 1963. Note préliminaire sur l'anacardier à Madagascar. *Fruits*, 18 (8), p. 375-381.
- LEFEBVRE, A., 1965. Technologie de la noix d'anacardier. *Recherche Agronomique* (17).
- LEFEBVRE, A., 1965. Culture de l'anacardier. *Recherche Agronomique* (18).
- LEFEBVRE, A., 1966. Technologie et culture de l'anacardier à Madagascar. *Bois et Forêts des Tropiques* (108), p. 21-41.
- LEFEBVRE, A., 1967. La culture de l'anacardier à Madagascar. Note technique. [s.l.], [s.n.].
- LEFEBVRE, A., 1968. Mise au point des techniques de plantation d'anacardiers. *Recherche Agronomique* (10).
- LEFEBVRE, A., 1968. Les essais d'engrais anacardiens. *Recherche Agronomique* (11).
- LEFEBVRE, A., 1968. Le fonctionnement actuel de la SOMAHABO. *Recherche Agronomique* (9).
- LEFEBVRE, A., 1968. L'anacardier : une richesse pour Madagascar. [s.l.], [s.n.].
- LEFEBVRE, A., 1969. L'anacardier, une richesse de Madagascar. *Fruits*, 24 (1), p. 43-61.
- LEFEBVRE, A., 1970. Indications préliminaires sur la fertilisation de l'anacardier. *Fruits*, 25 (9), p. 621-628.
- LEFEBVRE, A., 1971. Multiplication végétative de l'anacardier. Le greffage du bourgeon terminal (tip-grafting). *Fruits*, 26 (12), p. 859-863.
- LEFEBVRE, A., 1971. Multiplication végétative de l'anacardier. *Recherche Agronomique* (66).
- LEFEBVRE, A., 1971. Résultats des essais agronomiques sur anacarde. *Recherche Agronomique* (74).
- LEFEBVRE, A., 1971. Inventaire fruitier Majunga. *Recherche Agronomique* (65).
- LEFEBVRE, A., 1971. Compte rendu préliminaire d'un essai de fumure de fonds sur anacardiens. *Recherche Agronomique* (77).
- LEFEBVRE, A., 1973. Synthèse des travaux de recherches sur l'anacardier et autres espèces fruitières à la station de Majunga (IFAC), Madagascar de 1962 à 1973. *Fruits*, 28 (7-8), p. 535-544.
- LEFEBVRE, A., 1973. Anomalie des petites feuilles de l'anacardier. *Fruits*, 28 (9), p. 631-636.
- LEFEBVRE, A., 1973. La fertilisation minérale de l'anacardier. *Fruits*, 28 (10), p. 691-697.
- LEFEBVRE, A. ; LETURCO, P. ; PRALORAN, J.C., 1973. Etudes sur l'anacardier : II. Techniques de création et d'entretien des plantations fruitières d'anacardier. *Fruits*, 28 (4), p. 271-278.
- LEFEBVRE, A. ; POINTIEREAU, F., 1971. Une grande opération de développement de la République malgache. *Recherche Agronomique* (67).
- MARCHAL, J. ; MARTIN-PREVEL, P., 1971. Essai anacardier n° 37. Equilibre N, P, analyses foliaires. *Recherche Agronomique* (119).
- MARTIN-PREVEL, P. ; MARCHAL, J., 1971. Essais anacardiens Majunga n° 18. *Recherche Agronomique* (111).
- MARTIN-PREVEL, P. ; MARCHAL, J., 1971. Analyses foliaires des essais anacardiens n° 36, 38 et 39. *Recherche Agronomique* (115).
- MARTIN-PREVEL, P. ; MARCHAL, J., 1971. Variations saisonnières de la composition des feuilles de l'anacardier. *Recherche Agronomique* (118).
- MARTIN-PREVEL, P. ; MARCHAL, J., [s.d.]. Les petites feuilles de l'anacardier. Analyses minérales. *Recherche Agronomique* (113).

- MARTIN-PREVEL, P. ; MARCHAL, J. ; LEFEBVRE, A., 1976. Analyse foliaire et nutrition minérale de l'anacardier à Madagascar. *In* : 4<sup>e</sup> Colloque international sur le contrôle de l'alimentation des plantes cultivées, Gand, 6-11 septembre 1976. Paris, GERDAT, 11 p.
- MOREAU, B., 1988. Bilan de la recherche agronomique. Filières fruits. Montpellier, 50 p.
- POINTEREAU, F., 1970. Expériences de plantations villageoises d'anacardiers à Madagascar. Antananarivo, MAER, 45 p. (Document MAER n° 69).
- POINTEREAU, F., [s.d.]. Etude des zones favorables à la production de l'anacardier à Madagascar. Rapport établi en collaboration avec le MAER. [s.l.], [s.n.].
- POINTEREAU, F., [s.d.]. Expériences de plantations villageoises d'anacardiers à Madagascar. Antananarivo, MAER.

# Pisciculture et pêche

Madagascar compte actuellement environ 11 millions d'habitants. La disponibilité annuelle en protéine d'origine animale est de l'ordre de 20 kilos par individu, dont 6 kilos seulement d'origine halieutique. Si les ressources dulçaquicoles et marines sont exploitées rationnellement, elles pourront participer à la politique d'autosuffisance alimentaire, les objectifs étant fixés en 1990 à 25 kilos (besoins annuels minimaux) et à 30 kilos en l'an 2000.

Dans le domaine de l'élevage, dans les court et moyen termes, l'on devrait chercher à maintenir le taux individuel de consommation annuelle de la viande à 15 kilos dans les prochaines années et à 17 kilos en l'an 2000. Le secteur halieutique pourrait contribuer à combler la différence dans les prochaines années. En 1986, la production halieutique était évaluée à 100 000 tonnes, dont 60 000 tonnes seraient fournies par la pêche continentale et la pisciculture.

D'après les premiers résultats de l'enquête menée par le ministère de la Production animale et des Eaux et Forêts, le tonnage serait sans doute plus proche de 30 000 à 40 000 tonnes.

Toujours selon la même évaluation, la contribution halieutique des eaux continentales serait, quant à elle, inférieure (voire très inférieure) à cette valeur.

**Production par secteur et production totale  
des produits halieutiques frais (en tonnes), 1982-1987.**

Secteur de production \ Années	1982	1983	1984	1985	1986	1987	TOTAL
Pêche artisanale et traditionnelle maritime	5 263	6 191	9 429	9 231	13 304	15 222	58 640
Pêche industrielle	5 403	6 291	6 214	7 150	26 813	16 018	67 889
Pêche continentale et aquaculture	40 000	42 100	44 070	54 120	60 000	60 000	300 290
<b>TOTAL</b>	<b>50 666</b>	<b>54 582</b>	<b>59 713</b>	<b>70 501</b>	<b>100 117</b>	<b>91 240</b>	<b>426 819</b>

Les potentialités de la pêche continentale sont théoriquement évaluées à 120 000 tonnes ; 2 000 kilomètres de rizières sont aménageables pour la pisciculture, où l'on pourrait tabler sur un rendement de 100 kg/ha en quatre mois d'élevage, sans investissement important, soit une possibilité de production de poissons de 20 000 tonnes.

La pêche continentale et la pisciculture en étang et en rizières peuvent ainsi apporter un complément de protéines et de revenu non négligeables, surtout à la population rurale qui risque de souffrir davantage de la malnutrition, car elle ne bénéficie pas des facilités offertes par l'organisation du ravitaillement en poissons qui est destiné aux populations urbaines.

La recherche doit aider à la réalisation des objectifs de développement fixés par le ministère de la Production animale (élevage et pêche) et des Eaux et Forêts et exécutés par le biais d'une direction de la Pêche et de l'Aquaculture qui a été créée en 1985 sur l'ensemble du territoire.

Comme l'objectif des programmes de première priorité est l'accroissement de la productivité, les activités de recherche nécessitent une meilleure connaissance de la biologie des espèces étudiées et le renforcement des thèmes actuellement mis en œuvre (hydrobiologie, systèmes de pisciculture, de rizipisciculture, d'aquaculture). De nouveaux thèmes tels que la génétique et la technologie de transformation des produits seront ajoutés au programme.

D'anciens thèmes comme l'étude de la pêche en eaux douces seront repris.

En 1953, J. Lemasson propose un Programme de mise en valeur des

eaux continentales de Madagascar» impliquant diverses créations.

- Création d'un organe spécialisé de coordination et de recherches piscicoles dont les responsabilités seront d'une part, dans le domaine de la pêche, de mettre en œuvre des actions visant à améliorer la production des plans d'eau les plus importants de Madagascar, à savoir, les lacs Alaotra et Kinkony, ainsi que la zone des Pangalanes; d'autre part, dans le domaine de la pisciculture, de mener des actions visant à développer la pisciculture en étangs de type familial et la pisciculture en rizière.

- Création d'une brigade d'étude de la pêche.

- Création d'un laboratoire d'hydrobiologie.

- Construction et mise en œuvre de stations piscicoles où s'effectueront la mise au point des techniques d'élevage et la formation du personnel.

- Formation de moniteurs pour l'encadrement et l'instruction des pisciculteurs.

Plusieurs années seront nécessaires à la mise en place de ces divers services.

En 1966, un nouveau document était établi, situant les grandes orientations des actions à poursuivre tant dans les domaines scientifique, technique que dans les domaines de la vulgarisation et de la formation du personnel.

En 1979, le ministère du Développement rural et de la Réforme agraire présente le «Plan de développement et d'encadrement des pêches continentales et de l'aquaculture de 1980 à l'an 2000».

En 1987, le ministère de la Production animale (élevage et pêche) et des Eaux et Forêts a élaboré la «politique en matière de production halieutique» qui définit les objectifs à atteindre dans ce domaine ainsi que les stratégies adoptées pour y parvenir.

Pour atteindre ces objectifs qui, rappelons-le, sont l'accroissement de la production en poissons des eaux intérieures, on a adopté les stratégies de recherche suivantes :

- étude de la faune ichtyologique locale et de ses potentialités halieutiques ;
- introduction d'espèces de poissons jugées intéressantes au point de vue production et valorisation des plans d'eau ;
- mise au point de techniques concernant la reproduction, l'élevage et la production de ces espèces en pisciculture.

## Historique et étapes de la recherche

L'intérêt des Malgaches pour la pêche et la pisciculture n'est pas récent ; déjà, au siècle dernier, les habitants de certaines régions de l'île élevaient des poissons en étangs et en rizières, dans le cadre des élevages extensifs à faible rendement.

Ces élevages piscicoles se faisaient en complément de la pêche, en eaux douces dont le produit semble avoir été de tout temps une des sources alimentaires des populations.

La faune piscicole autochtone des eaux continentales de Madagascar étant relativement pauvre, diverses introductions de poissons étrangers ont été effectuées dès le XIX<sup>e</sup> siècle. Parmi ces introductions, les principales concernent le gouramier, *Ospbronemus goramy*, Lac. en 1857, et le cyprin doré, *Carassius auratus* en 1861. La carpe miroir, *Cyprinus carpio*, variété *specularis*, est introduite en 1914, la truite arc-en-ciel, *Salmo irideus* en 1922, la truite commune, *Salmo trutta fario* en 1926, la gambusie, *Gambusia holbrooki*, en 1929.

Ces introductions ont modifié la situation du peuplement piscicole d'une partie importante des eaux continentales de Madagascar. Haute de connaître exactement la situation antérieure du peuplement ichtyologique, il est impossible aujourd'hui d'évaluer l'impact des introductions qui ont été faites dans le milieu aquatique continental malgache.

Par la suite, de nouvelles introductions de poissons furent effectuées afin d'adapter au milieu particulier de l'île les schémas d'élevage piscicole qui commençaient à se développer sur le continent africain : *Tilapia nigra* en 1950, *T. melanopleura*, *T. mossambica* et *T. nilotica* en 1956, *T. macrochir* en 1951, *T. zillii* en 1955. Le black-bass, *Micropterus salmonoides*, est introduit dès 1951, la carpe royale dès 1959, *Heterotis niloticus* dès 1963, les carpes chinoises, *Hypophthalmichthys molitrix* et *Aristichthys nobilis* en 1982.

A partir de 1955, trois centres principaux d'expérimentation sont mis en service : à Ambatofotsy/Ambatolampy (Antananarivo), à Ampamaherana (Fianarantsoa) et à Analamazaotra (Toamasina), comportant au total 200 étangs de 15 m<sup>2</sup> à 10 ares.

Commencés par le service forestier, poursuivis par la direction des Eaux et Forêts de Madagascar, les travaux de recherche piscicole ont été contractuellement confiés au Centre technique forestier tropical à

compter du 1<sup>er</sup> janvier 1961. La division recherche piscicole a d'abord consacré ses travaux à des prospections générales de la faune ichtyologique et du milieu aquatique ainsi qu'à des recherches sur la biologie des *Tilapia* dans les conditions écologiques des hautes terres.

De 1961 à 1973, les recherches entreprises portaient sur :

- l'amélioration des poissons (reproduction et sélection de la carpe commune, variété royale importée de France) ;
- la biologie des espèces (*Cyprinus carpio*, *Tilapia shirana*, *Tilapia 3/4*, *Paratilapia polleni*, *Micropterus salmonoides*, *Heterotis niloticus*, *Carassius auratus*);
- l'écologie et l'aménagement des étangs et des rizières (techniques et méthodes de culture intensive en mono ou polyculture, élevages intégrés porc-poisson, carpe-poisson) et la vulgarisation expérimentale ;
- l'écologie et l'aménagement des eaux naturelles et des retenues artificielles : lacs Kinkony, Pangalanes-est, région Port-Bergé Mampikony, lagunes de Taolagnaro, région Belo-sur-Tsiribihana Miandrivazo, lacs Ihotry et Namonty, lacs Itasy, Mantasoa, Tsiacompaniry ;
- la lutte contre les mollusques vecteurs de la bilharziose.

A partir de 1974, les travaux de recherche sont poursuivis dans le cadre du Centre national de la recherche appliquée au développement rural (FOFIFA) ; la division de recherche piscicole ne bénéficiait plus de l'assistance du CTFT. En 1975, la station d'Ambatofotsy/Ambatolampy a été remise à la direction des Eaux et Forêts tandis qu'une nouvelle station de recherches piscicoles a été créée à Kianjasoa (Moyen-Ouest) en 1979.

Les mêmes thèmes que pour la période 1961-1973 ont été retenus ; le champ d'investigation a été élargi à :

- la sélection génétique pour le maintien de la qualité du matériel génétique utilisé, notamment en ce qui concerne la carpe royale ;
- la reproduction induite et l'incubation artificielle des œufs en écloséries des espèces suivantes : carpe commune, carpes exotiques chinoises (*Hypophthalmichthys molitrix* et *Aristichthys nobilis*);
- la possibilité d'obtenir une double reproduction par campagne ;
- le transport d'alevins sous atmosphère d'oxygène en sachets plastiques ;
- l'aquaculture de *Chanos chanos* en étangs d'eau saumâtre à Antsirana, la détermination de la période de frais, la méthode de collection des jeunes larves et des juvéniles ;
- l'exploitation sous système acadja à Ambila-Lemaïso ;

- l'hydrobiologie, notamment dans le contexte d'une éventuelle amélioration de la chaîne alimentaire dans les étangs et les milieux d'élevage ;  
- l'élevage en cage, à peine commencé.

Le volet pêche a été mis en veilleuse, faute de moyens.

## Résultats acquis

### Pisciculture

#### Biologie des espèces

Les différents travaux ont permis de sélectionner les espèces les mieux adaptées aux conditions climatiques qui représentent l'élément déterminant du choix des méthodologies à mettre en œuvre à Madagascar.

L'espèce la plus utilisée est la carpe, *Cyprinus carpio*, que l'on retrouvera le plus souvent en association avec *Oreochromis niloticus*. Un large éventail de techniques d'alevinage a été mis au point ; ces techniques peuvent être développées en milieu rural ou en station piscicole, en fonction directe de leur complexité.

La méthode de reproduction semi-contrôlée de la carpe royale par la méthode des kakabans permet d'obtenir une moyenne de 16 000 alevins par femelle et par ponte.

La méthode de reproduction après induction de la ponte par injection d'extraits hypophysaires permet d'obtenir une moyenne de 30 000 alevins par femelle et par ponte. Le taux de fécondation n'est que de 60 % lorsque la fécondation se fait directement dans le milieu ; la fécondation effectuée à sec puis par mélange, dans une solution fertilisante, permet d'augmenter le taux de fécondation jusqu'à 90 %.

Un bon nourrissage des géniteurs permet d'obtenir deux cycles de reproduction annuels.

Le taux d'éclosion en jarre d'incubation peut atteindre 95 %.

Le prégrossissement des larves s'effectue en étang fertilisé, l'alimentation

des carpes étant naturelle. A raison d'une densité de mise en charge de 9 000 larves par are, la survie après un mois d'élevage varie de 50 à 70 %.

La fertilisation organique et minérale de l'étang est indispensable pour obtenir les populations suffisantes des rotifères qui représentent l'aliment de démarrage des carpillons. Le contrôle préalable des étangs est effectué pour éliminer les prédateurs potentiels.

Les carpillons sont utilisés à l'âge de un mois pour la mise en grossissement dans les milieux d'élevage. Le transport, s'effectuant selon la méthodologie classique de sacs PVC sous équipression d'oxygène, s'est révélé très efficace.

Le contrôle des géniteurs de *Cyprinus carpio* s'effectue selon les observations suivantes : petite tête, corps trapu, croissance rapide, dos large et charnu, absence d'écaille, fécondité (qualité de la spermiation chez le mâle, quantité d'ovocytes chez la femelle : 100 000 par kilo).

Ont été également mis au point l'induction de la ponte, l'incubation des œufs et l'alevinage de la carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*) et la carpe à grosse tête (*Aristichthys nobilis*).

La biologie et le comportement en petit étang de l'*Heterotis niloticus* ont pu être étudiés.

La période de frai de *Chanos chanos* a été déterminée et se situe de novembre à mars.

Les essais effectués sur les *Tilapia* ont confirmé que l'espèce la mieux adaptée était *Oreochromis niloticus*, qui présente la croissance la plus rapide. Les plus mauvais résultats ont été obtenus avec *Oreochromis macrochir* ; les espèces *D. mossambicus* et *T. zillii* présentent, quant à elles, des possibilités de croissance qui sont inférieures de 25 % à celles de *O. niloticus*. Le cyprin doré (*Carassius auratus*) et le marakely (*Paratilapia pollenii*) se sont révélés d'intérêt aquacole faible.

Le black-bass (*Micropterus selmoides*) se confirme comme un prédateur efficace sur les alevins de *O. niloticus*, mais sa reproduction exige la mise en place d'un minimum d'aménagements particuliers dans les étangs.

## **Systemes d'élevage**

### **En étang**

Les essais comparatifs de croissance en milieu fertilisé ont permis d'obtenir les résultats suivants, après cinq mois d'élevage à la densité de mise en charge de 0,5 alevin/m<sup>2</sup> :

- *O. niloticus* : 4,195 kg/are ;
- *O. mossambicus* : 3,015 kg/are ;
- *O. macrochir* : 1,995 kg/are ;
- *T. zillii* : 2,82 kg/are ;
- *Carassius auratus* : 2,94 kg/are.

Le poids moyen maximal s'observe chez *O. niloticus* (93 g) et le plus faible chez *C. auratus* (37 g).

Une moyenne de résultats obtenus en vraie grandeur peut également être signalée :

- nourriture + engrais organiques : 2 t/ha/an ;
- nourriture + engrais minéraux : 2 t/ha/an ;
- nourriture + engrais organiques et minéraux : 2,3 t/ha/an.

Les étangs semblent révéler une certaine sous-exploitation puisque des essais ont montré que le rendement annuel en pisciculture semi-intensive pouvait atteindre et souvent dépasser sans difficulté 3 000 kg/ha/an. Cependant, il faut tenir compte, pour Madagascar, du facteur température qui influe sur les rendements à la baisse.

Les élevages associés porc-poisson, à raison de 1 porc par are, permettent d'obtenir des rendements en *Cyprinus carpio* de 3,0 t/ha/an, alors que les associations canard-poisson, à raison de 10 canards par are, ne fournissent que 2,5 t/ha/an.

Le mélange carpe-*Oreochromis niloticus* valorise mieux les étangs en élevage associé que la culture pure.

L'*Heterotis niloticus* mis en charge à densité élevée ne tolère pas la concurrence en petits étangs et ne peut par conséquent être associé à aucun poisson.

Des productions de 572 kg/ha ont été obtenues en quatre mois sans apport alimentaire exogène avec l'espèce *Chanos chanos*.

#### **En rizière**

Les premiers résultats obtenus dans les casiers chargés en carpes et *O. mossambicus* variaient de 16 à 72 kilos pour la durée du cycle de culture du riz, soit durant cent vingt jours.

Les essais conduits après 1976, avec les associations *Cyprinus carpio* et *O. niloticus* permettent d'espérer des productions supérieures à 100 kg (305 kg/ha en quatre mois) contre 183 kg/ha en quatre mois en rizipisciculture familiale. L'impact de la présence de carpes dans le casier n'a cependant pas encore été évalué sur la production rizicole.

## **Aménagement des pêches continentales**

Le recensement, la systématique et l'étude des poissons effectués à l'occasion des travaux réalisés sur les principaux plans d'eau ont été rassemblés dans l'ouvrage de Kiener (1963).

L'impact de la diffusion des diverses espèces de Tilapia sur la faune autochtone ne peut être déterminé, mais l'on s'accorde à considérer que ces introductions ont eu un effet positif sur les prises dans les eaux continentales malgaches.

Les brigades de pêche ont vulgarisé l'emploi d'engins de pêche tels que maillants, sennes et éperviers ; les pirogues en planches, plus stables et plus économiques que les pirogues monoxyles ont été diffusées.

Les brigades ont mis au point diverses méthodes de transformation et de conservation des produits de la pêche : poisson frais, fumé, farine de poisson.

De nouvelles techniques de fumage à froid ont été vulgarisées, fournissant un produit de qualité bien supérieure à celle des poissons fumés traditionnellement et, par la même occasion carbonisés, la plupart du temps.

Des statistiques de pêche ont permis de montrer que les lacs les plus poissonneux se trouvent sur l'ouest de l'île, malheureusement, en dehors des axes routiers, et dans des zones qui ne disposent pas encore d'infrastructures pour la conservation des produits de la pêche.

La rapide dégradation des quantités produites dans les Pangalanes a été établie : de 27 kg/ha, en 1970, la production annuelle est tombée à 8 kg/ha au début des années 80. Cela donne toute sa valeur à la méthode de production en acadja, qui fournit dans ce même temps 250 kg/ha/an sans autre intervention qu'un aménagement physique du milieu (implantation de branchages).

## **Utilisation des résultats et perspectives**

Bien que des méthodologies aient été mises au point, on constate que leur application en vraie grandeur demeure problématique. L'utilisation des résultats est variable suivant les secteurs.

La station d'Ambatofotsy/Ambatolampy est l'unique station qui applique

pour le moment la reproduction semi-artificielle par induction des géniteurs femelles. Le reste des stations continue de pratiquer la reproduction naturelle améliorée (emploi de kakaban et de caisse d'incubation). En tout état de cause, la production actuelle d'alevins de carpes par les stations d'alevinage reste inférieure à la demande, en particulier à des fins de rizipisciculture.

Concernant les techniques d'élevage, de petits fascicules de vulgarisation de la pisciculture familiale ont été édités mais les résultats sur l'élevage associé et la polyculture n'ont pas encore ou presque pas encore été utilisés en dehors des stations.

La rizipisciculture est pratiquée dans la région des hauts plateaux. Un fascicule de vulgarisation a été édité. Par contre, l'élevage de *Chanos chanos* ou la pratique du système acadja dans les lacs et eaux lagunaires n'est pas encore vulgarisé, d'autant plus que des travaux de recherche d'adaptation restent à mener.

Les résultats des inventaires faunistique et halieutique des plans d'eau ont été utilisés comme base de gestion et ont contribué aux recherches en matière de pisciculture.

Les résultats des études sur la pêche ont été vulgarisés auprès des pêcheurs au moins pendant l'existence des brigades de vulgarisation pour la pêche.

L'absence de statistiques de pêche et de pisciculture continentale fiables a contribué sans doute à une surexploitation de certains plans d'eau de l'île. La mise en place récente par le MPAEF d'une enquête visant à évaluer la production halieutique et aquacole (eaux marines et continentales) permettra certainement de mieux cerner les niveaux réels des pêches et de la pisciculture continentales.

Les études de certains milieux et de la situation de la pêche qui y prévalent doivent être reprises et actualisées pour en évaluer l'évolution et orienter les interventions pour un développement futur.

L'aquaculture, et notamment l'utilisation des eaux saumâtres et des bassins des salines doit faire l'objet de recherche plus développée (espèce, rendement, coût, système).

Les recherches concernant la reproduction doivent être orientées dans les axes ci-après :

- lutte contre les prédateurs et les maladies ;
- amélioration du taux de survie naturelle des alevins ;
- nourrissage des jeunes larves ;
- réduction de pourcentage d'œufs blancs ;

- fabrication d'extrait hypophysaire ;
- amélioration génétique ;
- étude des poissons pouvant éradiquer les vecteurs du paludisme et des hôtes intermédiaires de la bilharziose ;
- introduction de nouvelles souches de carpes et de *Tilapia* pour le rafraîchissement du sang de celles déjà existantes ;
- modèle de gestion des écloséries (technique et économique) ;
- évaluation de la situation actuelle de la production piscicole dans les milieux aquatiques continentaux.

La possibilité d'utiliser les ressources naturelles disponibles (graines de viha, *Typhonodorum* ; farine de tavolo, *Pinatifida tacca* ; vers de terre, etc.) pour le nourrissage des poissons doit faire l'objet de recherches nouvelles.

La génétique devra s'attacher à fournir aux éleveurs du matériel d'élevage adapté à leur technologie, par exemple poisson monosexé pour éviter la pullulation dans un étang à vocation de production.

Enfin, des tests de mise en valeur réelle à l'échelle d'une exploitation ou d'une unité pilote doivent être réalisés pour confirmer et pour valoriser les résultats et en assurer la prévalgarisation.

### **Orientations futures**

Les orientations futures des recherches à mener à Madagascar dans le domaine des pêches et de la pisciculture en eaux continentales peuvent s'organiser en deux programmes.

#### **Programme commun à la pêche et à la pisciculture**

- Etablissement d'un «état des lieux» ou inventaire de la faune ichtyologique actuellement présente dans les eaux continentales malgaches (actualisation du travail de Kiener, 1963). Ce travail concernant en priorité les espèces présentant un intérêt économique (carpes, *Tilapia*, anguilles...) devra également, dans la mesure des moyens disponibles, concerner les aspects quantitatifs (évaluation et composition des captures des principales collections d'eau).
- Evaluation incitant à saisir l'opportunité d'importer de nouvelles souches, espèces ou genres de poissons susceptibles d'apporter une amélioration de la production actuelle (pêche et pisciculture).

### **Programme de pisciculture**

En biologie des espèces aquacoles, les principales espèces – carpes et *Tilapia* – feront l'objet des travaux de recherche, à différents degrés, couvrant les domaines qui suivent.

#### **Génétique**

Un travail de caractérisation aussi précis que possible sur ces deux groupes de poissons semble devoir être mené en ayant recours, en fonction des moyens disponibles, à des critères morphométriques et biométriques (et éventuellement électrophorétiques) et surtout à des critères zootechniques par la mise en place de tests sur les principales stations en activité (taux de croissance, taux de conversion de l'aliment... en étang et en rizière).

Le travail d'amélioration sera ensuite entrepris sur la base de ces résultats en ayant, si besoin est, recours à l'introduction de nouvelles souches et espèces.

En tout état de cause, il semble important d'avoir constamment présent à l'esprit, dans le cadre de ce travail de génétique d'amélioration, les structures d'élevage destinées à ces poissons (structures semi-intensives) où la fertilisation joue un rôle important (compte tenu du coût des aliments) et de viser la performance, non pas dans l'absolu, mais dans ces systèmes d'élevage.

#### **Reproduction**

Cette discipline concernera principalement la carpe, compte tenu de la facilité qu'ont les *Tilapia* à se reproduire spontanément. Les recherches porteront sur l'étude de la maturation sexuelle des géniteurs en fonction d'un certain nombre de facteurs (alimentation, densité, âge, température...) et sur l'optimisation des traitements utilisés en vue d'induire les derniers stades de la reproduction (traitements hormonaux, amélioration des techniques traditionnelles par kakabans...).

#### **Nutrition**

Les travaux dans ce domaine se feront classiquement selon les deux voies : stimulation des réseaux trophiques par fertilisation (minérale et organique) et alimentation artificielle. Dans ce dernier cas, la possibilité d'une meilleure utilisation des ressources disponibles localement pour le nourrissage des poissons devrait faire l'objet de recherches nouvelles (graines de viha, *Typhonodorum* ; farine de tavolo, *Pinatifida tecca*, vers de terre, etc.).

#### **Pathologie**

Dans ce domaine, un inventaire des agents pathogènes des poissons

d'élevage ainsi qu'un suivi pathologique des élevages devront être conduits en privilégiant systématiquement une approche écosanitaire intégrée aux systèmes d'élevage.

Quant aux autres espèces d'intérêt aquacole potentiel, les travaux de recherche concernent principalement le milkfish (*Chanos chanos*) pour lequel les premiers essais d'élevage semblent prometteurs et les potentialités importantes : poisson apprécié, disponibilité en alevins dans le milieu naturel, élevage en étangs côtiers à salinité variable.

Un travail du même type pourrait être mené sur le mulot (*Mugil* sp.), dont la problématique est voisine.

Les carpes chinoises, déjà présentes à Madagascar, pourraient faire l'objet de travaux de recherche visant le développement de leur élevage en polyculture, en étangs fertilisés.

Pour toutes ces espèces, les travaux de recherche suivraient les mêmes procédés adaptatifs compte tenu des nombreux résultats disponibles sur d'autres continents (pays asiatiques principalement).

Dans le cas particulier des Salmonidés (truites), les travaux de recherche sur ces poissons ne semblent pas prioritaires à moins d'établir, avec un minimum de garantie, que leur élevage pourrait se révéler, à terme, générateur de devises (exportation de truites-portions, d'œufs embryonnés, contribution au développement du tourisme par la pêche sportive...).

### ***Ingénierie des écloséries***

Les termes d'ingénierie et d'écloserie doivent être compris dans leur sens le plus large.

Le problème principal pour l'extension de l'élevage de la carpe (poisson dominant en pisciculture et particulièrement en riziculture) semble être la disponibilité en alevins de qualité de carpes (dont le prix de vente, est supérieur à celui des *Tilapia*). Un travail de recherche appliquée sur les techniques et les technologies les mieux adaptées à mettre en œuvre en écloserie semble devoir être mené.

Le terme «écloserie» regroupe des installations allant de la plus simple (quelques étangs) à la plus complexe (salle d'éclosion, incubation, élevage parallèle de planctons pour le nourrissage de larves...).

Les termes de recherche entrant dans ce cadre concernent :

– la quantité et la qualité de l'eau pour l'alimentation de l'écloserie avec des possibilités d'interventions sur la qualité de l'eau (turbidité – problème particulièrement important à Madagascar – aération, correction du pH...);

- les sols (dans le cas des étangs) : amendements, colmatage des fuites, stabilisation des digues... ;
- l'incubation des œufs (systèmes, conditions sanitaires...) ;
- l'élevage larvaire, alimentation naturelle (zooplancton, micro-organismes...), alimentation artificielle, pathologie, contrôle des prédateurs ;
- le transport des juvéniles chez des pisciculteurs ; optimisation (volumes eau-oxygène, capacité de transport ; quantité de poissons par kilométrage, qualité des sacs plastiques...) ;
- Les études économiques des écloséries (prix de revient des alevins selon les différentes techniques mises en œuvre...).

Le travail sur les *Tilapia* (en particulier caractérisation, sélection, hybridation et monosexage) sera à mener dans le cadre de telles écloséries.

Tout ce travail doit déboucher sur la mise au point de modèles de gestion (techniques et économiques) d'écloséries (carpes principalement) à proposer au développement entrant particulièrement dans le cadre de la politique de privatisation de la production d'alevins.

#### ***Systèmes de production de poissons de taille marchande***

Les recherches à mener sur les différents systèmes de production aquacole concernent les différents niveaux d'intensification suivants :

- extensif : aménagement et gestion piscicoles de la production dans les lacs de petites dimensions (types retenues collinaires) ;
- semi-extensif : rizières, étangs. Dans le cas de la rizipisciculture, un travail de recherche est à poursuivre sur l'optimisation piscicole - production rizicole en fonction des différentes techniques rizicoles pratiquées à Madagascar (semis en ligne, fertilisation, interaction riz-poisson...). Les systèmes d'élevage associé (porc-poisson, volaille-poisson...) pourront également faire l'objet de recherche d'optimisation ;
- intensif : étangs gérés sur le modèle intensif (renouvellement d'eau, alimentation artificielle équilibrée...), cages, enclos, mais le développement de ce type d'élevage est considérablement limité par les faibles quantités de sous-produits agro-industriels disponibles (à des prix autorisant un minimum de rentabilité).

#### ***Diversification des systèmes de production piscicole actuellement vulgarisés à Madagascar***

- Trous à poisson (modèle : Bénin) dans les zones de marais contigus à des collections d'eau permanentes (bas-fonds avec cours d'eau

permanents, bordure du lac Alaotra...);

- Acadjas (branchages) en lagunes (en particulier Pangalanes).

### **Programme pêche**

Evaluation de la situation actuelle de la production piscicole dans les milieux aquatiques continentaux (lacs, rivières, lagunes...) sur la base de deux types d'informations :

- statistiques de pêches disponibles (enquête cadre de la direction de la Pêche et de l'Aquaculture du MPAEF en cours) ;

- travail de recherche : suivi scientifique des pêcheries, du milieu (limnologie), biologie des espèces (reproduction, croissance, dynamique de populations...) et pêches expérimentales (prises par unité d'effort de pêche).

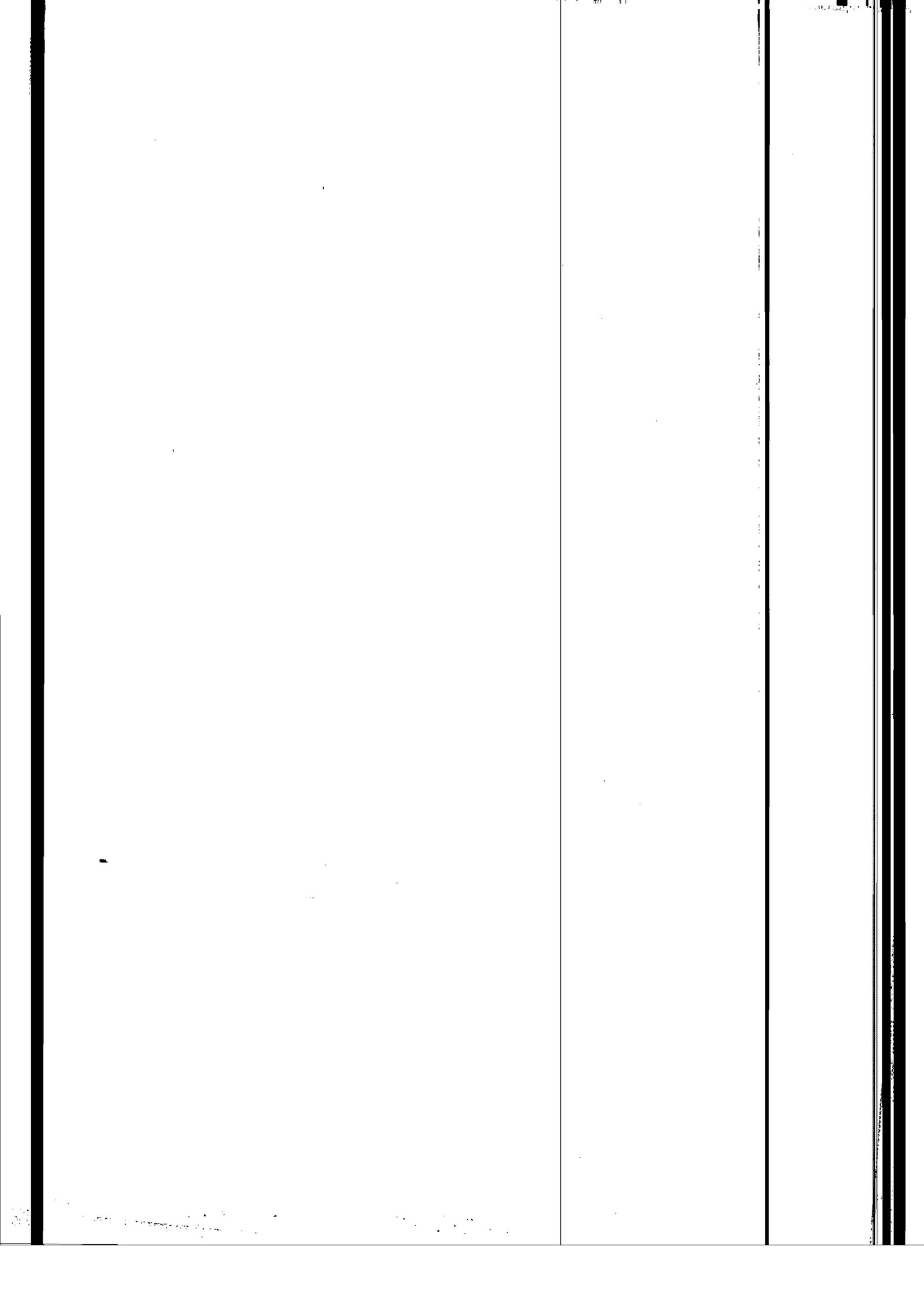
Ce programme inclut diverses actions :

- Propositions d'aménagement et de gestion de la pêche.
- Plan de gestion rationnelle (nombre de pêcheurs «optimal», engins de pêche à favoriser ou à interdire, bases techniques et scientifiques pour le suivi de la législation...).
- Introduction éventuelle de nouvelles espèces piscicoles.
- Recours à l'alevinage périodique pour certaines d'entre elles.
- Evaluation précise du phénomène «fibata».

## Références bibliographiques

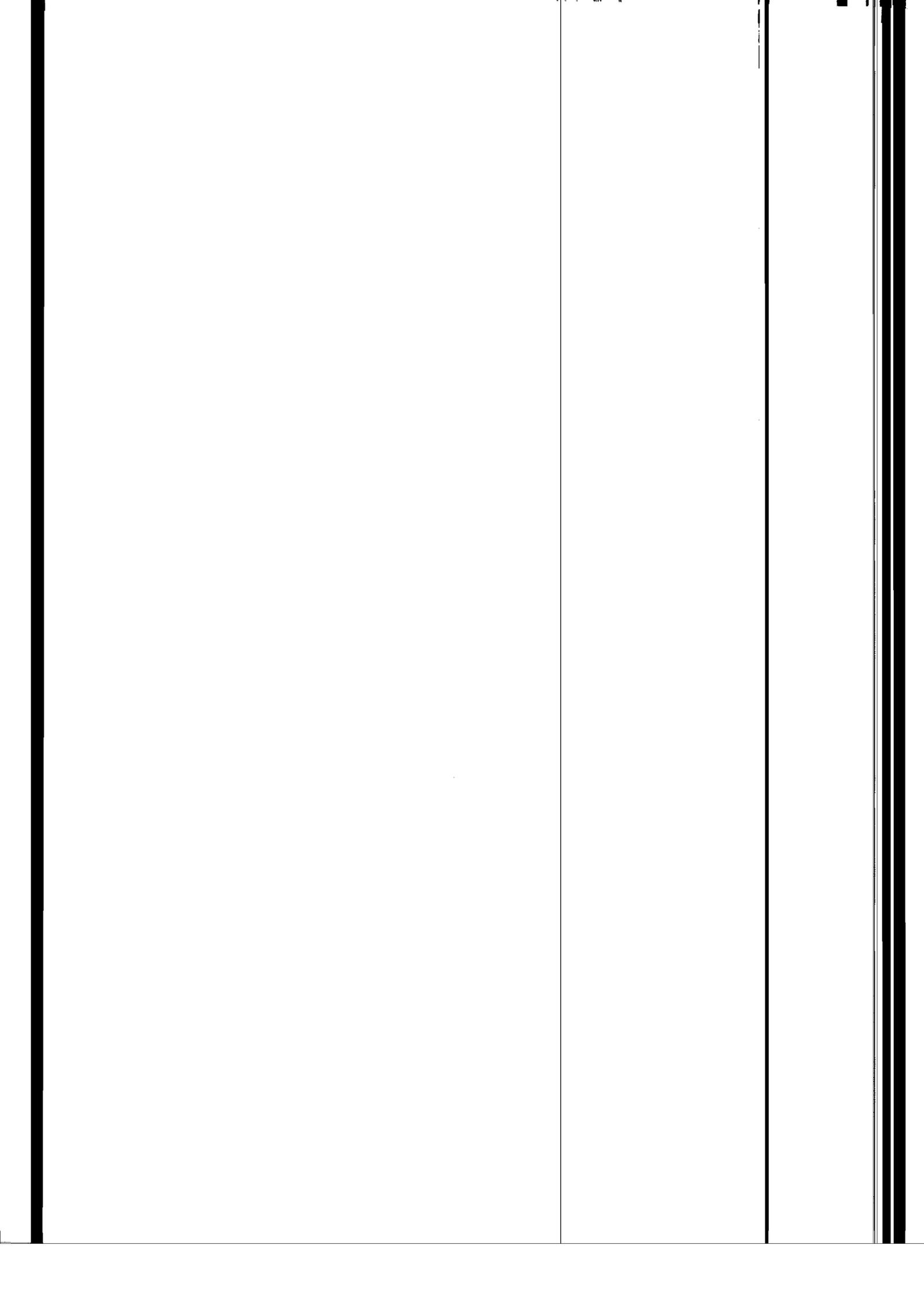
- BARD, J., 1971. La production des eaux continentales en Afrique francophone au sud du Sahara et à Madagascar. Bois et Forêts des Tropiques (140).
- CHARLON, N. ; LAMARQUE, P. ; THEREZIEN, Y., 1974. Etude des conditions de la pêche à l'électricité dans les eaux tropicales. Biarriz, INRA, 242 p. (Notes et Documents sur la Pêche et la Pisciculture n° 9).
- COLLART, A., 1978. Guide pour la construction de centres aquicoles côtiers, tributaires des marées et pour l'élevage de *Chanos chanos* à Madagascar. [s.l.], [s.n.].
- COLLART, A., 1978. Guide élémentaire pour la gestion de centres piscicoles producteurs d'alevins de carpes. [s.l.], [s.n.].
- COLLART, A. ; RABELAHATRA, A., 1978. Premiers résultats sur les prospections et sur l'élevage de *Chanos chanos* à Madagascar. Document IRAM n° 6.
- COLLART, A. ; RABELAHATRA, A., 1978. Premiers résultats d'un essai pilote d'élevage associé porcs-poissons. [s.l.], [s.n.].
- COLLART, A. ; RANDRIAMANALINA, 1978. Problème d'aménagement écologique et piscicole en milieu lagunaire (premiers résultats sur l'introduction d'une pêcherie-pilote acadja aux Pangalanes). [s.l.], [s.n.].
- MPAEF, 1987. Politique en matière de production halieutique. Antananarivo, MPAEF, 27 p.
- KIENER, A., 1963. Poissons, pêche et pisciculture à Madagascar. Nogent-sur-Marne, CTFT, 400 p. (Document CTFT n° 16 B).
- LASSERE, G., 1979. Bilan de la situation des pêches aux Pangalanes (zone Tamatave-Andevoranto) au lac Anony (région Taolagnaro). Perspective et aménagement. [s.l.], [s.n.].
- LAZARD, J., 1986. Bilan de la recherche sur les pêches et la pisciculture en eaux continentales. Nogent-sur-Marne, CTFT, 17 p.
- LEMASSON, J., 1953. Programme de mise en valeur des eaux continentales de Madagascar. Rapport de mission. Nogent-sur-Marne, CTFT.
- LEMASSON, J., 1956. Etude de la situation des travaux de pêche et pisciculture à Madagascar et révision de leur programme. Rapport de mission (novembre-décembre 1956). Nogent-sur-Marne, CTFT, 40 p.
- LEMASSON, J., 1959. Nouvelle étude de la situation des travaux de pêche et pisciculture à Madagascar. Remise au point de leur programme. Rapport de mission. Nogent-sur-Marne, CTFT.
- LEMASSON, J., 1961. Note sur le programme de recherches de la division de recherches piscicoles de la section locale du CTFT à Madagascar. Nogent-sur-Marne, CTFT.
- MOREAU, J., 1971. Biologie comparée de *Tilapia rendalli* (Boulenger) (Pisc. Cichl.) au lac Itasy et au lac Mantasoa. Nogent-sur-Marne, CTFT, 49 p.
- MORISSENS, P., 1973. Etude préliminaire sur la variation des taux d'oxygène dissous et le développement du plancton dans l'eau d'étangs non traités, d'étangs "sous canards" et d'étangs "sous porcs" à la station d'Analamazaotra-Périnet. Nogent-sur-Marne, CTFT, 25 p. (Document CTFT n° 307).
- MORISSENS, P., 1973. Considérations sur le développement de l'alevinage des carpes en station. Nogent-sur-Marne, CTFT (Document IRAM n° 292).
- MORISSENS, P., 1974. Références techniques du compte rendu d'activités de la division recherches piscicoles, année 1973. Nogent-sur-Marne, CTFT, 89 p. (Document CTFT n° 320).
- MORISSENS, P., 1974. Essai de nourrissage de carpes à la demande. Rapport d'installation et protocole. Nogent-sur-Marne, CTFT, 18 p. (Document IRAM n° 320 A).
- MORISSENS, P., 1974. Essais de fertilisation minérale en pisciculture. Compte rendu d'installation et protocole. Station d'Analamazaotra-Périnet. Nogent-sur-Marne, CTFT, 7 p. (Document IRAM n° 329).
- MORISSENS, P., 1974. Essai d'élevage d'alevins d'*Heterotis* à des densités différentes. Station d'Analamazaotra-Périnet. Antananarivo, CNRFP, 15 p. (Programme pisciculture n° 337).
- MORISSENS, P., 1975. Essai de nourrissage de carpes au tourteau de coprah. Station d'Analamazaotra-Périnet. Antananarivo, FOFIFA, 10 p. (Programme de Recherches Piscicoles n° 367).
- MOULHERAT, J.L. ; THEREZIEN, Y. ; VINCKE, M., 1967. Etude en vue du développement de la pêche au lac

- Kinkony. Nogent-sur-Marne, CTFT, 178 p. (Document CTFT n° 113).
- MOULHERAT, J.L. ; VINCKE, M., 1968. Etude en vue du développement de la pêche aux Pangalanes-Est (Zone Tamatave-Andovoranto). Nogent-sur-Marne, CTFT, 195 p. (Document CTFT n° 132).
- PHAM, A., 1972. La bilharziose et les techniques d'irrigation et d'agriculture en Afrique et à Madagascar. Notes et Documents sur la Pêche et la Pisciculture (3).
- RABELAHATRA, A., 1979. Rapport de voyages d'études sur l'aquaculture en Indonésie, Philippines et Indes (26 avril - 26 juin 1979). Antananarivo, MDRRA, 73 p.
- RABELAHATRA, A., 1980. La rizipisciculture à Madagascar. Antananarivo, MDRRA, 27 p.
- RABELAHATRA, A., 1980. Rapport de voyage d'études sur l'aquaculture en république populaire de Chine. Antananarivo, MDRRA.
- RABELAHATRA, A., 1981. Improvement of techniques for carp fry production in laboratory. Antananarivo, FOFIFA-DRFP.
- RABELAHATRA, A., 1988. Etudes nationales pour le développement de l'aquaculture en Afrique. Madagascar. Rome, FAO.
- RAKOTOMANAMPISON, A., 1966. Premiers résultats de l'acclimatation d'*Heterotis niloticus* à Madagascar. Antananarivo, ministère de la Forêt et du Reboisement national, 37 p.
- RALAMBOMANANA, O., 1986. Rapport de mission "Pisciculture en cage au Caire, Egypte" du 23-26 septembre 1985. Antananarivo, FOFIFA, 83 p. (Document FOFIFA-DRFP n° 555).
- RALAMBOMANANA, O., 1988. Les étangs d'alevinage en intersaison. Etude en vue de la production de poissons marchands. Antananarivo, FOFIFA, 8 p.
- RALAMBOMANANA, O., 1988. Rafrâichissement de sang. Antananarivo, FOFIFA, 9 p.
- RAMINOSOA, N. ; RALAMBOMANANA, O. ; RANDRIANJOHANY, E. ; RABENAINA, Y., 1988. Rapport sur l'étude de l'impact de l'aménagement hydromécanique de la rivière Lily (Ampefy) sur l'environnement. Antananarivo, FOFIFA-DRFP, 24 p. (Document IRAM n° 598).
- THEREZIEN, Y., 1961. La pêche dans les eaux continentales à Madagascar. Bois et Forêts des Tropiques (76), 13 p.
- THEREZIEN, Y., 1964. Etude en vue du développement de la pêche au lac Alaotra. Nogent-sur-Marne, CTFT, 130 p. (Document CTFT n° 25).
- THEREZIEN, Y., 1964. Etude en vue du développement de la pêche au lac Itasy. Nogent-sur-Marne, CTFT, 92 p. (Document CTFT n° 26).
- THEREZIEN, Y., 1966. Etude en vue du développement de la pêche dans les lacs de la région de Maevatanana Ambato-Boéni. Nogent-sur-Marne, CTFT, 157 p. (Document CTFT n° 57).
- VINCKE, M., 1971. Etude piscicole de la zone Ambatomanoina Antanetibe : Rapport définitif. Nogent-sur-Marne, CTFT, 50 p. (Document CTFT n° 223)
- VINCKE, M., 1971. Le lac Itasy, lac de barrage à Madagascar. Notes et Documents sur la Pêche et la Pisciculture (2).
- VINCKE, M., 1972. Essais d'estimation de la production piscicole des eaux continentales malgaches. Nogent-sur-Marne, CTFT, 103 p. (Document CTFT n° 242 G).
- VINCKE, M., 1972. Essais d'élevage associé : canards et poissons. Nogent-sur-Marne, CTFT (Notes et Documents sur la Pêche et la Pisciculture n° 6).
- VINCKE, M., 1973. Bilan de dix ans de recherches piscicoles à Madagascar (1960-1970). Notes et Documents sur la Pêche et la Pisciculture (5).
- WOYNAROVICH, E., 1982. Technologies de reproduction des carpes chinoises principales. Traduction et adaptation par Collart, A. et Rabelahatra, A. Antananarivo, MDRRA.



# Economie rurale





# Recherche - développement

La formulation purement technique des résultats de la recherche ne correspond généralement pas à la problématique des utilisateurs. Il est donc nécessaire de vérifier la plus ou moins grande adéquation de ces solutions au milieu rural, et notamment de connaître les implications économiques des thèmes proposés pour les techniciens.

La réalisation d'un projet de développement nécessite, pour être couronnée de succès, des études de factibilité socio-économique et, par ailleurs, des évaluations de diagnostic agro-socio-économique.

Enfin, étant donné la complexité des composantes du milieu rural, et de leurs interactions, dans toute introduction d'une innovation, il est nécessaire de tenir compte des réalités sociales du milieu rural. Cela suppose un dialogue direct entre producteurs, agents de développement et chercheurs. Ce dialogue direct relève de la recherche-développement.

La stratégie de recherche découle de cette problématique et correspond pour les trois objectifs précités aux activités ci-après.

- Evaluations agrotechniques et agro-économiques des essais ou tests :
  - inventaires agro-économiques des milieux d'application régionale des essais agronomiques ;
  - suivi agro-économique des exploitations paysannes.
- Etudes socio-économiques de factibilité des projets de développement agricole et hydro-agricole, avec évaluation de type diagnostic agro-socio-économique.
- Intégration d'équipes multidisciplinaires de chercheurs en milieu paysan au sein d'un terroir dans le cadre d'une opération de développement.

# Historique et étapes de la recherche

## Avant 1974

La recherche en économie rurale a été essentiellement menée par deux organismes, l'ORSTOM et l'IRAM.

L'ORSTOM (équipes de géographie et de sociologie) s'intéressait surtout aux échanges, et accessoirement à la production de biens et aux services (prolongement des recherches en sciences humaines) ; l'IRAM s'intéressait essentiellement à la production, et accessoirement aux échanges de biens et de services (prolongement des recherches agronomiques).

A cette époque, la section économie rurale était rattachée à la division agronomie de l'IRAM. Les principaux domaines de recherche de la section étaient :

- l'analyse économique des résultats de recherches agronomiques ;
- l'inventaire agro-économique régional ;
- le suivi agro-économique au sein des projets de développement
- les études socio-économiques.

Les principales régions concernées par les travaux de recherche étaient la région de Toliary, les hautes terres (l'Imerina centrale, le Vakinankaratra et l'Itasy).

## De 1974 à 1983

Cette période se caractérise par une phase d'instabilité et une recherche d'orientation pour la division d'économie rurale.

En résumé, lors de cette période, les principaux domaines d'études et de recherche de la division relèvent :

- des enquêtes agro-économiques ponctuelles ;
- des études socio-économiques pour des projets d'aménagement hydro-agricole ;
- des études socio-économiques en vue d'un développement régional ;

– des diagnostics agro-socio-économiques spécifiques (blé, riz, coton, café).

Les principales régions concernées par les travaux d'études étaient le Sud-Ouest, le lac Alaotra, et ponctuellement l'Est et les hautes terres.

## **Depuis 1984**

La création d'un ministère de la Recherche scientifique et technologique pour le Développement et la mise en œuvre d'une politique de collaboration entre les départements du FOFIFA ont amené la naissance du Département de recherche-développement, qui a pour rôle d'assurer la liaison entre la recherche et le développement.

Ce Département est chargé d'initier, d'animer, et de coordonner, dans le cadre des recherches sur les systèmes de production, l'ensemble des aspects concernant les liens entre la recherche et la vulgarisation. Il intervient, en particulier, au niveau de la recherche en apportant son appui aux autres départements scientifiques du FOFIFA par la fourniture de données pour l'orientation des programmes de recherche, et par l'aide à l'évaluation économique et socio-économique des innovations technologiques.

Au niveau du développement, son appui au transfert de nouvelles technologies adaptées à chaque milieu rural se concrétise par l'identification et la hiérarchisation des problèmes ainsi que par le suivi et l'évaluation des actions de développement.

## **Résultats acquis**

Pour uniformiser la présentation des résultats obtenus en économie rurale par le biais des études et des recherches effectuées, un regroupement en quatre thèmes principaux s'avère judicieux :

- implications économiques des résultats de la recherche agronomique ;
- organisation des unités de production ;
- implications de l'environnement agro-socio-économique pour les opérations de développement agricole ;
- contribution à l'élaboration ou à la gestion d'une méthodologie d'approche du milieu rural.

## Implications économiques des résultats de la recherche agronomique

Il s'agit de traduire en termes économiques les résultats obtenus par les agronomes et d'analyser les implications de la combinaison des différents résultats.

Ces études partent donc de la simple analyse financière de résultats techniques pour aboutir à la construction de modèles théoriques de production susceptibles d'être appropriés par les paysans producteurs.

- **Emploi des engrais en rizière (IRAM, 1967)**

Les études entreprises à cette époque sur les hautes terres ont montré que dans les conditions de prix existantes (subventions pour engrais), la fertilisation des rizières présentait un intérêt économique si cet apport était suffisant pour entraîner un gain de production significatif (60 à 120 unités d'azote) et si l'on prêtait attention aux autres facteurs de production (pépinière, désherbage, lutte phytosanitaire).

L'étude a montré que le contexte de prix était déterminant et exigeait le maintien d'une politique de subvention pour l'engrais (unité d'azote inférieure à cinq fois le prix du kilo de paddy) et du prix de commercialisation du paddy (16 FMG le kilo, alors que la fourchette allait de 12 à 20 FMG).

Enfin, les caractéristiques de la structure de l'exploitation conditionnent pour une part l'aptitude à l'intensification (existence d'un seuil minimal de superficie : 8 à 9 ares par personne, très faible intérêt de la fertilisation dans le cas de métayage).

- **Redressement de la fertilité des terres de colline (IRAM 1958, 1969, région des hautes terres)**

Les recherches sur ce point découlaient de l'observation que l'intensification de la riziculture, associée à la croissance démographique, nécessitait l'amélioration des productions de l'élevage et des cultures sèches de collines.

- **Modélisation de systèmes de productions végétales (IRAM Manjakandriana, Itasy, Ambatolampy)**

L'analyse de l'intérêt économique de rotations culturales avec ou sans sole fourragère a permis de dégager les seuils de superficie selon le type d'organisation adopté et l'importance de la sole rizicole en quatre classes de surface : 0,7 à 1 ha ; 1,2 à 1,5 ha ; 1,3 à 2,7 ha ; 2,5 ha.

L'analyse des revenus familiaux effectuée sur les divers modèles

proposés montrait que, dans le contexte de prix de l'époque :

- le revenu familial baissait quand la sole rizicole dépassait les besoins de consommation de la famille ;
- l'adoption d'un assolement tabac/arachide/maïs présentait un certain intérêt ;
- la rotation pomme de terre-blé-maïs-patate douce présentait peu d'intérêt économique par rapport à la valorisation de la journée de travail par des activités non agricoles.

- Modèles théoriques pour l'élevage laitier (IRAM, Vakinankaratra)

Dans le contexte des prix de l'époque, la comparaison des différents modèles a permis de déterminer certains seuils techniques (intervalle entre vêlage, niveaux de lactation) en dessous desquels l'élevage laitier ne pouvait constituer une perspective de mise en valeur économiquement viable des sols de colline.

- Coût de la culture attelée (IRAM)

La culture attelée (avec un équipement de base comprenant une charrue, une herse et une charrette) a été étudiée dans l'optique d'une augmentation des rendements en vue d'une progression des revenus des paysans.

Dans le contexte des prix de l'époque, l'analyse permet de mettre en évidence des seuils critiques :

- moins de 1 hectare = pas de culture attelée ;
- entre 1 et 2,5 hectares = recours à la location ;
- entre 2,5 et 3,5 hectares = équipement possible si le producteur peut louer son matériel ou effectuer du travail à façon chez les tiers ;
- au-dessus de 3,5 hectares = équipement rentable.

Ce résultat met en évidence que la structure foncière constituait un obstacle à la diffusion de la culture attelée.

- Tests en milieu paysan des résultats théoriques de la recherche agronomique (travaux de la section économie rurale de 1969 à 1973 dans l'URER de l'Itasy, la ZER de Moramanga, les «hameaux tests» du GOPR)

L'analyse des résultats des observations pour les zones de l'Itasy et de Moramanga a montré que les déperditions par rapport aux parcelles expérimentales sont très variables :

- pour le riz, la progression relative de rendement est égale à environ la moitié de la progression escomptée ;

- pour le maïs, elle n'en atteint que le tiers ;
- pour l'arachide, en revanche, il n'est pas observé de déperdition.

Dans les cas du riz et du maïs, les coefficients de déperdition sont assez variables d'un secteur à l'autre et il semble qu'une des raisons majeures de la déperdition ait été des insuffisances au niveau des techniques culturales.

- Opération test d'introduction de nouvelles variétés de pomme de terre issues du FIFAMANOR (Fiompiana Fambolena Malagasy Norveziana) en milieu paysan dans la région de Manjakandriana

Après une série de trois tests commencés en 1987, les résultats obtenus avec la variété Kinga en contre-saison, sur bas de pente des collines, sont très prometteurs dans les conditions techniques paysannes, contrairement à ceux de la saison des pluies avec la variété Bouda (Kinga : 16,420 t/ha, témoin local [Garana ou Ovy mena] : 7,665t/ha).

De même, dans le Moyen-Ouest, les tests en milieu paysan mis en place en 1986 sur le riz pluvial et le maïs ont montré que les variétés introduites semblent être bien adaptées aux conditions de la région et dégagent un rendement supérieur à celui des variétés cultivées traditionnellement. Il s'agit pour le maïs de l'IRAT 200 et 374, et pour le riz pluvial de l'IRAT 134, 112, du FOFIFA 31 et de la 2366. L'auto-appropriation de ces variétés issues de la recherche est importante, notamment pour le riz IRAT 134.

Au lac Alaotra, les variétés de riz nouvellement vulgarisées répondent à la satisfaction des utilisateurs par leur productivité et/ou leur tolérance à des conditions culturales particulières. Il s'agit des variétés 2798, 2366 et IRAT 134.

## **Organisation des unités de production**

### **La structure de l'exploitation**

Des études et recherches ont été entreprises, notamment, l'analyse économique d'exploitations agricoles de l'Imerina (ORSTOM, 1968) et l'étude de la structure économique de la cellule familiale (travaux de l'IRAM à Antsirabe, 1969, BDPA et Commissariat général au plan de 1962).

Elles ont permis de mettre en évidence :

- les contraintes d'organisation de travail ;

- la concurrence entre activités agricoles et non agricoles ;
- l'importance des transferts sociaux à l'intérieur des communautés villageoises et le déséquilibre selon la position sociale de l'individu entre les transferts en travail et les transferts monétaires ;
- la fonction économique du paysan, sauf dans le cas d'élevage laitier ou d'embouche bovine intensive, qui se situe au niveau de la combinaison d'activités agricoles et non agricoles pour répondre à deux types de besoins : les besoins alimentaires et les besoins monétaires.

Actuellement, dans le cadre du programme R-D hautes terres (région de Manjakandriana), sont menées des études qui ont pour objet de préciser les contraintes en travail liées au progrès technique (travail agricole et travail non agricole), les possibilités de financement de l'innovation et l'évolution de la trésorerie en fonction du «calendrier monétaire» actuel, et la valorisation nette du travail agricole.

### **L'évolution socio-économique des exploitations**

Les travaux de l'ORSTOM avant 1974 relevant de l'anthropologie économique ont pris en compte l'importance accordée à la dimension historique et la satisfaction sociale dans le temps et l'espace.

Ce type de recherche à dimension sociologique est poursuivi d'une façon ponctuelle par le FOFIFA/DRD dans le cadre des projets de développement (projet de réhabilitation du PC-23 lac Alaotra 1985, et projet PPI en matière de socio-organisation 1988).

De 1983 à 1987, les différents programmes régionaux du DRD ont permis d'obtenir des résultats concernant l'organisation des unités de production.

#### **• Moyen-Ouest**

Le diagnostic DRD de 1984 met en évidence l'importance de la vocation agro-pastorale de la zone dont la répartition typologique est la suivante :

- ménage non agricole, 3 % ;
- exploitation sans élevage, 28 % ;
- exploitation avec élevage bovin sans porc, 34 % ;
- exploitation avec élevage bovin avec porc, 34 % ;
- exploitation avec élevage porcin seul, 8 %.

Le passage à la traction animale semble constituer un objet préliminaire à l'élevage porcin et à l'intensification agricole.

La dynamique d'accumulation séquentielle terre-trait-porc identifiée

en 1984, au fur et à mesure que les exploitations se développent et en fonction de leur ancienneté d'accès au foncier, devrait être confirmée pour hiérarchiser les actions techniques pertinentes.

- Lac Alaotra

Les enquêtes du PRD Lac précisent en 1987 :

- une prédominance des exploitations à base rizicole, mais avec inégale répartition des terres à l'ouest ;

- une progression de la pluriactivité avec une diversification des cultures et la colonisation des tanety environnantes à l'est ;

- une évolution selon l'importance de la surface rizicole, le mode de faire-valoir et le degré d'équipement agricole dans toute la zone.

- Sud-Est (ODASE : Opération de développement agricole du Sud-Est)

L'étude de 1987 fait apparaître la bipolarité du système agricole : riz et café. Le riz, avec la complémentation du manioc, assure la viabilité alimentaire, et le café assure la viabilité économique.

La primauté du vivrier ne supprime pas les combinaisons possibles de spéculations majeures selon l'écologie, la politique des prix, l'accès routier et la disponibilité en terres cultivables. Il semblerait qu'en zone de hautes collines, le système prédominant est le trinôme (dans l'ordre) café-riz-manioc, en zone de collines moyennes, le schéma riz-café-manioc et que, dans les basses vallées alluviales, l'ordre de priorité est manioc-riz-café.

## **Environnement agro-socio-économique et opérations de développement agricole**

### **Prix des engrais (IRAM, 1967)**

- Les études ont montré que les niveaux de prix ne permettaient pas d'assurer une rentabilité suffisante pour la fertilisation. Cela a conduit à rechercher les niveaux des subventions souhaitables pour permettre un décollage de l'emploi des engrais. Cette politique de subventions était considérée comme un investissement public dont il convenait de mesurer l'opportunité (J. Celton, G. de Haut de Sigy).

### **Indices des potentialités régionales (IRAM, 1968)**

A la demande du GOPR (Groupement d'opérations de productivité rizicole), un inventaire agro-économique de la région du Vakinankaratra

a été réalisé en 1968 pour identifier les petites régions les plus favorables à une intensification des cultures de collines.

Un classement a été effectué en établissant pour chaque secteur un «indice de potentialité» qui combine les facteurs physiques, les données économiques et les réactions des paysans aux opérations de productivité, soit vingt-cinq caractéristiques synthétisées, après pondérations, dans l'indice final).

Ces recherches ont conduit à proposer sept secteurs prioritaires dans le Vakinankaratra et neuf secteurs en Imerina centrale (J.M. Buresi, G. de Haut de Sigy).

### **Interactions agriculture-industrie (ORSTOM, 1968 à 1971)**

La préoccupation centrale de cet axe de recherche était de définir les conditions dans lesquelles la présence d'une industrie de transformation de produits agricoles pouvait avoir un effet économique significatif sur les exploitations agricoles situées en amont (D. Hardel).

### **Les diagnostics agro-socio-économiques**

A ce titre, les chercheurs ont été à plusieurs reprises amenés à centrer les travaux sur trois formes d'intervention publique en milieu rural :

- les sociétés d'aménagement (SOMALAC, SOMASAK, AMVR...);
- les opérations de développement (GOPR, ODR, FIFABE, ODASE...);
- les projets de développement (ANDROY, Aménagement hydro-agricole, PPI, ODASE...).

D'une façon générale, depuis 1983, ce volet de recherche, selon la finalité et les objectifs de la recherche-développement, a pour fonction :

- identifier ou caractériser le milieu physique et social d'intervention (niveau global ou régional) ;
- définir et analyser les structures et les systèmes de production existants (en termes d'atouts et de contraintes) ;
- analyser les méthodes traditionnelles de production afin d'en dégager les limites et les facteurs de blocage quant à l'amélioration, à l'intensification ;
- proposer des orientations selon la connaissance du milieu agricole pour l'opération du développement, la vulgarisation et la recherche agricole.

Les différents programmes de recherche du DRD/FOFIFA se réfèrent généralement à ce processus R-D au sein de chaque région d'intervention.

## **Elaboration et gestion d'une méthodologie d'approche du milieu rural**

Il est judicieux de signaler ici la contribution ponctuelle ou partielle du DRD/FOFIFA dans le lancement, la réalisation, l'orientation des projets et la politique de développement au niveau régional et parfois national.

A cet égard, à titre d'exemple, mentionnons :

- le projet de développement agricole de l'ANDROY en 1978-1979 ;
- le projet d'aménagement hydro-agricole des vallées sud du lac Alaotra en 1980 ;
- le projet de restructuration de la SOMALAC en 1981 ;
- le projet de relance de la SAMANGOKY en 1983 ;
- la détermination du prix de revient du paddy par zone productrice et par itinéraire technique à l'échelle de Madagascar en 1983 ;
- la participation à des colloques sur la vulgarisation agricole (1985), sur la pratique des sciences sociales pour le développement (1987), sur la recherche-développement (1988)... ;
- le projet de recherche-développement de l'ODASE (1987) ;
- le programme national de vulgarisation agricole (1988) ;
- le programme de réhabilitation des petits périmètres irrigués (1989) ;
- les publications relevant de la recherche-développement (1984 à 1988).

## **Utilisation des résultats et perspectives**

### **La complexité de la recherche-développement**

Une meilleure connaissance des ressorts économiques de la paysannerie devrait permettre d'élaborer des «modèles» acceptables par le paysan. Toutefois, au fur et à mesure de leurs travaux, les chercheurs en R-D constatent que l'analyse étroitement économique est insuffisante pour comprendre la cohérence et les rationalités des sociétés qu'ils étudient.

La complexité de l'adéquation recherche-vulgarisation-paysan souligne les difficultés de l'entreprise de la recherche-développement et la nécessité d'un dialogue permanent entre la recherche et le développement pour prétendre à une intégration et à une appropriation des «paquets technologiques» à proposer aux différentes clientèles de la recherche, notamment aux paysans producteurs.

## **Des résultats en termes de connaissances acquises**

La prédominance des monographies et des diagnostics agro-socio-économiques présente l'inégalable intérêt de ce volet qui permet de connaître les milieux d'étude, d'élaborer des méthodologies et de dégager des variables pertinentes. Mais, en toute rigueur scientifique, ces analyses devraient être prolongées par des enquêtes extensives régionales et des recherches-actions (finalité de la recherche-développement) pour ne pas tronquer la démarche R-D, afin de vérifier le degré d'applicabilité des schémas d'évolution élaborés.

Il en résulte souvent un manque de continuité néfaste à la fiabilité des résultats dans la dynamique de la recherche et à l'évolution des situations agro-socio-économiques détectées au départ.

La faiblesse de l'articulation avec la recherche agro-économique et la dispersion des actions nécessitent un recentrage des activités du DRD et un redimensionnement dans le déséquilibre objectifs-moyens.

## **Perspectives d'avenir**

Si les résultats n'ont pas toujours été à la hauteur des ambitions, ils ont néanmoins contribué de façon non négligeable aux initiatives de développement.

L'examen des programmes en cours permet de dégager cinq perspectives pour l'évolution des recherches au DRD :

- les études «agro-socio-économiques» devraient s'inscrire dans une démarche R-D permettant de les intégrer dans les programmes de recherche ;
- pour être dans la ligne du plan directeur de la recherche agricole, il faudrait entamer une recherche sur sept filières prioritaires — riz, manioc, maïs, arachide, café, lait et viande.

Il doit s'agir de véritables recherches impliquant un suivi permanent de l'évolution de la filière avec l'identification des agents les plus dynamiques de la filière, la connaissance des processus d'accumulation et de l'emploi des surplus, l'élasticité de l'offre par rapport au prix, les corrélations avec les autres filières ;

- la désorganisation des circuits commerciaux, tant pour l'approvisionnement des producteurs que pour la collecte des produits, est un frein important au développement de la production. La recherche sur les organisations en place et sur les initiatives privées ou publiques dans ce domaine devrait avoir une place analogue à celle des travaux de micro-économie ;

- les autorités publiques ne disposent pas d'une observation objective et neutre permettant d'effectuer la meilleure affectation des ressources. Il faudrait renforcer l'étude des méthodes et des résultats de la vulgarisation et des opérations de développement ;

- en vue d'assurer un lien plus aisé avec le département, une harmonisation des activités avec les autres départements du PC/FIFA, une association interdisciplinaire et inter-institutionnelle serait souhaitable.

## Références bibliographiques

- ALBENQUE, D., 1970. Rendements en culture paysannale sur les plateaux malgaches. Rapport d'exécution 1969-1970. Antananarivo, IRAM, 43 p.
- ALBENQUE, D., 1971. Rendements en culture paysannale sur les plateaux malgaches. Rapport d'expérimentation, 1970-1971. Antananarivo, IRAM, 32 p.
- ALBENQUE, D., 1971. Culture paysannale sur les plateaux malgaches. Rapport de synthèse. Antananarivo, IRAM, 72 p.
- ALBENQUE, D. ; CHAUVET, J., 1972. Sondages de rendements de rizières et cultures sèches : hameaux-tests, 1971-1972. Antananarivo, GOPR, 30 f.
- ALBENQUE, D. ; CHAUVET, J., 1973. Opération hameaux-tests. Rapport sur l'enquête temps de travaux. Première partie : Temps de travaux en rizières. Antananarivo, IRAM.
- BIGOT, Y. ; RANDRIAMAHADIMANANA, J.F.R. ; RAKOTONDRAJATA, F., 1987. Programme : systèmes agraires et développement agricole sur les hautes terres. Rapport semestriel d'exécution (1<sup>er</sup> janvier au 30 juin 1987). Antananarivo, FOFIFA, 11 p.
- CELTON, J., 1967. Importation d'engrais et importations de denrées alimentaires à Madagascar. *In* : Annales du colloque sur la fertilité des sols tropicaux. Antananarivo, IRAM, 2, p. 1969-1976.
- CHARMES, J., 1971. Les effets d'une action de vulgarisation dans une communauté villageoise en déstructuration. L'opération productivité riz et le projet Tanery de mise en valeur des collines à Antanimasaka Manjakandriana. Antananarivo, ORSTOM, 3 vol., 305 p.
- CHARMES, J., 1972. Processus de stratification sociale et action de vulgarisation sur les hauts plateaux malgaches. Défense et illustration de la monographie villageoise. *Terre Malgache* (13), p. 69-95.
- CHARMES, J., 1972. Evolution des modes de faire-valoir et transformation des structures sociales dans la région de l'Anony (N.-O. du lac Alaoua). Paris, ORSTOM, 55 p.
- CHARMES, J., 1972. La monographie villageoise comme fondement de l'enquête socio-économique régionale. Essai d'élaboration d'une méthodologie pour une étude de la paysannerie des hauts plateaux malgaches. Antananarivo, ORSTOM, 18 p.
- CHARMES, J., 1973. Théorie et pratique de la vulgarisation agricole. Antananarivo, ORSTOM, 19 p.
- CHAUVET, J., 1971. Recherche agronomique complémentaire pour l'Imérina centrale. Interprétation économique des essais d'Ambohitravao et Mahabo. Antananarivo, IRAM, 23 p.
- CHAUVET, J., 1972. Six années d'expérimentation de l'IRAM à la Sakay (Moyen-Ouest). Synthèse et résultats. Antananarivo, IRAM, 100 p.
- DUBOIS, J.C. ; HARDEL, D. ; HUYNH VAN NHAN, 1969. Notes sur quelques caractéristiques communes de différentes exploitations agricoles à vocation laitière. [s.l.], ORSTOM, 19 p.
- FAUROUX, E., 1968. L'étude du bourg d'Ambohibary. Une expérience interrompue. [s.l.], ORSTOM, 101 p.
- FAUROUX, E., 1970. Les transformations d'une communauté villageoise malgache : Ambohidrandriana (Vakinankaratra). [s.l.], ORSTOM, 400 p.
- FAUROUX, E., 1974. Dynamismes précoloniaux et transformations actuelles d'une communauté villageoise du Vakinankaratra. *Centre d'études des coutumes*, 10, p. 61-91.
- FAUROUX, E., 1974. La formation sociale Sakalava dans les rapports marchands ou l'histoire d'une articulation ratée. Thèse (doctorat d'Etat). [s.l.], ORSTOM, 405 p.
- FAUROUX, E., 1977. La formation sociale Sakalava dans les rapports marchands : pour l'introduction de la dimension historique dans les études d'anthropologie économique. *Cahiers de l'ORSTOM. Sciences Humaines*, 14 (1), p. 71-81.
- FAUROUX, E., 1980. Les rapports de production Sakalava et leur évolution sous l'influence coloniale. *In* : Changements sociaux dans l'Ouest malgache. *Mémoires ORSTOM* (90), p. 76-102.
- FOFIFA (CENRADERU), [s.d.]. Bilan de recherche de la division économie rurale au Département recherche-développement, 1973-1986. [s.l.], FOFIFA, 19 p.
- HARDEL, D., 1966. Essai sur quelques types de relations agriculture-industrie à Madagascar. [s.l.], ORSTOM, 126 p.
- HARDEL, D., 1968. L'industrie agricole, instrument du développement rural. [s.l.], ORSTOM, 18 p.
- HARDEL, D., 1968. Réflexion sur des projets d'industries agricoles. [s.l.], ORSTOM, 50 p.

- HARDEL, D., 1969. Comparaison de deux systèmes de production du lait et des répercussions de leur développement sur l'économie nationale. [s.l.], ORSTOM, 23 p.
- HARDEL, D., 1969. Economie de l'élevage laitier du canton d'Ambatomanga. Situation actuelle. Perspectives d'évolution en fonction des actions de développement. Généralisation à la préfecture de Tananarive. [s.l.], ORSTOM, 98 p.
- HARDEL, D., 1970. Réponse des milieux ruraux à la présence d'une industrie agricole. Cahiers de l'ORSTOM. Sciences Humaines, 7 (4), p. 35-49.
- HAUT DE SIGY, G. DE, 1967. Aspects économiques de la fumure en rizières : fumure azotée dans une rizière des environs de Tananarive. Antananarivo, IRAM, 1, 58 p.
- HAUT DE SIGY, G. DE, 1967. Aspects économiques de la fumure en rizières : redressement de la fertilité dans une rizière du Vakinankaratra. Antananarivo, IRAM, 2, 70 p.
- HAUT DE SIGY, G. DE, 1969. Pour une intensification des cultures de collines dans le Vakinankaratra. Synthèse. Antananarivo, IRAM.
- HAUT DE SIGY, G. DE, 1969. Monographies économiques de deux familles rurales du Vakinankaratra. Antananarivo, IRAM, 44 p.
- HAUT DE SIGY, G. DE, 1969. Cinq années de recherche en économie rurale à Madagascar. Antananarivo, IRAM, 18 p.
- HAUT DE SIGY, G. DE, 1969. Contribution à l'étude des investissements-fertilité sur les collines ferrallitiques des hauts plateaux malgaches. Antananarivo, IRAM, 76 p.
- HAUT DE SIGY, G. DE, 1971. Economie rurale et société villageoise : exemple des hauts plateaux malgasy. Revue Française d'Economie Rurale (88).
- HAUT DE SIGY, G. DE, 1988. Bilan des recherches effectuées à Madagascar avant 1974 en matière d'économie rurale. [s.l.], IRAT, 21 p.
- HAUT DE SIGY, G. DE ; BURESI, J.M., 1968. Pour une intensification des cultures de collines dans le Vakinankaratra. 2<sup>e</sup> étude : Détermination des secteurs d'expansion rurale les plus favorables à une intensification des cultures de colline. Antananarivo, IRAM, 26 p.
- ISNAR, 1983. La recherche agricole à Madagascar. Bilan et perspectives du FOFIFA. La Haye, ISNAR, 124 p.
- LEFORT, J., 1989. Mémoire de la mission Banque mondiale en vue du PNRA. Annexe 3. [s.l.], [s.d.].
- NORMAN, D.W. ; NYGAARD, D.F., 1986. Les possibilités d'utilisation de la recherche en systèmes agricoles à Madagascar. [s.l.], [s.n.], 24 p.
- OTTINO, P., 1961. L'économie commerciale pakistanaise dans le delta du Mangoky. [s.l.], ORSTOM, 12 p.
- OTTINO, P., 1961. Eléments du droit foncier et pastoral - Région du Mangoky. [s.l.], ORSTOM, 94 p.
- OTTINO, P., 1963. Les économies paysannes malgaches du bas Mangoky. Paris, ORSTOM, 375 p.
- PROD'HOMME, 1977. Rapport de mission auprès de la division économie rurale du CENRADERU. Paris, Agro-repro, 20 p.
- RANDRIAMAHADIMANANA, J.F.R. ; RAKOTONDASATA, M.F., 1986. Bilan de la recherche (avant 1973). De la section économie rurale à la division économie rurale. [s.l.], [s.n.].
- RANDRIANAIVO, D., 1981. Etude socio-économique de la cuvette d'Ifanja-Sud 1979. Antananarivo, FOFIFA, 63 p.
- RANDRIANAIVO, D., 1982. Monographie socio-économique du lac Alaotra. Antananarivo, FOFIFA.
- RANDRIANAIVO, D., 1983. Approche typologique d'un espace rural aménagé et analyse du système agro-économique au sein des PC-SOMALAC. Mémoire (diplôme d'études approfondies en sciences). Antananarivo, FOFIFA, 72 p.
- RANDRIANAIVO, D., 1984. Diagnostic socio-économique du Moyen-Ouest en vue de l'encouragement à la production animale et d'une perspective recherche-développement. Antananarivo, FOFIFA, 160 p.
- RANDRIANAIVO, D., 1986. La pomme de terre pour l'autosuffisance alimentaire à Madagascar. Rapport de synthèse. Antananarivo, FOFIFA, 107 p.
- RANDRIANAIVO, D., 1987. Réflexion sur la recherche-développement à partir des données de la station d'Ibaka-Est de la recherche caféière. [s.l.], [s.n.], 26 p.
- RANDRIANAIVO, D., 1988. Connaissance du milieu agricole pour une gestion recherche-développement de la vulgarisation agricole dans les CIRVA-pilotes d'Antananarivo, Miarinarivo et Moramanga. FOFIFA, (CENRADERU), 69 p.
- RANDRIANAIVO, D., [s.d.]. Les données agro-socio-économiques de la culture et de la production de la pomme de terre dans le Vakinankaratra. [s.l.], [s.n.].
- RANDRIANAIVO, D., [s.d.]. Contribution géographique à l'étude de la culture du tabac sur les hautes terres. Antananarivo, [s.n.].
- RANDRIANAIVO, D. ; ANDRIAMBAHOAKA, H. ; RAKOTONAINA, V. ; RAZAFINDRAIBE, R. ; ANDRIANORISOA, D., 1987. Diagnostic initial du territoire ODASE-

1987 - En vue d'une recherche-développement intégrée. [s.l.], [s.n.], 110 p.

RANDRIANAIVO, D. ; ANDRIANILANA, F., 1986. Bilan de recherche DRD-FOFIFA (1973-1986). De la division économie rurale au Département recherche-développement. [s.l.], [s.n.], 15 p.

RANDRIANAIVO, D. ; ANDRIANILANA, F. ; ANDRIAMALALA, G., [s.d.]. Reconnaissance agro-socio-économique de Fotobohitra. [s.l.], [s.n.].

RANDRIANAIVO, D. ; ANDRIANILANA, F. ; ANDRIAMBHAOAKA, H., 1982. Contribution à l'évaluation socio-économique de la Samangoky. [s.l.], [s.n.].

RANDRIANAIVO, D. ; ANDRIANOROSOA, D. ; ANDRIAMBHAOAKA, H., 1985. Les zones de production de pomme de terre : secteurs Antanifotsy et Faratsiho. Antananarivo, FOFIFA, 95 p.

RANDRIANAIVO, D. ; ANDRIANOROSOA, D. ; RAKOTONIAINA, V., 1984. Contribution à une étude agro-socio-économique sur les possibilités de l'extension de la culture du blé en contre-saison. [s.l.], [s.n.].

RANDRIANAIVO, D. ; RASOLO, F., 1985. Photographie socio-économique des exploitations paysannes des hautes terres de Madagascar, à travers les expériences et études du DRD. Antananarivo, FOFIFA, 23 p.

RANDRIANAIVO, D. ; RASOLO, F., 1987. Quelles sciences sociales pour le développement ? (Le développement rural : nouveau territoire de recherche pour les sciences sociales ou vers la gestion d'une nouvelle stratégie d'approche. 2). In : Séminaire national de réflexion sur la politique et la recherche en sciences sociales, Antananarivo, 23-28 février 1987. Antananarivo, [s.n.], 11 p.

RANDRIANAIVO, D. ; RASOLO, F., 1989. Dynamique du café-vivriers dans la région sud-est de Madagascar selon une perspective recherche-développement. In : Colloque international sur la relance de la caféiculture dans les pays en développement, février 1989. Antananarivo FOFIFA 13 p.

RANDRIANAIVO, D. ; RASOLO, F., [s.d.]. De la perception et de la participation paysanne au choix des alternatives techniques pour la réhabilitation du PC-23 - SOMALAC. In : Séminaire sur les aménagements hydro-agricoles et systèmes de production. Montpellier, CIRAD, 16 p.

RANDRIANAIVO, D. ; RASOLO, F., [s.d.]. Prélabes agro-socio-économiques pour un projet de développement régional du Moyen-Ouest. ( Questions foncières, de sécurité et de participation paysanne). [s.l.], [s.n.], 24 p.

RASAMBOMANANA, F. ; RAKOTONDRASATA, M. ; RAKOTONIAINA, V., 1985. Les zones de production de pomme de terre : secteurs Ambatolampy et Antsirabe II. Antananarivo, FOFIFA, 100 p.

RASAMBOMANANA, F. ; RAKOTONIAINA, V., 1987. Programme : R-D Moyen-Ouest. Résultats des tests en milieu paysan. Campagne 1986-1987. Antananarivo, FOFIFA, 17 p.

RASAMOELINA, G. ; ANDRIAMADY, C., 1979. Inventaire agro-économique régional 1977-1978. [s.l.], [s.n.].

RASOLO, F., 1976. Préalable à un conseil de gestion. Mémoire (ingénieur en agronomie. Division économie rurale, 403). Antananarivo, Université de Madagascar, 88 p.

RASOLO, F., 1979. Etude socio-économique de l'Androy. [s.l.], [s.n.], 276 p.

RASOLO, F., 1981. Contribution à une étude agro-économique de la culture du blé en contre-saison sur rizière. [s.l.], [s.n.]. RASOLO, F., 1981. Etude socio-économique de la plaine de Bemahatazana, 1979. Antananarivo, FOFIFA, 63 p.

RASOLO, F., 1982. Reconnaissance agro-économique de la basse vallée de la Tsiribihina. [s.l.], [s.n.].

RASOLO, F., 1984. Note sur le Département recherche-développement. [s.l.], [s.n.], 16 p.

RASOLO, F., [s.d.]. Quelques aspects de la concurrence entre l'agriculture et l'élevage dans la région de l'Ankaizina. Antananarivo, FOFIFA.

RASOLO, F. ; RANDRIANAIVO, D., 1980. Etude socio-économique des vallées sud du lac Alaoura : Sasomangana et Ranofotsy. [s.l.], [s.n.].

RASOLO, F. ; RANDRIANAIVO, D. ; ANDRIANILANA, 1983. Analyses des systèmes agricoles : les grandes techniques rizicoles et leurs coûts de production. Economie rurale/AIRD - Rapport provisoire 1982. [s.l.], [s.n.] : fiches techniques - Doc. dactylographié, 71 p.

RASOLO, F. ; RANDRIANAIVO, D. ; ANDRIANILANA, F., 1982. Catégorisation des attributaires de la SOMALAC et analyse du mode effectif de la mise en culture des parcelles. Antananarivo, FOFIFA.

RASOLO, F. ; RANDRIANAIVO, D. ; ANDRIANILANA, F., [s.d.]. Analyse des systèmes agricoles : le type d'exploitation agricole, 29 octobre 1983. [s.l.], [s.n.] (sous forme de fiches techniques).

RATOVO, ABEL ; ANDRIANILANA, F. ; ANDRIANOROSOA, D., 1988. Les systèmes de production rizicole

- dans les plaines de Marovoay. Antananarivo, FOFIFA, 92 p.
- RATSIMBAZAFY, E., 1972. Terroirs des hauts plateaux et perspectives d'aménagement. Mémoire (ingénieur en sciences agronomiques). Antananarivo, Université de Madagascar, 83 p.
- RAZAKABOANA, F., 1973. Perspective en économie rurale. Antananarivo, 9 p.
- ROY, G., 1965. Les migrations intérieures à Madagascar. [s.l.], ORSTOM, 182 p.
- ROY, G., 1965. La Société d'aménagement de la Sakay (SOMASAK). Bilan de quatre années de gestion. [s.l.], ORSTOM, 123 p.
- ROY, G., 1972. Réflexions et documents sur le problème de la création de structures d'accueil dans l'ouest de Madagascar. [s.l.], ORSTOM, 187 p.
- VELY, J. ; MARQUETTE, J. ; GELTON, J., 1972. Interprétation économique d'un essai de fertilisation d'entretien, *Pennisetum hirtum*. Antananarivo, IRAM.

# Pédologie

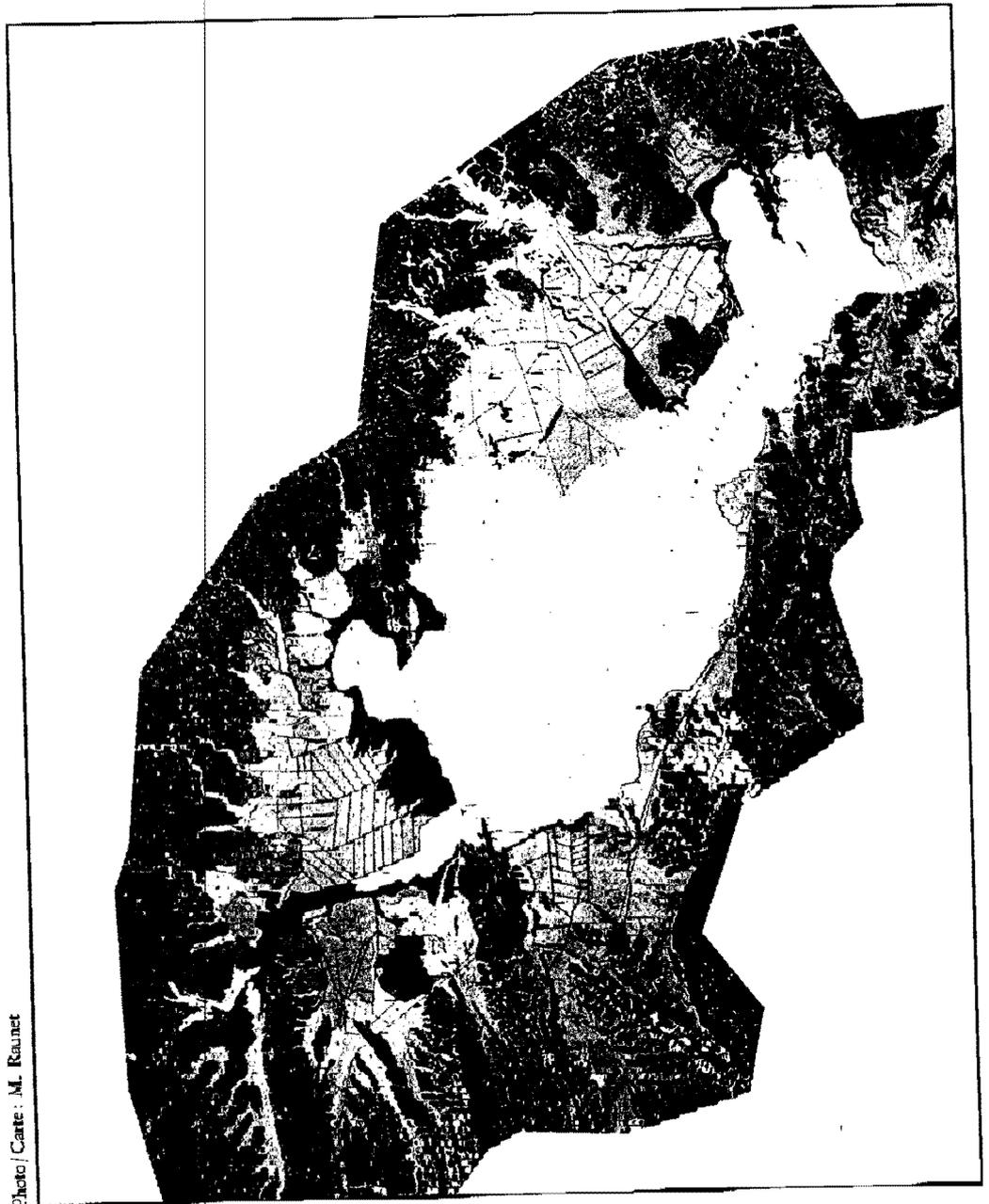
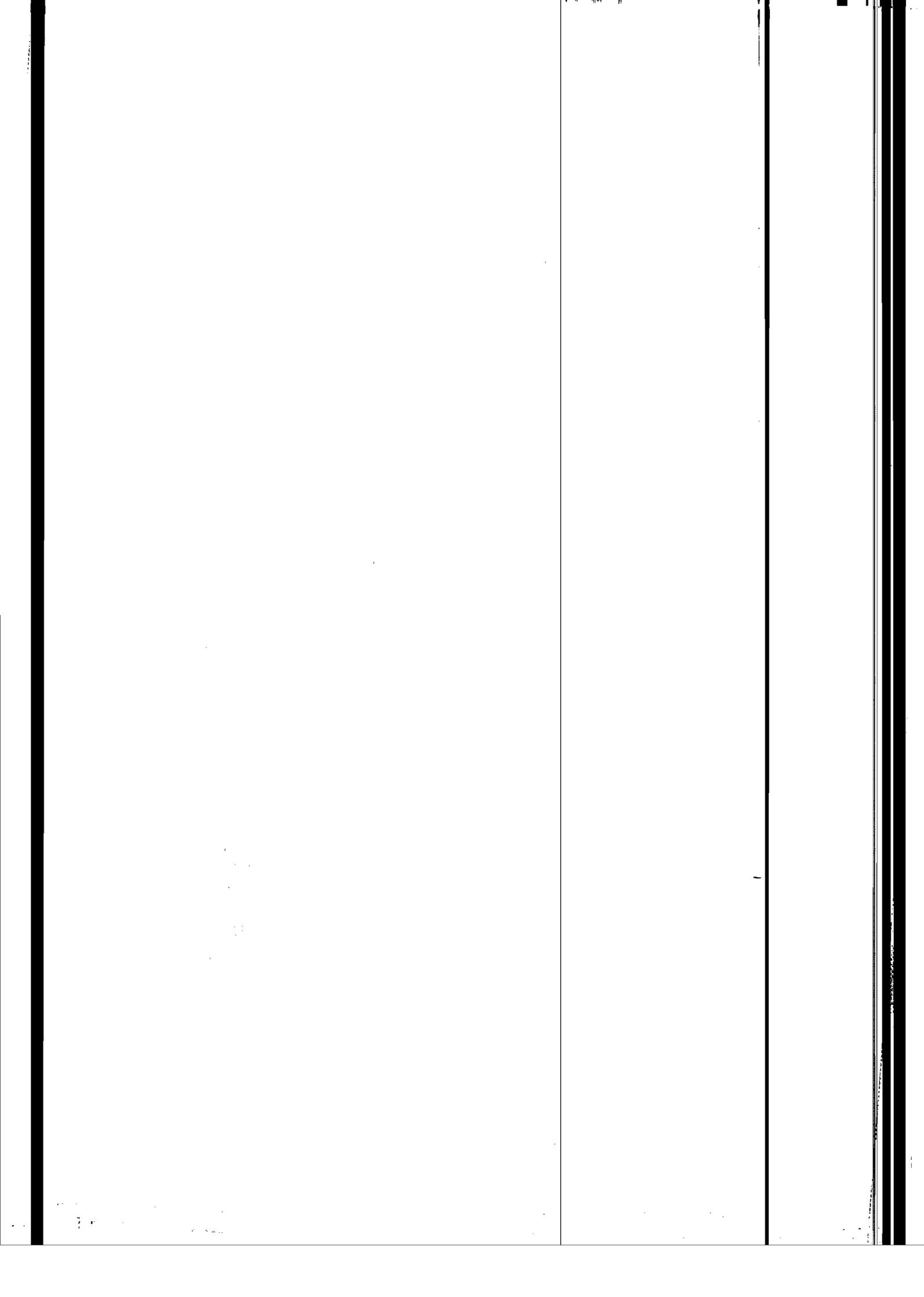


Photo / Carte : M. Rouzet



La pédologie appliquée met la connaissance du sol au service de la technique ; elle cherche à comprendre les qualités et les défauts du sol pour en tirer le meilleur parti ou le transformer.

Expression synthétique de ces données, la carte pédologique est un outil indispensable pour l'action.

Par ses conditions naturelles et climatiques très variées, Madagascar présente une grande diversité de sols, dont la formation et l'évolution sont plus souvent régies par le climat que par la nature des matériaux originels.

La nature, l'évolution et l'application des méthodes d'études pédologiques développées au cours de cette longue période sont axées autour de deux grands thèmes :

- inventaire pédologique (genèse, typologie) et cartographie ;
- utilisation agricole des sols : contraintes et cartographie.

## **Historique et étapes de la recherche**

Les premières études sur les sols malgaches (1894) s'attachaient à leur valeur agronomique.

Jusqu'en 1974, les recherches pédologiques se sont concentrées aussi bien sur l'inventaire des sols (genèse, typologie et cartographie) que sur leur utilisation agricole (contraintes agronomiques et cartographie).

On a constaté une avancée considérable dans la connaissance, la genèse et la classification des sols tropicaux. Parallèlement, des recherches appliquées ont été menées et ont permis de définir les aptitudes culturales des sols dans les divers milieux de l'île.

A partir de 1974, les études sur l'inventaire des sols se sont ralenties. Les travaux entrepris en matière de sols ont utilisé un acquis, certes très important, mais n'ont débouché sur aucune progression significative dans ce domaine.

Les travaux cartographiques appliqués au développement rural (aptitudes culturales) se sont en revanche poursuivis. Une cinquantaine d'études pédologiques à grande échelle ont été entreprises entre 1974 et 1984, réparties dans différentes régions de l'île. L'accent a été aussi porté sur la connaissance systématique des caractères chimiques des sols, constituant ainsi une aide importante aux recherches menées par ailleurs en matière d'expérimentation agronomique.

## Résultats acquis

### Inventaire pédologique (genèse, typologie) et cartographie

#### Avant 1946

L'étude des latérites a marqué cette période, avec un début de classification (1914) en latérites vraies, en latérites silicatées, et en argiles rouges.

Les processus de production des cuirasses ont été étudiés en détail.

Par la suite, on a caractérisé (1927) les sols latéritiques par le rapport silices-esquioxydes de fer composant leur fraction argileuse ; les sols latéritiques doivent avoir un rapport inférieur ou égal à 1,3.

Des études sur le phénomène d'érosion, notamment sur le phénomène de lavaka, ont démarré.

D'autres types de sols ont été également étudiés notamment les sols volcaniques, les sols de l'Ouest malgache et les alluvions.

Les sols volcaniques, reconnus dans l'Ankaratra, dans la région de

Betafo, Antsirabe, dans l'Itasy, et dans la montagne d'Ambre ont été assimilés au tchernozem.

Les sols de l'Ouest malgache présentent une morphologie variable suivant les régions (régions gréseuses, régions calcaires, les sables roux).

Les alluvions ont été largement étudiées, qu'elles soient d'origine lacustre ou fluviale.

En définitive, dès cette époque, les travaux ont permis de connaître les caractéristiques physico-chimiques des sols et de définir les principales cultures adaptées à divers types de sols.

Peu de travaux cartographiques ont cependant été réalisés durant cette période (carte agronomique de Madagascar - 1903 ; essai de la carte pédologique de Madagascar au 1/2 500 000 - 1946).

### **Après 1946**

L'IRSM (Institut de recherche scientifique de Madagascar) a commencé à dresser la carte de reconnaissance pédologique de Madagascar à l'échelle de 1/200 000 ; 1 500 000 hectares avaient été cartographiés en 1951.

Parallèlement, on s'est attaché à dresser des cartes à de plus grandes échelles. En 1973, près d'une centaine de cartes étaient publiées. Des études générales sur les sols malgaches ont été entreprises, débouchant sur la compréhension des processus de pédogenèse, sur la classification des sols et leur répartition spatiale.

La latéritisation étudiée sur le socle ancien malgache et les phénomènes de rubéfaction en climat tropical sec abordés dans les sables roux de Madagascar ont constitué un apport important pour l'élaboration de la classification française des sols. Ces recherches ont aussi servi de base à l'élaboration d'une géographie des sols malgaches.

Les recherches entreprises sur les sols latéritiques, désormais dénommés sols ferrallitiques, sur le terrain comme au laboratoire, ont mis en évidence l'extrême complexité de ces sols. Leur classification a beaucoup évolué dans le temps, suivant les auteurs et les connaissances nouvellement acquises. Ces classifications font intervenir les processus d'érosion et le concept de «rajeunissement». Elles apportent une contribution déterminante pour une meilleure compréhension de leur utilisation agricole.

Une carte pédologique schématique de Madagascar à l'échelle de 1/10 000 000 accompagne cette mise au point sur la typologie des sols.

Une carte schématique de la répartition des sols ferrallitiques est aussi publiée.

En ce qui concerne les sables roux, leurs différentes caractéristiques et leur classification pédogénétique ont été étudiées. Cela a amené à la distinction de trois types :

- les sables roux des nappes d'épandage ;
- les sables roux sur matériaux calcaires d'origine dunaire ;
- les sables roux d'origine alluviale.

Une meilleure connaissance de l'évolution géodynamique du sud de Madagascar dans ses principaux domaines (dunaire, calcaire-basaltique et gréseux) a été ainsi acquise.

Il faut également mentionner les recherches sur les andosols qui ont permis une mise au point récente de leur classification.

Enfin, une *Géographie des sols malgaches* a été publiée en 1966. C'est une synthèse des études concernant la formation, l'évolution et la typologie des sols à Madagascar. Elle situe la répartition des grands types de sols selon les régions pédologiques.

## **Utilisations agricoles des sols : contraintes et cartographie**

### **Avant 1946**

C'est durant cette période qu'on a rassemblé le maximum des données agropédologiques pour chaque culture à Madagascar.

### **1946-1960**

La création du service de conservation des sols est à l'origine des levés des « cartes d'utilisation des sols » établies lors des mises au point des cartes pédologiques de reconnaissance. Ces cartes constituent la base scientifique et la synthèse des reconnaissances sur lesquelles repose tout travail ultérieur de mise en valeur rationnelle des sols. Ces cartes fixent les vocations des différents sols d'une région. Elles s'appuient sur les principes des cartes d'utilisation des terres réalisées aux Etats-Unis, avec des modifications tenant compte des conditions particulières de Madagascar. Treize classes de vocation ont été définies, soit deux de plus que la classification américaine. Entre 1952 et 1961, vingt-deux cartes

d'utilisation des terres ont été levées.

C'est à l'occasion du levé de ces cartes qu'ont été étudiés les sols à riz et leurs problèmes à Madagascar. Les études sur les processus de la pédogenèse hydromorphe ont abouti à une classification des sols hydromorphes dans le système français et à la définition de leurs aptitudes pour la culture du riz.

En 1959 est parue une synthèse sur les sols à canne à sucre à Madagascar, en cultures industrielles sur les alluvions de la côte nord-ouest et de la côte est.

C'est durant cette période que les recherches sur les aptitudes culturales des sols ferrallitiques se sont largement développées.

### **Après 1960**

Les études pédologiques en vue de définir les aptitudes culturales et forestières des sols se sont largement développées. C'est la période des contrats d'études particulières qui, malgré leurs nombreuses contraintes (de temps notamment) ont permis de poursuivre les recherches scientifiques sur la formation, l'évolution et la classification des sols malgaches.

Les prospections ont, pour la plupart d'entre elles, été effectuées à très grande échelle ou moyenne échelle (du 1/1 000 à 1/50 000).

Chaque étude débouche généralement sur la production de deux cartes :

- une carte pédologique situant le milieu dans son contexte édaphique et utilisant les classifications en usage à Madagascar ;
- une carte d'utilisation des sols.

D'autres cartes peuvent être fournies à la demande : carte de la nappe phréatique, carte des perméabilités, carte des textures, etc.

Depuis 1961, l'IRAM (Institut de recherches agronomiques de Madagascar) a étudié ou cartographié près de 1 600 000 hectares et produit plus de cent cinquante cartes.

C'est enfin en 1968, lors de l'étude de la plaine de Morondava, qu'ont été ébauchés les premiers principes de la morphologie. Cette nouvelle approche a été développée plus tard à l'IRAT, et reprise par les jeunes pédologues malgaches pour les études en vue de la mise en valeur agricole régionale.

Pendant ses dix années d'existence, la division de pédologie du FOFIFA a effectué une cinquantaine d'études pédologiques réparties dans les différentes régions de l'île.

## Utilisation des résultats et perspectives

L'étude pédologique est un élément fondamental de connaissance préalable, indispensable à tous projets d'équipement du territoire, d'affectation et d'utilisation des sols, d'adaptation et de transformation du milieu physique. De nombreux exemples sont démonstratifs.

Les premiers grands zonages pédoclimatiques effectués au début du siècle ont permis l'introduction et la fixation, avec succès, des cultures industrielles ou vivrières nouvelles : aleurite, avoine, blé, cacaoyer, caféier, pomme de terre, etc.

Les derniers travaux scientifiques réalisés sur les sols ferrallitiques ont mis en lumière la relation étroite existant entre le relief et les types de sols, jouant sur les propriétés physiques, facteur fondamental du rendement donc de la définition des projets de développement.

L'intensification de la production rizicole et l'implantation des cultures industrielles (palmier à huile, cocotier, cotonnier...) ont largement profité des prospections et études pédologiques.

Les perspectives d'avenir de la recherche pédologique sont à envisager sur le plan des méthodes à développer et sur celui des programmes à proposer.

### Méthodes

Le pédologue joue ainsi le rôle d'informateur auprès des organismes de décision ; il met en évidence et porte à leur connaissance les données durables sur lesquelles ils devront fonder leur choix. Il doit rester intégré aux équipes chargées de proposer des solutions et d'élaborer les projets.

Il paraît utile de proposer le développement de méthodes cartographiques qui ont montré ailleurs leur utilité en recherche appliquée au développement rural, à savoir la morphopédologie et l'utilisation des données de la télédétection .

La morphopédologie est une démarche cartographique visant à analyser les diverses composantes du milieu physique (climat, relief, matériaux, végétation, érosion, sols) et la manière dont ces composantes interfèrent. Cette méthode actuellement utilisée par la division des sols devrait être généralisée.

L'utilisation des données de la télédétection permet la connaissance cartographique des milieux agricoles. Ceux-ci peuvent être appréhendés au travers de l'état de surface, qui constitue l'ensemble des caractères propres à la surface de la terre et susceptibles d'être détectés par un satellite ou un avion.

## **Programmes prioritaires**

Ces propositions englobent les programmes actuels et les élargissent.

- Développement des travaux cartographiques pour l'amélioration du diagnostic dans les projets de recherche-développement (moyenne et grande échelle) :
  - cartographie morphopédologique pour l'identification des contraintes agronomiques ;
  - identification et suivi des milieux agricoles et leurs composantes ;
  - identification et suivi des processus d'érosion.
- Poursuite des travaux agropédologiques sur les conséquences de la mise en valeur quant à l'évolution et à la gestion des sols (échelle de la parcelle) :
  - suivi des caractéristiques chimiques et de l'évolution structurale et de la dégradation des sols ;
  - dynamique de la matière organique ;
  - interaction fertilisation-sol-plante.
- Poursuite de l'inventaire cartographique par la méthode de la morphopédologie.

## **Voie interdisciplinaire**

A la base de la recherche se situe toujours un inventaire des milieux physiques et biologiques, auquel participent plusieurs disciplines telles que la géologie, la pédologie, l'hydrologie, la climatologie, ainsi qu'un inventaire des potentiels et des besoins liés au milieu humain, auquel participent les économistes, les urbanistes, les sociologues, les agronomes. Les méthodes modernes utilisant les données satellitaires renforcent encore cette nécessité.

En outre, un dialogue permanent doit s'institutionnaliser entre la division des sols et les sociétés de développement ou bureaux d'études,

responsables des études, de la conception et de la gestion des projets de mise en valeur agricole afin de les éclairer sur l'utilité de l'outil cartographique.

Les études concernant la dégradation des terres doivent faire intervenir la compétence des forestiers spécialisés par tradition en conservation des sols. Avec eux devraient être poursuivis ou renforcés les travaux axés sur l'évaluation des transferts hydriques dans les sols sous différents systèmes de cultures et d'aménagement.

La mise en route ou la poursuite de ces programmes nécessitera sans doute la formation de chercheurs en télédétection et en chimie des sols pour la gestion et la maintenance des équipements de laboratoire demandés.

Enfin, il paraît important de créer des liens avec les organismes extérieurs à Madagascar pour assurer une circulation actualisée et régulière de productions scientifiques.

## Références bibliographiques

- ANDRIAMIHAINGO, N. ; BOUCHARD, L., 1973. Etude pédologique de la zone de baiboho d'Andranomainty, sous-préfecture de Miandrivazo, province de Tuléar (1. Généralités ; 2. Climat ; 3. Aperçus géomorphologiques et géologiques ; 4. Les sols ; 5. Techniques culturales ; 6. Utilisation des sols ; 7. Projet d'aménagement ; 8. Conclusion). Antananarivo, IRAT, 46 p. (Document IRAM n° 368).
- AUBERT, G. ; BOURGEAT, F. ; DELIBRIES, G., 1970. Phénomènes anciens de rajeunissement des sols ferrallitiques à la latitude de Tananarive. *Compte rendu Sem. Géol. Madagascar*, p. 17-23.
- BERSON, P., 1969. Types de sols dans la région de l'Itasy et la sous-préfecture de Moramanga. Antananarivo, IRAM, 68 p.
- BESAIRIE, H., 1935. Les sols de la basse Menarandra. Antananarivo.
- BESAIRIE, H., 1946. Essai d'une carte des sols de Madagascar. *Bulletin Economique de Madagascar*.
- BONNEVILLE, L. DE, 1969. L'analyse des sols. Antananarivo, ORSTOM, 87 p.
- BOSSER, J. ; HERVIEU, J., 1957. Notice sur la carte d'utilisation des sols à 1/20 000 de Marovoay. Antananarivo, ORSTOM, 6 f.
- BOSSER, J. ; HERVIEU, J., 1958. Notice sur la carte d'utilisation des sols à 1/20 000 de la plaine de Tuléar. Antananarivo, ORSTOM, 44 p.
- BOSSER, J. ; HERVIEU, J., 1958. Notice sur la carte d'utilisation des sols à 1/10 000 de la vallée de l'Onive. Antananarivo, ORSTOM, 44 p.
- BOSSER, J. ; RIQUIER, J., 1952. Carte d'utilisation des sols à 1/10 000 d'Andranocrefina (lac Alaotra). Antananarivo, ORSTOM.
- BOSSER, J. ; RIQUIER, J., 1952. Carte d'utilisation des sols à 1/20 000 de Kianjasoa. Antananarivo, ORSTOM.
- BOSSER, J. ; RIQUIER, J., 1953. Carte d'utilisation des sols à 1/20 000 de Bealanana. Antananarivo, ORSTOM.
- BOSSER, J. ; RIQUIER, J., 1958. Notice sur la carte d'utilisation des sols à 1/20 000. Morarano-Amparafaravola et Ambohitahary (lac Alaotra). ORSTOM, 54 p.
- BOSSER, J. ; RIQUIER, J., 1960. Notice sur la carte d'utilisation des sols à 1/20 000 d'Anjajia. Antananarivo, ORSTOM, 31 p.
- BOSSER, J. ; ROCHE, P., 1956. Notice de la carte d'utilisation des sols à 1/40 000 d'Andilamena. Antananarivo, ORSTOM, 24 p.
- BOUCHARD, L., 1962. Etude pédologique du périmètre de l'Andraina (sous-préfecture d'Ambohimahaso) suivie d'une étude économique du périmètre. Antananarivo, IRAM, 33 p.
- BOUCHARD, L., 1964. Etude pédologique de la plaine de Mampikony (sous-préfecture de Mampikony, province de Majunga) : campagne 1963. Antananarivo, IRAM, 43 p.
- BOUCHARD, L., 1966. Rapport de stage ORSTOM n° 1 : Etude pédologique de la région d'Alakamisy Ambohimaha (province de Fianarantsoa). Antananarivo, IRAM, 111 p. (Document IRAM n° 93).
- BOUCHARD, L., 1966. Rapport de stage ORSTOM n° 2 : Etude de l'évolution de sols sous culture en liaison avec les études de la régénération de la fertilité. Antananarivo, IRAM, 35 p. (Document IRAM n° 94).
- BOUCHARD, L., 1967. Reconnaissance pédologique de la zone sud de la plaine d'Izafo (sous-préfecture de Vavatenina, province de Tamatave). Antananarivo, IRAM, 24 p. (Document IRAM n° 130).
- BOUCHARD, L., 1968. Note concernant la recherche des sols favorables à l'établissement de peupliers dans la région de Moramanga. Antananarivo, IRAM, 11 p. (Document IRAM n° 143).
- BOUCHARD, L., 1968. Observation de profils pédologiques dans les sous-préfectures de Vatondry et de Mahanoro (province de Tamatave). Antananarivo, IRAM, 37 p.
- BOUCHARD, L., 1968. Reconnaissance pédologique en vue de l'extension de la culture cacaoyer dans le Sambirano (province de Diégo-Suarez). Antananarivo, IRAM, 18 p. (Document IRAM n° 173).
- BOUCHARD, L., 1969. Etude pédologique de la zone de Befandriana Sud Antanimahava (province de Tuléar). Antananarivo, IRAM, 31 p. (Document IRAM n° 184).
- BOUCHARD, L., 1969. Reconnaissance pédologique de la zone de reboisement du haut Mangoro (province de

- Tamatave). Antananarivo, IRAM, 20 p. (Document IRAM n° 186).
- BOUCHARD, L., 1970. Etude pédologique du marais de Manakara Mahafaly en vue de la culture industrielle des palmiers à huile. Antananarivo, IRAM, 47 p. (Document IRAM n° 246).
- BOUCHARD, L. ; BUANEC, B. LE; RAMALANJAONA, J.D., 1967. Etude pédologique de la zone d'extension des reboisements de la haute Matsiatra (province de Fianarantsoa). Antananarivo, IRAM, 65 p. (Document IRAM n° 112).
- BOUCHARD, L. ; DAMOUR, M., 1970. Etude agro-pédologique du périmètre de l'Imanga, secteur d'Ambahatra, sous-préfecture de Tsiroanomandidy (province de Tananarive). Antananarivo, IRAM, 40 p. (Document IRAM n° 248).
- BOUCHARD, L. ; DAMOUR, M., 1970. Etude pédologique complémentaire de la région d'Ambila Manakara en vue de la culture industrielle du palmier à huile (province de Fianarantsoa). Antananarivo, IRAM, 51 p. (Document IRAM n° 262).
- BOUCHARD, L. ; DAMOUR, M., 1971. Intervention pédoagronomique de l'IRAM près des organismes de vulgarisation du MAER, GOPR, URER, année 1971. Antananarivo, IRAM, 108 p. (Document IRAM n° 301).
- BOUCHARD, L. ; DAMOUR, M., 1972. Prospection pédoagronomique des plateaux des Tampoketsa de Beveromay, Menazomby, sous-préfecture de Tsaratanana, province de Majunga. Antananarivo, IRAM, 22 p. (Document IRAM n° 311).
- BOUCHARD, L. ; NGO CHAN BANG, 1965. Etude des sols à aptitude au coton. Culture sèche dans la sous-préfecture d'Ihosy (province de Fianarantsoa). Campagne 1964-1965. Antananarivo, IRAM, 81 p. (Document IRAM n° 53).
- BOUCHARD, L. ; RAKOTOARIMANGA, D., 1969. Etude de l'évolution de la structure d'un sol ferrallitique sous diverses cultures en liaison avec l'enfouissement de matières organiques résiduelles. [s.l.], [s.n.], 14 p.
- BOUCHARD, L. ; RAMALANJAONA, D., 1968. Observation de profils pédologiques dans la région de Mananjary (province de Fianarantsoa). Antananarivo, IRAM, 43 p.
- BOUCHARD, L. ; RANDRIAMAMONJIZAKA, J.L. ; RAMALANJAONA, D., 1966. Etude pédo-agronomique de la région de Mandoto. Sous-préfecture de Betafo (province de Tananarive). Antananarivo, IRAM, 52 p. (Document IRAM n° 90).
- BOUCHARD, L. ; RAUNET, M. ; ANDRIAMIHAINGO, 1969. Reconnaissance pédologique effectuée dans la région sud de Vohémar. Antananarivo, IRAM (Document IRAM n° 200).
- BOUCHARD, L. ; RAUNET, M. ; ANDRIAMIHAINGO, 1969. Observations pédologiques effectuées dans la région d'Antalaha. Antananarivo, IRAM, 33 p. (Document IRAM n° 201).
- BOUCHARD, L. ; RAUNET, M. ; ANDRIAMIHAINGO, 1970. Etude pédologique du périmètre de la Manandaza (sous-préfecture de Miandrivazo, province de Majunga) : localisation des profils et sondage, carte d'utilisation des sols, carte des sols. Antananarivo, IRAM, 44 p. (Document IRAM n° 226).
- BOUCHARD, L. ; ROCHE, P. ; ANDRIAMIHAINGO, 1964. Etude pédologique de la plaine de Morondava (secteur nord) préfecture de Morondava : texture, perméabilité, aptitudes culturales. Antananarivo, IRAM, 54 p.
- BOUCHARD, L. ; TREYER, M. ; ROBINSON, J. ; ANDRIAMIHAINGO, 1964. Etude pédologique de la vallée de Mahajamba. Antananarivo, IRAM, 54 p.
- BOUCHARD, L. ; TREYER, M. ; ROCHE, P. ; ANDRIAMIHAINGO, 1963. Etude pédologique de la plaine de Mahabo (Préfecture de Morondava) : texture, perméabilité, vocation des sols. Antananarivo, IRAM, 44 p.
- BOURGEAT, F., 1960. Teneur en phosphate des sols à Madagascar. (Rapport destiné à l'UNICEF). Antananarivo, ORSTOM, 6 p.
- BOURGEAT, F., 1964. Etude à 1/20 000 de la basse plaine de la Manambato. Antananarivo, ORSTOM, 60 p.
- BOURGEAT, F., 1964. Etude à 1/20 000 de la basse vallée du Kamoro. Antananarivo, ORSTOM, 60 p.
- BOURGEAT, F., 1966. Reconnaissance pédologique du périmètre d'Antanetibe. Antananarivo, ORSTOM, 14 p.
- BOURGEAT, F., 1966. Les sols alluviaux du nord-ouest de Madagascar : leur classification. Antananarivo, ORSTOM, 12 p.
- BOURGEAT, F., 1966. Les sols aux environs de certains villages des hauts plateaux. Antananarivo, ORSTOM, 39 p.
- BOURGEAT, F., 1966. Les sols des régions Ankazobe et Arivonimamo. Antananarivo, ORSTOM, 28 p.
- BOURGEAT, F., 1967. Reconnaissance pédologique des zones alluviales des régions du Betizizy, de la Tsinibihina et de la Morondava. Antananarivo, ORSTOM, 10 p.
- BOURGEAT, F., 1967. Reconnaissance pédologique à 1/100 000 du périmètre d'Andranobe (région d'Antsirabe).

- Antananarivo, ORSTOM, 17 p.
- BOURGEAT, F., 1968. Notice de la carte pédologique à 1/100 000 d'Antananarivo. Antananarivo, ORSTOM, 110 p.
- BOURGEAT, F., 1969. Contribution à l'étude des surfaces d'aplanissement sur les hautes terres centrales malgaches. *Annales de Géographie*, p. 157-188.
- BOURGEAT, F., 1969. Les vallées alluviales de l'ouest et du nord-ouest de Madagascar : caractérisation de certains types de sols pour les cultures de décrue. *Terre Malgache* (5), p. 115-132.
- BOURGEAT, F., 1969. Les formations gibbsitiques indurées à Madagascar. *Compte rendu Sem. Géol. Madagascar*, p. 89-98.
- BOURGEAT, F., 1970. Contribution à l'étude des sols sur socle ancien à Madagascar : types de différenciation et interprétation chronologique au cours du quaternaire. Annexe : description des profils et résultats analytiques. Thèse (doctorat ès sciences naturelles). Antananarivo, ORSTOM.
- BOURGEAT, F. ; AUBERT, G., 1971. Les sols ferrallitiques à Madagascar. Antananarivo, ORSTOM, 31 p.
- BOURGEAT, F. ; BULTEAU, F., 1967. Note sur les possibilités de culture de décrue de la région de Miandrivazo (vallée de la Manandaza et de la Sakeny). Antananarivo, ORSTOM, 6 p.
- BOURGEAT, F. ; GRAFFIN, P., 1965. Carte pédologique de reconnaissance à 1/50 000 de la haute vallée de l'Ifasy. Antananarivo, ORSTOM.
- BOURGEAT, F. ; HERVIEU, J. ; RIQUIER, J., 1964. Présentation de quelques profils de sols ferrallitiques : étude du milieu pédogénétique dans les environs de Tananarive : colloque UNESCO. [s.l.], [s.n.], 86 p.
- BOURGEAT, F. ; HUYNH VAN NHAN; VICARIOT, F. ; ZEBROWSKI, C., 1972. Relations entre le relief, les types des sols et leurs aptitudes culturales sur les hautes terres malgaches. Antananarivo, ORSTOM, 35 p.
- BOURGEAT, F. ; PETIT, M., 1965. Les lavakas malgaches : un agent naturel d'évolution des versants. *Bulletin de l'Association de Géographes Français* (332-333), p. 29-33.
- BOURGEAT, F. ; PETIT, M., 1966. Les stone-lines et les terrasses alluviales des hautes terres malgaches. *Cahiers ORSTOM. Série Pédologie*, 4 (2), p. 3-19.
- BOURGEAT, F. ; PETIT, M., 1967. Carte géomorphologique à 1/500 000 des hautes terres centrales de Madagascar. Antananarivo, ORSTOM.
- BOURGEAT, F. ; PETIT, M., 1968. Caractères des surfaces d'aplanissement sur les hautes terres malgaches. *Compte rendu Sem. Géol. Madagascar*, p. 9-15.
- BOURGEAT, F. ; RAKOTOMIRAHLO, J.D., 1968. Reconnaissance pédologique dans la région de Farafangana (rapport provisoire). Antananarivo, ORSTOM, 23 p.
- BOURGEAT, F. ; RATSIMBAZAFY, C., 1968. Les sols alluviaux des hauts plateaux de Madagascar : reconnaissance pédologique du périmètre d'Antanetibe. *Terre Malgache* (3), p. 89-106.
- BUANEC, E. LE, 1967. Rapport de stage : étude pédologique d'un périmètre de la Sakay. Antananarivo, IRAM, 1, 176 p. (Document IRAM n° 132).
- BUANEC, E. LE, 1967. Rapport de stage : évolution sous cultures des sols de la Sakay, fertilisation. Antananarivo, IRAM, 2, 89 p. (Document IRAM n° 132).
- CHABALIER, P.F., 1971. Etude pédologique des vallées de l'Izafo et de la Mananonoka, sous-préfecture de Vavatenina, province de Tamatave. Rapport de stage de l'ORSTOM. Antananarivo, IRAM, 203 p.
- CHABALIER, P.F. ; BOUCHARD, L., 1972. Etude pédologique de deux zones d'alluvions dans les vallées des rivières. Mahagilo et Sakeny sous-préfecture de Miandrivazo. province de Tuléar. Antananarivo, IRAT, 2 vol., 102 p. (Document IRAM n° 325).
- CHABALIER, P.F. ; BOUCHARD, L. ; ANDRIAMIHAINGO, N. ; RAMALANJAONA, J.D., 1972. Etude pédologique de 2 zones d'alluvions dans les vallées des rivières Mahajilo et Sakeny, sous-préfecture de Miandrivazo, province de Tuléar. Antananarivo, IRAM, 102 p. (Document IRAM n° 325).
- CHAMINADE, R., 1948. La pédogenèse et les types de sol à Madagascar. *In* : Conférence agronomique des sols. Goma, 1948, p. 303-308.
- CLAISSE, G. ; MOUREAUX, C. ; RIQUIER, J. ; SEGALIN, P., 1950. Les sols du sud et du S.-O. de Madagascar. Antananarivo, ORSTOM, 19 p.
- CLAISSE, G. ; RIQUIER, J., 1946. Etude des sols de la basse vallée du Mandrarc. Antananarivo, ORSTOM, 8 p.
- CLAISSE, G. ; RIQUIER, J., 1947. Histoire des sols de la station rizicole du lac Alaotra. Antananarivo, ORSTOM, 4 p.
- CLAISSE, G. ; RIQUIER, J., 1948. Sols de la région de Miandrivazo. Antananarivo, ORSTOM, 3 p.
- DAMOUR, M., 1970. Etude de la mise en valeur des baiboho du Nord-Ouest (secteurs Anjobony Bemarivo Kiniangoro). Etude pédologique des baiboho de l'Anjobony (sous-préfecture de Port Bergé, province de

- Majunga). Antananarivo, IRAM, 169 p. (Document IRAM n° 213).
- DAMOUR, M., 1970. Etudes pédologiques complémentaires des plaines de Marovoay (province de Majunga). Antananarivo, IRAM, 74 p. (Document IRAM n° 258).
- DAMOUR, M., 1973. Les sols sodiques des plaines alluviales de Marovoay. Province de Majunga. (I. Milieu physique ; 1. facteurs pédogénétiques, 2. les sols ; II. Salinité et son évolution naturelle ; 1. méthode et schéma d'expérimentation, 2. la pluviométrie ; III. Etude des nappes phréatiques ; IV. Etude de la salinité des différentes tranches de sol ; V. Discussion et conclusion ; VI. Le problème des eaux d'irrigation ; VII. Essais de dessalage des sols sodiques). Antananarivo, IRAM, 122 p. (Document IRAM n° 372).
- DAMOUR, M. ; BOCHARD, L., 1971. Etude pour la mise en valeur des baiboho du Nord-Ouest (secteur de Bemarivo-Kimangoro). Etude pédologique complémentaire en vue de l'implantation des fermes d'Etat I et II sur la rive droite de Mahajamba. Antananarivo, IRAM, 27 p. (Document IRAM n° 29).
- DAMOUR, M. ; BOUCHARD, L., 1972. Etude pour la mise en valeur des baiboho du Nord-Ouest. (secteur Anjobony, Bemarivo, Sofia). Antananarivo, IRAM, 39 p. (Document IRAM n° 352).
- DAMOUR, M. ; BOUCHARD, L. ; DOBELMANN, J.P., 1971. Contribution à l'étude de la mise en valeur des plaines de Marovoay. Le problème de la salinité (province de Majunga). Antananarivo, IRAM, 9 p. (Document IRAM n° 303).
- DAMOUR, M. ; DOBELMANN, J.P. ; OLIVER, R., 1971. Contribution à l'étude de la mise en valeur des plaines de Marovoay. Un exemplaire de dessalage de sols sodiques. Province de Majunga. Antananarivo, IRAM, 19 p. (Document IRAM n° 304).
- DAMOUR, M. ; OLIVER, R., 1972. Contribution à l'étude de la mise en valeur des plaines de Marovoay. Tests de dessalage de laboratoire. Province de Majunga. Antananarivo, IRAM, 14 p. (Document IRAM n° 331).
- DAMOUR, M. ; RANDRIAMAMONJIZAKA, J.L., 1967. Rapport de stage ORSTOM n° 1 : étude pédologique des concessions «Bree Kay», n° 2 : agropédologie de la concession «Ambonofolo» (2<sup>e</sup> parcelle), n° 3 : le problème des argiles. Antananarivo, IRAM, 360 p. (Document IRAM n° 117).
- DOBELMANN, J.P., 1972. Contribution à l'étude de la mise en valeur des plaines de Marovoay (province de Majunga). Notes techniques de vulgarisation destinées au COMEMA, 1970-1971. Antananarivo, IRAM, 4. (Document IRAM n° 312).
- DOBELMANN, J.P. ; DAMOUR, M. ; RANOTOSON, L., 1972. Contribution à l'étude de la mise en valeur des plaines de Marovoay (province de Majunga). Riziculture. Essais multilocaux, 1971. Antananarivo, IRAM, 79 p. (Document IRAM n° 322).
- DURAND, J.H., 1963. Les sols à cocotiers des côtes nord-ouest et nord-est de Madagascar. Antananarivo, IRAM, 107 p.
- DURAND, J.H., 1963. Etude des sols à vocation coton, culture sèche dans le sud-ouest de Madagascar : vallée de l'Ivolo (sous-préfecture de Sakaraha). Antananarivo, IRAM, 63 p.
- ERHART, H., 1926. Note préliminaire sur les sols de l'Itasy. Bulletin Economique de Madagascar (2), p. 69-72.
- FRANG, M., 1966. Etude pédologique de la plaine de Mantalia sud (sous-préfecture d'Ambilobe). Antananarivo, IRAM, 23 p.
- GIGOU, J., 1970. Etude pédologique de la région d'Ambohimandroso Antsiribe (province de Tananarive) : rapport de stage ORSTOM. Antananarivo, IRAM, 70 p.
- GIGOU, J. ; BOUCHARD, L. ; ANDRIAMIHANGO, N., 1971. Etude pédologique de zones de baiboho dans la région de Malaimbady. Préfecture de Morondava (province de Tuléar). Antananarivo, IRAM, 62 p. (Document IRAM n° 269).
- GRAFFIN, P., 1964. Etude à 1/5 000 de la station des sols de Tuléar. Antananarivo, ORSTOM, 75 p.
- GRAFFIN, P., 1967. Delta du Mangoky-Périmètre : Ambalamoa-Ankazomanga : notice explicative de la carte pédologique à 1/10 000. Antananarivo, ORSTOM, 71 p.
- GUILLANTON, A., 1933. Un essai de prospection systématique des alluvions de Madagascar. Revue Scientifique, p. 34-50.
- HENIN, S., 1948. Les sols de Madagascar : congrès Rothamsted, 13-27 juin 1948. Antananarivo, ORSTOM, 5 p.
- HERVIEU, J., 1955. Etude des sols du bassin versant expérimental d'Androvakely. Antananarivo, ORSTOM, 38 p.
- HERVIEU, J., 1956. Pédologie et culture sisalière. Bulletin de Madagascar, 6 (121), p. 563-564.
- HERVIEU, J., 1957. Observations pédologiques dans la plaine d'Ambohimandroso. Naturaliste Malgache, 9, p. 1-17.
- HERVIEU, J., 1958. Notice sur la carte pédologique de

- reconnaissance à 1/200 000 d'Ambovombe (feuille n° 64). Antananarivo, ORSTOM, 70 p.
- HERVIEU, J., 1959. Esquisse géomorphologique et pédologique à 1/100 000 du bas Manambolo de la plaine de Maintirano, de la moyenne vallée de la Tsiribihina, de la plaine de Besalampy : tableaux analytiques. [s.l.], [s.n.].
- HERVIEU, J., 1959. Sols de la concession CFDT près Morondava. [s.l.], [s.n.].
- HERVIEU, J., 1959. Les sables roux du sud de Madagascar. *In* : 3<sup>e</sup> Conférence interafricaine des sols. Dalaba (république de Guinée), vol.1, p. 233-243.
- HERVIEU, J., 1959. Notice sur la carte pédologique de reconnaissance à 1/200 000 d'Ampanihy-Beloha (feuille n° 63). Antananarivo, ORSTOM, 113 p.
- HERVIEU, J., 1959. Notice sur la carte d'utilisation à 1/10 000 des sols de la plaine d'Anosibe. Antananarivo, ORSTOM, 38 p.
- HERVIEU, J., 1959. Etude des sols des concessions CAIC Betomba et Bemangily, Poste Berevo ; district de Belo-Tsiribihina. Antananarivo, ORSTOM, 19 p.
- HERVIEU, J., 1960. Notice sur la carte pédologique de reconnaissance à 1/200 000 de Brickaville-Moramanga (feuille n° 33). Antananarivo, ORSTOM, 69 p.
- HERVIEU, J., 1960. Notice sur la carte pédologique de reconnaissance à 1/200 000 de Fort-Dauphin (feuille n° 65). Antananarivo, ORSTOM, 51 p.
- HERVIEU, J., 1960. Notice sur la carte d'utilisation des sols à 1/20 000 de la plaine de Morondava. Antananarivo, ORSTOM, 93 p.
- HERVIEU, J., 1960. Reconnaissance des secteurs cotonniers pour culture sèche dans l'Ouest (CFTD). Antananarivo, ORSTOM, 22 p.
- HERVIEU, J., 1960. Aperçus régionaux sur les sols et l'agriculture au Mozambique. Antananarivo, ORSTOM, 6 p.
- HERVIEU, J., 1961. Profils types de sols malgaches. Antananarivo, ORSTOM, 186 p.
- HERVIEU, J., 1961. Reconnaissance d'un secteur pour la culture sèche du coton dans la région d'Ihosa. Antananarivo, ORSTOM, 8 p.
- HERVIEU, J., 1962. Notice explicative de la carte pédologique à 1/10 000 du périmètre Tanandava-Ambahily (delta du Mangoky). Antananarivo, ORSTOM, 33 p.
- HERVIEU, J., 1962. La cartographie pédologique et la notion de régionalité. [s.l.], [s.n.], 11 p.
- HERVIEU, J., 1963. Les plaines de la Zomandao et de Ranotsara. (Recherches sur l'aménagement du relief et l'évolution des sols à Madagascar dans le cadre d'unités géomorphologiques). Cahiers ORSTOM. Série Pédologie (3), p. 73-114.
- HERVIEU, J., 1964. La cartographie des sols à Madagascar : liste des cartes pédologiques publiées par le centre ORSTOM de Tananarive depuis 1946. (4), p. 153-154.
- HERVIEU, J., 1964. Notice explicative de la carte pédologique à 1/20 000 du périmètre Ambahikily-Ankazomanga (delta du Mangoky). Antananarivo, ORSTOM, 39 p.
- HERVIEU, J., 1964. Carte pédologique à 1/10 000 en 2 feuilles du périmètre Ambahikily-Ambalamoa (même notice que pour Ambahikily-Ankazomanga) : delta du Mangoky. Antananarivo, ORSTOM.
- HERVIEU, J., 1965. Au sujet de certaines caractéristiques texturales et minéralogiques des alluvions du Mangoky : importance de l'héritage dans la sédimentation continentale actuelle. *In* : C.R. Sem. Géol. Madagascar. [s.l.], [s.n.], p. 3-17.
- HERVIEU, J., 1965. Contribution à l'étude du milieu fluvio-marin sur la côte occidentale de Madagascar. Antananarivo, ORSTOM, 51 p.
- HERVIEU, J., 1966. Sur les caractéristiques texturales et minéralogiques des sédiments récents et des sols alluviaux dans le delta du Mangoky. *In* : Colloque sur les problèmes scientifiques des deltas de la zone tropicale humide et leur implications, Decca, 17 p.
- HERVIEU, J., 1966. Influence du milieu de sédimentation sur l'évolution granulométrique des sédiments fluviaux en régime tropical. Paris, 263, p. 1439-1442.
- HERVIEU, J., 1966. Contribution à l'étude de l'alluvionnement en milieu tropical. Cahiers ORSTOM. Série Pédologie, 4 (2), p. 21-26.
- HERVIEU, J., 1967. Contribution à l'étude du milieu fluvio-marin sur la côte occidentale de Madagascar. *Revue de Géographie* (8), p. 11-16.
- HERVIEU, J., 1967. Contribution à l'étude de l'alluvionnement en milieu tropical. Thèse (doctorat d'Etat). Paris, ORSTOM, Mémoires ORSTOM n° 24, 465 p.
- HERVIEU, J., 1967. Géographie des sols malgaches : essai synthétique. Cahiers ORSTOM. Série Pédologie, (1), p. 39-82.
- HERVIEU, J. ; NALOVIC, L., 1965. Dosage des éléments Co, Ni, Cu, et Zn et leur distribution dans quelques types de sols malgaches. Cahiers ORSTOM. Série Pédologie, 3 (3), p. 237-268.

- HERVIEU, J. ; RIQUIER, J., 1959. Notice sur la carte d'utilisation des sols à 1/50 000 du bas Mandrara. Antananarivo, ORSTOM, 64 p.
- HERVIEU, J. ; RIQUIER, J., 1962. Aptitude à l'irrigation des sols du périmètre Tanandava-Ambahikily (delta du Mangoky) : rapport ORSTOM. Antananarivo, ORSTOM, 95 p.
- KILIAN, J., 1963. Etude des sols cultivés en tabac dans la région d'Ambalavao. Antananarivo, IRAM, 27 p.
- KILIAN, J., 1963. Etude des sols du secteur de modernisation BDPA de la presqu'île de Nioumakele, île d'Anjouan. Antananarivo, IRAM, 16 p.
- KILIAN, J., 1963. Etudes des sols des zones A1 et A2, région de Combani, Mayotte. Antananarivo, IRAM.
- KILIAN, J., 1964. Les sols de la vallée de la Doroa (préfecture d'Antsohihy, province de Majunga). Antananarivo, IRAM, 54 p.
- KILIAN, J., 1964. Etude pédologique des baiboho de la Bemarivo (sous-préfecture de Port-Bergé, province de Majunga). Antananarivo, IRAM, 32 p.
- KILIAN, J., 1964. Etude des sols environnant l'aérodrome d'Ivato Tananarive. Antananarivo, IRAM.
- KILIAN, J., 1964. Etude pédologique de reconnaissance du secteur de l'Antsapanela (commune de Milanoa, sous-préfecture de Vohémar). Antananarivo, IRAM, 12 p.
- KILIAN, J., 1964. Etude pédologique de reconnaissance de la plaine de Bekarara (province de Majunga). Antananarivo, IRAM, 15 p.
- KILIAN, J., 1964. Esquisse morphologique provisoire de la vallée de la basse Ivondro : recherche des terrasses cultivables en palmier à huile ou bananier. Antananarivo, IRAM.
- KILIAN, J., 1965. Etude pédologique de la station de recherches sur le tabac Isalo (sous-préfecture de Miandrivazo, préfecture de Morondava). Antananarivo, IRAM, 35 p.
- KILIAN, J., 1965. Etude pédologique de la plaine du bas Faraony (sous-préfecture de Manakara, province de Fianarantsoa). Antananarivo, IRAM, 35 p.
- KILIAN, J., 1965. Etude pédologique de la cuvette d'Ankazomanga : recherche des sols à arachides (province de Tuléar). Antananarivo, IRAM, 41 p.
- KILIAN, J., 1967. Note sur une reconnaissance pédologique dans la région de Maroantsetra. Antananarivo, IRAM, 22 p.
- KILIAN, J., 1968. Comportement du bananier et du palmier à huile sur les sols tourbeux et semi-tourbeux de la région de Tamatave. Antananarivo, IRAM, 33 p. (Document IRAM n° 137).
- KILIAN, J., 1968. Observation des profils pédologiques dans la région de Fénéry (province de Tamatave). Antananarivo, IRAM, 29 p.
- KILIAN, J., 1968. Observation de profils pédologiques dans la région de Sambava (province de Diego-Suarez). Antananarivo, IRAM, 53 p.
- KILIAN, J., 1968. Classification texturale utilisable pour les sols alluviaux peu évolués applicable à Madagascar. Antananarivo, IRAM, 16 p. (Document IRAM n° 136).
- KILIAN, J., 1968. Les formations littorales marines sableuses de la côte est de Madagascar entre Foulpointe et Mahanoro : aspects morphologiques et pédologiques. Antananarivo, IRAM, 27 p. (Document IRAM n° 172).
- KILIAN, J., 1968. Les sols des vallées de la Manombo et de la Ranozaza (province de Tuléar). Antananarivo, IRAM, 42 p. (Document IRAM n° 1.).
- KILIAN, J., 1969. Reconnaissance pédologique dans la région de Manakara en vue de l'extension de la culture du palmier à huile. Antananarivo, IRAM, 23 p. (Document IRAM n° 184).
- KILIAN, J., 1969. Observations pédologiques dans la région de Tamatave. Antananarivo, IRAM, 64 p. (Document IRAM n° 185).
- KILIAN, J., 1969. Etude pédologique de trois zones de baiboho dans la vallée de Tsiribihina (province de Tuléar). Antananarivo, IRAM, 36 p. (Document IRAM n° 187).
- KILIAN, J. ; ANDRIAMIHAINGO, 1967. Etude pédologique de la plaine de Morondava : secteur nord de l'AMVR (préfecture de Morondava). Antananarivo, 52 p.
- KILIAN, J. ; BLANEC, B. LE ; ANDRIAMIHAINGO, 1968. Etude des sols de la future ferme d'embouche d'Anjajaja (préfecture de Majunga). Antananarivo, IRAM, 60 p.
- KILIAN, J. ; NGO CHAN BANG, 1965. Etude pédologique de reconnaissance sur les sols à bananiers dans la région de Tamatave. Antananarivo, IRAM, 22 p.
- KILIAN, J. ; RAMALANJAONA, J.D., 1966. Les sols de la vallée de la Doroa (préfecture d'Antsohihy) : étude de détail des zones d'irrigation 3-4-5 et 8. Antananarivo, IRAM, 24 p. (Document IRAM n° 100).
- KILIAN, J. ; RANDRIAMAMONJIZAKA, J.L., 1966. Recherche des sols à palmiers à huile dans la région de Tamatave. Antananarivo, IRAM, 53 p. (Document IRAM n° 89).

- KILIAN, J. ; RANDRIAMAMONJIZAKA, J.L. ; RAMALAN-JAONA, D., 1969. Etude pédologique de quatre zones de baibofo dans le Betsiriry (sous-préfecture de Miandrivazo, préfecture de Morondava). Antananarivo, IRAM, 40 p. (Document IRAM n° 195).
- LANGELLIER, P. ; DAMOUR, M. ; BOUCHARD, L., 1973. Etudes pédologiques dans la région de Mandritsara. province de Majunga. Antananarivo, IRAT, 163 p. (Document IRAM n° 361).
- LATRILLE, F., 1966. Etude pédologique de la région d'Alasora (sous-préfecture de Tananarive-banlieue) : facteurs du milieu, étude des sols, pédologie appliquée, vase de végétation. Antananarivo, IRAM, 2 vol., 199 p.
- MOUREAUX, C., 1949. Aspect particulier du milieu pédologique et biologique dans la région d'Ambovombe. Mémoires IRSM. Série D, 1, p. 123-128.
- MOUREAUX, C., 1950. Reconnaissance pédologique d'une station forestière Marahoga près de Majunga. Mémoires IRSM. Série D, 2, p. 123-150.
- MOUREAUX, C., 1953. Notes techniques de pédologie. Mémoires IRSM. Série D, 5, p. 193-195.
- MOUREAUX, C., 1953. Les sols salés de la région de Morondava. Bulletin de l'Académie Malgache, 30, p. 183-184.
- MOUREAUX, C., 1954. Description d'un sol salé rouge dans le sud de Madagascar. In : 5<sup>e</sup> Congrès international, sciences du sol. Léopoldville. vol. 4, p. 199-203.
- MOUREAUX, C., 1956. Observation sur les sols de cafés de la région de Mananjary. Naturaliste Malgache, 8, p. 1-30.
- MOUREAUX, C., 1956. Essai de détermination biochimique des carences dans quelques sols malgaches. Bulletin de l'Académie Malgache, 34, p. 43-46.
- MOUREAUX, C., 1956. Les marais d'Ambila près de Manakara. Mémoires IRSM. Série D, 7, p. 1-22.
- MOUREAUX, C., 1956. Notice de la carte pédologique à 1/200 000 de Maevatanana. Mémoires IRSM. Série D, 7, p. 23-92.
- MOUREAUX, C., 1957. Commentaires d'analyses des échantillons de sols du bas Mangoky. Antananarivo, ORSTOM, 5 p.
- MOUREAUX, C., 1959. Formulaire des méthodes analytiques en usage aux laboratoires de l'IRSM : rapport ORSTOM. Antananarivo, ORSTOM, 56 p.
- MOUREAUX, C., 1959. Etude biologique de quelques sols de la basse vallée du Mandrare. Antananarivo, ORSTOM, 7 p.
- MOUREAUX, C., 1960. Existence de sols noirs humifères en sommet de collines. Bulletin de l'Académie Malgache, p. 47-49.
- MOUREAUX, C., 1960. Commentaire sur les analyses des échantillons de sol sous coton du bas Mangoky (recherches des causes de taches de fanaison) : rapport ORSTOM. Antananarivo, ORSTOM, 6 p.
- MOUREAUX, C., 1961. Etude des sols de la compagnie franco-malgache en relation avec les cultures de tabac, riz et arachides (régions d'Ambato-Boeni). Antananarivo, ORSTOM, 27 p.
- MOUREAUX, C. ; RIQUIER, J., 1951. Les sols submergés du lac Alaotra. Mémoires IRSM. Série D, 3, p. 1-42.
- MOUREAUX, C. ; RIQUIER, J., 1953. Notice de la carte pédologique à 1/200 000 de Manja-Mahabo-Morondava. Mémoires IRSM. Série D, 5, p. 93-172.
- MOUREAUX, C. ; RIQUIER, J. ; ROCHE, P., 1957. Les sols à canne à sucre à Madagascar. In : 3<sup>e</sup> Congrès de la PIOA, section D, Tananarive, p. 137-139.
- MOUREAUX, C. ; RIQUIER, J. ; ROCHE, P., 1959. Les sols à canne à sucre à Madagascar. Mémoires IRSM. Série D, 9, p. 91-108.
- NALOVIC, L., 1969. Etude spectrographique des éléments traces et leur distribution dans quelques types de sol de Madagascar. Cahiers ORSTOM. Série Pédologie (2), p. 1-49.
- NALOVIC, L.J. ; PINTA, M., 1970. Recherches sur les éléments traces dans les sols tropicaux : étude de quelques sols de Madagascar. Geoderma (3), p. 117-132.
- NANSE, G., 1966. Etude pédologique à 1/50 000 du périmètre de Beavoaha, sous-préfecture de Betioky sud. Antananarivo, ORSTOM, 120 p.
- NGO CHAN BANG, 1964. Etude pédologique de la vallée de l'Andranomasina. Diagnostic des carences des sols par la méthode des vases de végétation : rapport de stage pédologie ORSTOM. Antananarivo, ORSTOM, 176 p.
- NGO CHAN BANG, 1965. Notes sur un nouvel appareil pour l'étude de la structure des sols. Antananarivo, IRAM, 35 p. (Document IRAM n° 50).
- NGO CHAN BANG, 1966. Méthode nouvelle et appareil pour l'étude dynamique de la structure des sols : application à certains types de sols de Madagascar. Antananarivo, IRAM, 94 p.
- NGO CHAN BANG, 1968. Proposition de nouveaux indices pour caractériser l'état structural d'un sol : application à quelques cas agronomiques. Antananarivo, IRAM, 21 p. (Document IRAM n° 134 bis).

- NGO CHAN BANG, 1969. Etude pédologique : reconnaissance au 1/50 000 et étude au 1/20 000. Antananarivo, IRAM, 47 p. (Document IRAM n° 202).
- NGO CHAN BANG ; LATRILLE, E. ; VAILLE, J. ; RANDRIAMAMONJIZAKA, J.L., 1967. Etude pédologique de la plaine de Tananarive : campagne 1965-1966. Antananarivo, IRAM, 85 p. (Document IRAM n° 107).
- ORSTOM, 1971. Interaction potassium-fer dans certains sols de Madagascar. Antananarivo, ORSTOM, 24 p.
- ORSTOM, 1971. Diagnostic pédologie de l'orangerie de Bezezika (Morondava). Antananarivo, ORSTOM, 7 p.
- ORSTOM, 1971. Compléments d'observations sur la ferme d'Etat d'agrumiculture de Bezezika (Morondava). Antananarivo, ORSTOM, 4 p.
- PERNET, R., 1951. Bibliographie pédo-agronomique et répartition des types de sols de Madagascar (1884-1946). Mémoires IRSM. Série D, 3, p. 293-349.
- PERNET, R., 1953. De l'effet du labour et de la fumure dans la reforestation d'un sol latéritique. Mémoires IRSM. Série D, 5, p. 229-250.
- PERNET, R., 1953. Les sols de la station forestière de Mandena (région de Fort-Dauphin). Antananarivo, ORSTOM, 10 p.
- PERNET, R., 1954. Evolution des sols de Madagascar sous l'influence de la végétation. Mémoires IRSM. Série D, 6, p. 201-419.
- RAKOTOMIRAHO, D. ; ZEBROWSKI, C., 1972. Notice explicative de la carte pédologique à 1/10 000 000 du secteur d'Ankazomena (delta du Mangoky). Antananarivo, ORSTOM, 30 p.
- RAKOTOMIRAHO, J.D., 1968. Notice explicative de la carte pédologique de reconnaissance à 1/20 000 de la plaine de Soanala. Antananarivo, ORSTOM, 43 p.
- RAKOTOMIRAHO, J.D., 1970. Reconnaissance pédologique du périmètre de Bemaha-Manandona (préfecture d'Antsirabe). Antananarivo, ORSTOM, 5 p.
- RATSIMBAZAFY, C., 1967. Etude à 1/50 000 de trois plaines alluviales à Madagascar (Iazafo, Antanetibe, Bemarivo). Antananarivo, ORSTOM, 173 p.
- RATSIMBAZAFY, C., 1967. Reconnaissance pédologique du lac Bemarivo (sous-préfecture de Belo/Tsiribihina, préfecture de Morondava). Antananarivo, ORSTOM, 26 p.
- RATSIMBAZAFY, C., 1967. Reconnaissance pédologique du périmètre d'Ampanefena (sous-préfecture de Vohémar). Antananarivo, ORSTOM, 13 p.
- RATSIMBAZAFY, C., 1967. Reconnaissance pédologique du périmètre de Farahalana-Ambaribe (sous-préfecture de Sambava). Antananarivo, ORSTOM, 17 p.
- RATSIMBAZAFY, C., 1967. Reconnaissance pédologique de la plaine de Iazafo (préfecture de Fénétrive). Antananarivo, ORSTOM, 18 p.
- RATSIMBAZAFY, C., 1969. Reconnaissance pédologique du périmètre de Sitampiky-Ambodimanga. Antananarivo, ORSTOM, 11 p.
- RATSIMBAZAFY, C., 1971. Les plaines orientales de Madagascar. Terre Malgache (9), p. 169-196.
- RATSIMBAZAFY, C., [s.d.]. Reconnaissance pédologique de la concession dite «Anosimbazaha» appartenant à la SPTM Malainbandy. Antananarivo, ORSTOM, 4 p.
- RATSIMBAZAFY, C., [s.d.]. Reconnaissance pédologique du plateau d'Ampandrabe (Ankilizato). Antananarivo, ORSTOM, 4 p.
- RATSIMBAZAFY, C., [s.d.]. Reconnaissance pédologique du périmètre d'Ampanriakilandy (sous-préfecture d'Ansohihy). Antananarivo, ORSTOM, 18 p.
- RATSIMBAZAFY, C., [s.d.]. Reconnaissance pédologique du périmètre d'Ankasakasa (sous-préfecture du Besalampy). Antananarivo, ORSTOM, 12 p.
- RATSIMBAZAFY, C., [s.d.]. Reconnaissance pédologique du périmètre de Didy (sous-préfecture d'Ambatondrazaka). Antananarivo, ORSTOM, 15 p.
- RATSIMBAZAFY, C., [s.d.]. Reconnaissance pédologique du périmètre de Mahadrodroka (sous-préfecture d'Analalava). Antananarivo, ORSTOM, 19 p.
- RAUNET, M., 1969. Le Ph du sol. Antananarivo, IRAM, 19 p. (Document IRAM n° 279).
- RIQUIER, J., 1947. Note sur l'érosion à Madagascar. Antananarivo, ORSTOM, 10 p.
- RIQUIER, J., 1948. Concession IRCT Anarafaly Antananarivo, ORSTOM, 16 p.
- RIQUIER, J., 1948. Sols du Tampoketsa. Antananarivo, ORSTOM, 6 p.
- RIQUIER, J., 1949. Méthodes pouvant servir à l'étude de l'érosion et des propriétés physiques d'un sol. Antananarivo, ORSTOM, 8 p.
- RIQUIER, J., 1949. Sur l'existence de podzols sur la côte est de Madagascar (région d'Ambila). Antananarivo, ORSTOM, 5 p.
- RIQUIER, J., 1949. Notes sur la cartographie pédologique : problèmes spéciaux à Madagascar. Antananarivo, ORSTOM, 4 p.
- RIQUIER, J., 1951. Essai de classification des sols

- latéritiques de Madagascar selon la topographie. Mémoires IRSM. Série D, 3 (1), p. 87-89.
- RIQUIER, J., 1951. Notice sur la carte pédologique à 1/200 000 de la basse vallée du Mandrare. Mémoires IRSM. Série D, 3 (1), p. 43-85.
- RIQUIER, J., 1951. Les sols de la concession des «Mimosas». Mémoires IRSM. Série D, 3 (1), p. 137-147.
- RIQUIER, J., 1951. Les sols de la région de Soavina et de la Menahaka. Mémoires IRSM. Série D, 3 (1), p. 101-112.
- RIQUIER, J., 1951. Les sols du périmètre forestier d'Ambila Lemaitse. Mémoires IRSM. Série D, 3 (1), p. 127-135.
- RIQUIER, J., 1951. Les sols du Tampoketsa Ankazobe. Mémoires IRSM. Série D, 3 (1), p. 113-126.
- RIQUIER, J., 1952. Note sur les pertes d'engrais par lessivage des sols et leurs conséquences sur l'arrière fumure. Mémoires IRSM. Série D, 4, p. 267-272.
- RIQUIER, J., 1952. Sols du Tampoketsa Famoizankova près de Beanana (ouest de Fenoarivo). Antananarivo, ORSTOM, 5 p.
- RIQUIER, J., 1952. Sols du domaine de la Croix Vallon à Anjozorobe. Antananarivo, ORSTOM, 2 p.
- RIQUIER, J., 1952. Sols de la station forestière de Mandena (Fort-Dauphin). Antananarivo, ORSTOM, 2 p.
- RIQUIER, J., 1952. Sols d'une concession sur le Kamoro : résultats d'analyses. Antananarivo, ORSTOM, 3 p.
- RIQUIER, J., 1952. Les sols de la concession Sainte-Anne (région d'Ambositra). Antananarivo, ORSTOM, 6 p.
- RIQUIER, J., 1952. Les sols de Manja. Antananarivo, ORSTOM, 1 p.
- RIQUIER, J., 1952. Les cartes d'utilisation des sols. Bulletin de Madagascar (70-71), p. 85-87.
- RIQUIER, J., 1953. Etude d'un sol de tavy et d'un sol de forêt primaire à Périnet. Mémoires IRSM. Série D, 5, p. 75-92.
- RIQUIER, J., 1953. Résultats d'analyses des sols de la ferme Faharetana. Mémoires IRSM. Série D, 5, p. 63-74.
- RIQUIER, J., 1953. Notice pédologique de la carte à 1/100 000 d'Anjouan et de Mayoue. Mémoires IRSM. Série D, 5, p. 1-62.
- RIQUIER, J., 1954. Choix de terrain pour la culture de 300 ha de coton et de 60 ha d'agrumes au Mangoky. Antananarivo, ORSTOM, 7 p.
- RIQUIER, J., 1954. Les cartes d'utilisation des sols à Madagascar. *In* : 5<sup>e</sup> Congrès international sciences du sol. Léopoldville, vol. 2, p. 1189-1200.
- RIQUIER, J., 1954. Formation d'une cuirasse ferrugineuse et manganifère en région latéritique. *In* : 5<sup>e</sup> Congrès international sciences du sol. Léopoldville, vol. 2, p. 227-236.
- RIQUIER, J., 1954. Etude sur les «lavaka». Mémoires IRSM. Série D, 6, p. 169-189.
- RIQUIER, J., 1955. Procédés de fixation d'une érosion en lavaka et de régénération d'un terrain extrêmement érodé. Naturaliste Malgache, 7, p. 105-111.
- RIQUIER, J., 1956. Les sols sur alluvions récentes et anciennes du lac Alaotra. *In* : 5<sup>e</sup> Congrès international sciences du sol. Léopoldville, p. 541-546.
- RIQUIER, J., 1956. Rapport sur les sols de la SOSUMAV. Antananarivo, ORSTOM, 8 p.
- RIQUIER, J., 1956. La conservation des sols à Madagascar. Bulletin de Madagascar, 6 (118), p. 260-277.
- RIQUIER, J., 1956. Notice sur la carte d'utilisation des sols à 1/20 000 d'Ankadinondry-Babetteville. Antananarivo, ORSTOM, 27 p.
- RIQUIER, J., 1956. Notice sur la carte d'utilisation des sols à 1/20 000 d'Ambohimandroso. Mémoires IRSM. Série D, 7, p. 403-416.
- RIQUIER, J., 1957. Latérite et latérisation à Madagascar : considérations sur les Tampoketsa d'Ankazobe et de la Menazomby : rapport annuel, Serv. Géol. *In* : 3<sup>e</sup> Congrès de la PIOSA, section D, Tananarive, p. 27-32.
- RIQUIER, J., 1958. Les sols à tabac de la région de Miandrivazo : rapport ORSTOM. Antananarivo, ORSTOM.
- RIQUIER, J., 1958. Les sols des plaines de Bakapaika et Amborondolo : rapport ORSTOM. Antananarivo, ORSTOM.
- RIQUIER, J., 1958. Résultats d'analyses des sols prélevés au cours de la tournée de G. Aubert à Madagascar. Mai 1958. Transmission IRSM (2588), 3 p.
- RIQUIER, J., 1959. Les sols sur calcaires de la région de Majunga. Mémoires IRSM. Série D, 9, p. 229-237.
- RIQUIER, J., 1959. Le bilan hydrique des sols. Bulletin de l'Académie Malgache, 37, p. 17-20.
- RIQUIER, J., 1959. La présence du sulfure dans les sols de marais de Madagascar et ses conséquences pour les rizières. Bulletin de Madagascar, 8 (156), p. 431-435.
- RIQUIER, J., 1959. Notice sur la carte d'utilisation des sols à 1/10 000 du canton d'Alasora (environs de Tananarive). Antananarivo, ORSTOM, 11 p.
- RIQUIER, J., 1959. Les sols de la station agronomique d'Illaka (district de Vatondry). Antananarivo, ORSTOM, 32 p.

- RIQUIER, J., 1959. Les sols de Madagascar : notice de la carte pédologique à 1/1 000 000 et manuel des sols de Madagascar. Antananarivo, ORSTOM, 42 p.
- RIQUIER, J., 1959. Carte pédologique de reconnaissance à 1/40 000 de la région de St-Pierre : étang salé (Réunion). Paris, ORSTOM, 21 p.
- RIQUIER, J., 1959. Carte pédologique de reconnaissance à 1/40 000 de la région de St-Paul (Réunion). Paris, ORSTOM, 16 p.
- RIQUIER, J., 1959. Bilan hydrique des sols calculé d'après les données météorologiques courantes. Antananarivo, Service géologique, 12 p.
- RIQUIER, J., 1959. Note complémentaire sur le bilan hydrique des sols. *Naturaliste Malgache*, 9, p. 1-8.
- RIQUIER, J., 1960. Notice sur la carte pédologique de reconnaissance à 1/100 000 de l'île de la Réunion. Antananarivo, ORSTOM, 72 p.
- RIQUIER, J., 1960. Une carte et analyse des sols de la Réunion. Antananarivo, ORSTOM, 193 p.
- RIQUIER, J., 1961. Notice sur la carte d'utilisation des sols à 1/5 000 de la plaine d'Anosivelo. Antananarivo, ORSTOM, 42 p.
- RIQUIER, J., 1961. Notice sur la carte pédologique de reconnaissance à 1/20 000 de la plaine de Vohipeno. Antananarivo, ORSTOM, 33 p.
- RIQUIER, J., 1962. Plan de conservation des sols du secteur BDPA (Sakay). Antananarivo, ORSTOM, 10 p.
- RIQUIER, J., [s.d.]. Carte pédologique de Madagascar à 1/1 000 000 d'après les levés de Besairie, Bourgeat et al., [s.l.], [s.n.].
- RIQUIER, J. ; BOURGEAT, F., 1964. Définition et classification des sols ferrallitiques de Madagascar. Communication, Colloques UNESCO. Antananarivo, ORSTOM, 13 p.
- RIQUIER, J. ; MOUREAUX, C., 1957. Les sols malgaches, pédologie et types principaux. In : 3<sup>e</sup> Congrès de la PIOSA, section D, Tananarive. p. 5-12.
- RIQUIER, J. ; MOUREAUX, C. ; SEGALIN, P., 1952. Notice pédologique de la carte à 1/200 000 de la basse Menarandra. *Mémoires IRSM. Série D*, 4 (1), p. 71-129.
- RIQUIER, J. ; RATASILAHY, 1956. Notice de la carte pédologique à 1/20 000 du Mangoky (rive gauche). Antananarivo, ORSTOM, 14 p.
- RIQUIER, J. ; SEGALIN, P., 1949. Notice sur la carte pédologique à 1/50 000 de reconnaissance du lac Alaotra. *Mémoires IRSM. Série D*, 1, p. 1-32.
- RIQUIER, J. ; THOMAS, 1962. La mise en valeur du secteur BDPA de la Sakay. Paris, ORSTOM, 14 p.
- RIQUIER, J. ; VIEILLEFON, J., 1959. L'érosion et l'ensablement dans le bassin de l'Imady. (Avant-projet des recherches à effectuer dans le bassin versant de l'Imady). Antananarivo, ORSTOM, 18 p.
- ROCHE, P., 1949. Stage ORSTOM avec les pédologues de l'IRSM. Cartographie des sols de la rive nord du bas Mangoky. Antananarivo, IRSM.
- ROCHE, P., 1950. Etude des sols de la station agricole de Bealanana (Ankaizinana), province de Majunga : reconnaissance des principaux types de sols des plaines alluviales de l'Ankaizinana. Antananarivo, IRAM.
- ROCHE, P., 1950. Etude des sols cultivés en rizière dans la basse Betsiboka, (Ambato-Boéni). Madirovaloa Marovoay. Antananarivo, IRAM.
- ROCHE, P., 1952. Etude pédologique des sols de marais récemment récupérés au lac Alaotra (Madagascar). *L'Agronomie Tropicale* (1), p. 43-63.
- ROCHE, P., 1952. Les problèmes de conservation des sols dans la région de l'Ankaratra et du lac Itasy, province de Tananarive. *Bulletin de l'IRAM* (1), p. 11-16.
- ROCHE, P., 1952. Prospection pédologique en vue de l'établissement d'une station de recherche colonnière dans la région du bas Mangoky (Tuléar). *Bulletin de Recherche Agronomique de Madagascar* (1).
- ROCHE, P., 1953. Etude des sols utilisés par la culture de la canne à sucre à Madagascar. *L'Agronomie Tropicale* (4), p. 374-392.
- ROCHE, P., 1953. Prospection pédologique dans la région de Miandrivazo (zone de culture du tabac Maryland). *Bulletin de Recherche Agronomique de Madagascar* (2), p. 17-24.
- ROCHE, P., 1953. Prospection pédologique des terrains de culture de la collectivité rurale modernisée d'Ambohimandroso-Ambatolampy. *Bulletin de Recherche Agronomique de Madagascar* (2), p. 24-27.
- ROCHE, P., 1953. Prospection pédologique réalisée sur les sols de la CRAM d'Ankazobe (Tananarive). *Bulletin de Recherche Agronomique de Madagascar* (2), p. 28-33.
- ROCHE, P., 1953. Prospection pédologique pour l'installation d'une station de recherche caféière sur la côte est de Madagascar, régions de Vatomandry, Mahanoro, Brickaville, Mananjary. Antananarivo, IRAM.
- ROCHE, P., 1953. Rapport de prospection pédologique effectuée dans la région de Mananjary sur les plantations présentant des taches de pourridié. Antananarivo, IRAM.

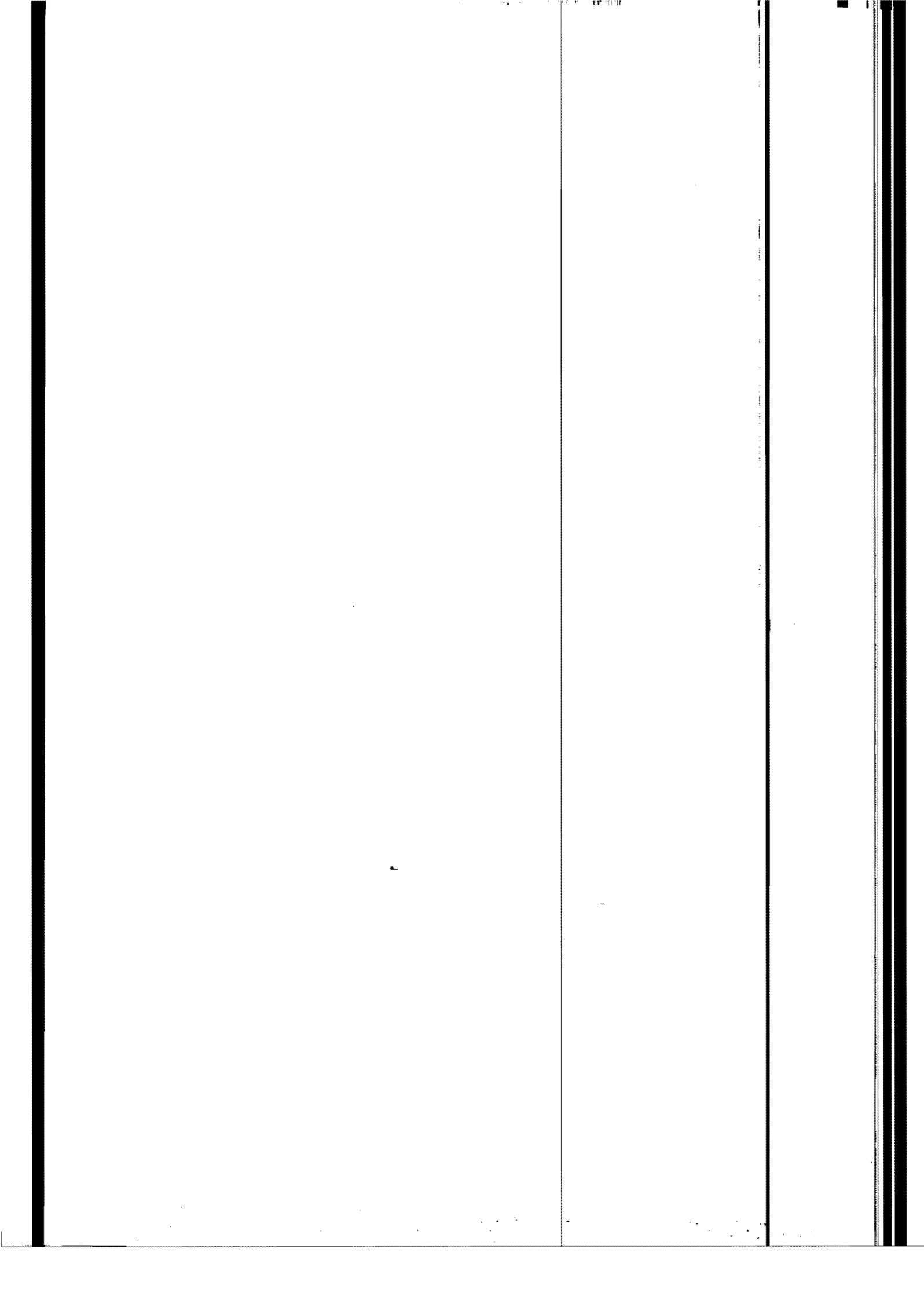
- ROCHE, P., 1953. Rapport de prospection pédologique effectuée dans les provinces de Tananarive, Tamatave, pour le choix de terrain convenant à la culture du théier. Antananarivo, IRAM.
- ROCHE, P., 1954. Etude pédologique des périmètres destinés à la culture du riz sur les terrains de la collectivité rurale de Bemanevika, haut Sambirano, province de Majunga. Antananarivo, IRAM.
- ROCHE, P., 1955. Prospection pédologique pour l'installation de centre multiplicateur de semences de riz dans les provinces de Tananarive et de Tamatave. Antananarivo, IRAM.
- ROCHE, P., 1955. Prospection pédologique de la région de Ranomafana, Fort-Dauphin : extension de la culture du café Robusta. Antananarivo.
- ROCHE, P., 1955. Prospection pédologique des plaines rizicoles de Fitandambo (Itasy), Ambohibary-Sambaina (Antsirabe), Vinaninony (Faratsiho) en vue de leur aménagement hydraulique (étude à la demande du service du génie rural). Antananarivo, IRAM.
- ROCHE, P., 1955. Notice sur la carte d'utilisation des sols du PC 15, collectivité rurale d'Ambohiboatavo-lac Alaotra. Antananarivo, IRAM.
- ROCHE, P., 1956. Techniques de conservation des sols appliquées dans la région du lac Alaotra. Antananarivo, IRSM, 6 p.
- ROCHE, P., 1956. Prospection pédologique de l'île de Sainte-Marie, province de Tamatave. *L'Agronomie Tropicale*.
- ROCHE, P., 1956. Notice sur la carte d'utilisation des sols : feuille d'Andilamena. Antananarivo, IRSM (Mémoires IRSM, section Pédologie, n° 1).
- ROCHE, P., 1957. Prospection pédologique de la région d'Ambanivahibe (Diégo-Suarez) : carte d'utilisation des sols. [s.l.], [s.n.], Recherche agronomique.
- ROCHE, P., 1957. Notice de la carte d'utilisation des sols de Faratsiho, Ankaratra. *Bulletin de Recherche Agronomique de Madagascar*.
- ROCHE, P., 1958. Marais d'Ambila Manakara, province de Fianarantsoa : essai d'étude agronomique. Antananarivo (1), p. 1-13.
- ROCHE, P., 1958. Etude agronomique du périmètre de la Sakay. *Bulletin de la Section Défense et Restauration des sols* (3), p. 1-10.
- ROCHE, P., 1959. Prospection pédologique des sols destinés à la culture sèche du coton dans le district d'Ankazabo, province de Tuléar. Antananarivo (4), p. 31-60.
- ROCHE, P., 1959. Prospection pédologique du secteur de paysannat d'Ankazomiriotra Betafo (Tananarive) : carte d'utilisation des sols. Antananarivo.
- ROCHE, P., 1961. Etude des sols du secteur Ambodimafy-Morondava CFDT Antananarivo, IRAM.
- ROCHE, P., 1961. Prospection pédologique de la plaine de Vinaninony (sous-préfecture d'Antsirabe). Antananarivo, IRAM, 8 p. + tabl.
- ROCHE, P., 1961. Etude de quelques types de sols utilisés en culture cotonnière dans la province de Tuléar (Fiherenana, Manombo). Antananarivo, IRAM.
- ROCHE, P., 1961. Prospection pédologique en vue d'étudier les possibilités d'adaptation de la culture sèche du coton dans la sous-préfecture d'Ihosy. Antananarivo, IRAM.
- ROCHE, P., 1961. Etude des sols de la plaine de Mahabo, avec une note explicative de la carte. Antananarivo, IRAM, 15 p.
- ROCHE, P., 1961. Etude pédologique de la plaine de Madirovalo, sous-préfecture d'Ambato-Boéni. Antananarivo, IRAM, 8 p.
- ROCHE, P., 1961. Prospection pédologique de la plaine de Vinaninony (sous-préfecture d'Antsirabe). Antananarivo, IRAM, 8 p.
- ROCHE, P., 1962. Prospection pédologique en vue de l'établissement d'une station de recherche tabac dans la région de Mampikony. Province de Majunga. Antananarivo, IRAM.
- ROCHE, P., 1963. Prospection pédologique de reconnaissance effectuée à Maoueni et Moheli. Grandes Comores. Secteur du BDPA. Antananarivo, IRAM, 22 p.
- ROCHE, P., 1967. Etude de reconnaissance des sols de la ferme d'Etat de Tamatave. Antananarivo, IRAM, 10 p.
- ROCHE, P. ; ANDRIAMIALLY, 1962. Etude pédologique de la zone alluviale de Mampikony-Bemarivo (sous-préfecture de Mampikony), 3 000 ha. Antananarivo, IRAM, 52 p.
- ROCHE, P. ; DUBOIS, B., 1959. Etude des sols du périmètre bas service de la Taheza-Tuléar : classes d'utilisation des sols. Antananarivo.
- ROCHE, P. ; RAMALANJAONA, D., 1967. Rapport de prospection pédologique sur la ferme d'Etat pommier Betampona-Soanindrariny (préfecture d'Antsirabe). Antananarivo, IRAM.
- ROCHE, P. ; RIQUIER, J. ; HERVIEU, J. ; MOUREAUX, C. ; SAINT-AMAND, D. DE, 1959. Les sols à riz et leurs

- problèmes à Madagascar. Mémoires IRSM, Série D, 9, p. 75-90.
- ROCHE, P. ; RIQUIER, J. ; MOUREAUX, G. ; SAINT-AMAND, D. DE, 1957. Les sols à riz et leurs problèmes à Madagascar. In : 3e Congrès de la PIOISA, section D. Tananarivo, p. 13-14.
- ROEDERER, P., 1964. Note sur les sols halomorphes. Antananarivo, ORSTOM, 21 p.
- ROEDERER, P., 1971. Les sols de Madagascar. Antananarivo, ORSTOM, 36 p.
- ROEDERER, P. ; BOURGEAT, F., 1969. Notice explicative de la carte pédologie à 1/4 000 000 de Madagascar : Atlas de Madagascar. Publ. Assoc. Geogr., Université de Tananarivo, 2 p.
- ROEDERER, P. ; SOURDAT, M., 1970. Compte rendu de la thèse de Bourgeat (F.) sur la contribution à l'étude du sol sur socle ancien à Madagascar. Terre Malgache (8), p. 243-247.
- SAINT-AMAND, D. DE, 1954. Etude des sols de la région d'Ambatomanoina (district d'Anjozorobe). [s.l.], [s.n.], 54 p.
- SAINT-AMAND, D. DE, 1954. Rapport de tournée sur la basse plaine alluviale de la Mananjabe. Antananarivo, ORSTOM, 27 p.
- SAINT-AMAND, D. DE, 1956. Contribution à l'étude des sols de la cuvette d'Andapa. Antananarivo, IRAM, 18 p.
- SAINT-AMAND, D. DE, 1956. Evolution pédologique consécutive au drainage des sols hydromorphes à Madagascar. Antananarivo, IRAM, 31 p.
- SAINT-AMAND, D. DE, 1956. Contribution à l'étude des déficiences observées sur des cultures de coton dans le sud-ouest de Madagascar. Antananarivo, IRAM, 145 p.
- SAINT-AMAND, D. DE, 1956. Pédologie des vallées de Miarinarivo, Antombofito, Antsomitoty, Andriatsiazao, Angodongodona (sous-préfecture de Manjakandriana). Antananarivo, IRAM, 18 p.
- SAINT-AMAND, D. DE, 1956. Etude pédologique de la plaine de Fisakana (district de Fandriana, province de Fianarantsoa). Antananarivo, IRAM.
- SAINT-AMAND, D. DE, 1956. Les sols de la propriété de Mampiteny II (district de Manjakandriana). Antananarivo, IRAM.
- SAINT-AMAND, D. DE, 1956. Contribution à l'étude des sols destinés à la culture du coton sur la rive gauche de la basse vallée du Fiherenana (district de Tuléar). Antananarivo, IRAM.
- SAINT-AMAND, D. DE, 1956. Les sols cultivés en vanille aux environs immédiats d'Antalaha. Antananarivo, IRAM.
- SAINT-AMAND, D. DE, 1957. Etude pédologique de la concession d'Ambodiriana en vue de culture du thé (district de Moramanga). Antananarivo, IRAM, 39 p.
- SAINT-AMAND, D. DE, 1957. Les sols des marais du Tangaina (district de Tananarive-Banlieue). Antananarivo, IRAM.
- SAINT-AMAND, D. DE, 1957. Les sols de la baie de Narinda (district d'Analalava). Antananarivo, IRAM.
- SAINT-AMAND, D. DE, 1957. Contribution à l'étude de la vallée de la Mania (canton de Soavina, sous-préfecture d'Ambatofinandrahana). Antananarivo, IRAM.
- SAINT-AMAND, D. DE, 1957. Etude pédologique du périmètre irrigable sur la rive droite de la Tabaza (district de Beauoky). Antananarivo, IRAM.
- SAINT-AMAND, D. DE, 1957. Pédologie de la concession CGOT Morondava. Antananarivo, IRAM, 36 p.
- SAINT-AMAND, D. DE, 1961. Pédologie de la basse vallée de l'Adromba. Antananarivo, IRAM, 22 p.
- SAINT-AMAND, D. DE, 1962. Etude pédologique des marais d'Ifanja. Antananarivo, IRAM, 31 p.
- SEGALEN, P., 1948. L'érosion des sols à Madagascar. In : Congrès africain des sols, Goma, 1948, p. 1127-1137.
- SEGALEN, P., 1949. La latérite. Naturaliste Malgache, 1, p. 53-59.
- SEGALEN, P., 1951. Etude des sols de la station des Quinquinas. Mémoires IRSM, Série D, 3, p. 165-179.
- SEGALEN, P., 1951. Etude des sols du périmètre forestier d'Ampamaherana (région de Fianarantsoa). Mémoires IRSM, Série D, 3, p. 147-163.
- SEGALEN, P., 1954. Sur l'existence de sols latéritiques bruns à Madagascar. In : 5e Congrès international sciences du sol. Léopoldville. Vol. 4, p. 204-209.
- SEGALEN, P., 1954. Etude pédologique de la région d'Antalaha. In : Le vanillier et la vanille dans le monde, BOURIQUET G. Encyclopédie Biologique, 46, p. 351-363.
- SEGALEN, P., 1956. Etude à 1/50 000 des sols de la plaine du bas Sambirano. Mémoires IRSM, Série D, 7, p. 375-401.
- SEGALEN, P., 1956. Notice sur la carte pédologique à 1/50 000 des plaines d'Ambilobe. Mémoires IRSM, Série D, 7, p. 317-374.
- SEGALEN, P., 1956. Notice sur la carte pédologique de reconnaissance à 1/200 000 de Diégo-Suarez. Mémoires IRSM, Série D, 7, p. 262-316.
- SEGALEN, P., 1956. Notice sur la carte pédologique de reconnaissance à 1/200 000 de Mitsinjo-Matunga.

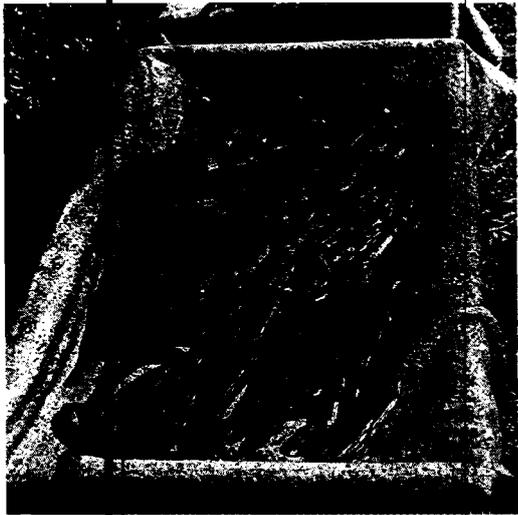
- Mémoires IRSM. Série D, 7, p. 93-160.
- SEGALEN, P., 1956. Notice de la carte pédologique de reconnaissance à 1/200 000 de Marovoay-Mahajamba. Mémoires IRSM. Série D, 3, p. 161-260.
- SEGALEN, P., 1956. Sur quelques sols dérivés de calcaire dans la région de Majunga. *In* : 6<sup>e</sup> Congrès international, sciences du sol. Paris, p. 567-571.
- SEGALEN, P., 1956. Les principaux groupes de sols du nord-ouest de Madagascar. *In* : 6<sup>e</sup> Congrès international, sciences du sol. Paris, p. 561-565.
- SEGALEN, P., 1956. L'étude de la végétation et la prospection pédologique : cas particuliers de l'ouest et du nord-ouest de Madagascar. *In* : Compte rendu 1956. [s.l.], [s.n.], p. 155-159.
- SEGALEN, P. ; MOUREAUX, C., 1948. Rapport de mission (Imeriniasiatosika, lac Alaotra, Ouest et Sud ). Antananarivo, ORSTOM, 16 p.
- SEGALEN, P. ; MOUREAUX, C., 1949. Contribution à l'étude des sols de la vallée de la Taheza (sud). Mémoires IRSM. Série D, 1, p. 129-152.
- SEGALEN, P. ; MOUREAUX, C., 1950. Notice sur la carte pédologique à 1/200 000 du bas Mangoky (sud-ouest). Mémoires IRSM. Série D, 2 (1), p. 1-95.
- SEGALEN, P. ; TERCINIER, G., 1950. Rapport de tournée dans l'Ankaizinana. Antananarivo, ORSTOM, 8 p.
- SEGALEN, P. ; TERCINIER, G., 1951. Notice sur la carte pédologique à 1/50 000 de l'Ankaizinana. Mémoires IRSM. Série D, 3, p. 181-284.
- SOUBIERS, F., 1970. Sols et pédogenèse dans la cuvette d'Ambavava : notice explicative de la carte pédologique de reconnaissance à 1/50 000. Antananarivo, ORSTOM, 37 p.
- SOUBIERS, F. ; RAKOTOMIRAHO, J.D., 1970. Notice explicative de la carte pédologique du périmètre (5 350 ha) de Tsanihy-ouest (delta du Mangoky). Antananarivo, ORSTOM, 38 p.
- SOUCHIER, B., 1961. Les parcelles de mesure du ruissellement et de l'érosion. Lac Alaotra. Résultats de la campagne 1959-1960. Antananarivo, DRS.
- SOURDAT, M., 1967. Séparation des composants humiques de quelques sols du sud-ouest de Madagascar. [s.l.], [s.d.]. Note provisoire, 6 p.
- SOURDAT, M., 1967. Note de reconnaissance sur la plaine de Maromandry : rive droite du Fiherenana. Antananarivo, ORSTOM, 6 p.
- SOURDAT, M., 1967. Note de synthèse sur le périmètre irrigable d'Anosibe. Antananarivo, ORSTOM, 4 p.
- SOURDAT, M., 1967. Note de synthèse sur le périmètre irrigable de Menaharaka (Ihosy). Antananarivo, ORSTOM, 4 p.
- SOURDAT, M., 1967. Compte rendu de reconnaissance dans l'Isalo. Antananarivo, ORSTOM, 22 p.
- SOURDAT, M., 1967. Note de reconnaissance sur le périmètre irrigable d'Ilakaka près de Ranohira. Antananarivo, ORSTOM, 10 p.
- SOURDAT, M., 1967. Reconnaissance pédologique du périmètre de la Katsaoka. Antananarivo, ORSTOM, 2 p.
- SOURDAT, M., 1967. Reconnaissance pédologique à 1/50 000 du périmètre de Benenitra (province de Tuléar). Antananarivo, ORSTOM, 8 p.
- SOURDAT, M., 1967. Reconnaissance pédologique du périmètre de la Taheza : rive gauche (province de Tuléar). Antananarivo, ORSTOM, 10 p.
- SOURDAT, M., 1968. Les sols des plateaux de Vineta et Bememaraha : notes de reconnaissance. Antananarivo, ORSTOM, 32 p.
- SOURDAT, M., 1968. Trois plaines marécageuses de la côte est : Ilaka I (sous-préfecture de Vatomandry), Amparihibe I (sous-préfecture de Mahanoro), Androngaronga (sous-préfecture de Mahanoro). Antananarivo, ORSTOM, 18 p.
- SOURDAT, M., 1972. Notice explicative de la carte pédologique à 1/100 000 d'Antseva (préfecture de Tuléar). Antananarivo, ORSTOM, 45 p.
- SOURDAT, M. ; BATTISTINI, R. ; KARCHE, J.P., 1971. Phénomène de pédogenèse et de karstification dans le sud-ouest de Madagascar. *Revue de Géographie* (18), p. 50-75.
- SOURDAT, M. ; BULTEAU, P., 1968. Reconnaissance pédologique de la concession de Tsaratampo (commune de Tsimafana, sous-préfecture de Belo/Tsiribihina). Antananarivo, ORSTOM, 19 p.
- SOURDAT, M. ; DELAUNE, M., 1968. Etudes des caractères sédimentologiques des sols du sud-ouest de Madagascar. Antananarivo, ORSTOM, 40 p.
- SOURDAT, M. ; GENSE, C., 1968. Les formations sableuses de la région de Tuléar, analyses par diffraction aux rayons X. Antananarivo, ORSTOM, 39 p.
- SOURDAT, M. ; GENSE, C., [s.d.]. Les sables roux de la région de Tuléar, observation stratigraphique : analyses par diffraction aux rayons X. *Compte rendu Sem. Géol. Madagascar*, p. 99-103.

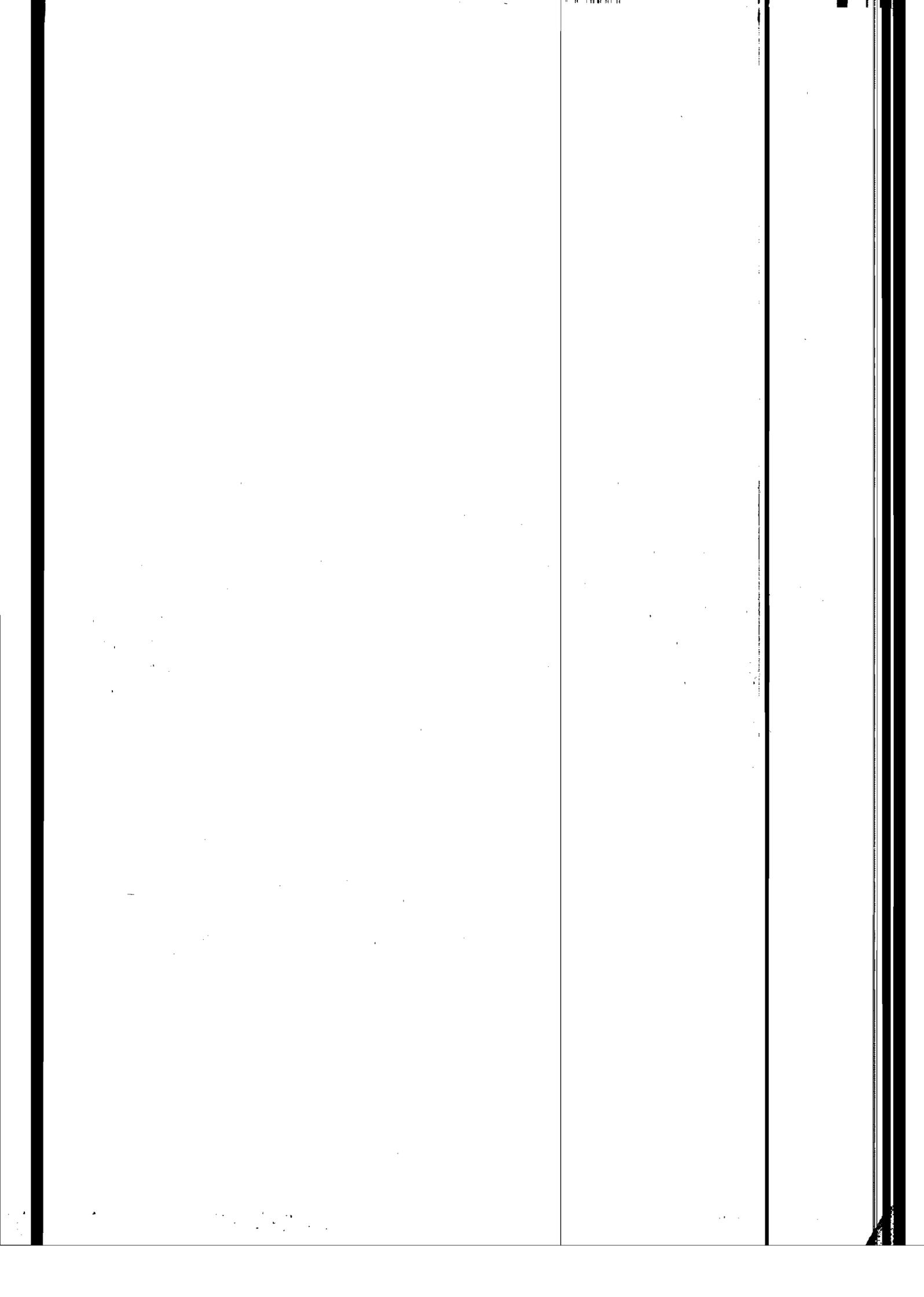
- TERCINIER, G., 1951. Rapport sur une prospection pédologique dans la région de la moyenne Sakay. Mémoires IRSM. Série D, 3, p. 285-292.
- TERCINIER, G., 1951. Quelques remarques sur les sols de Madagascar formés aux dépens des roches basaltiques. Bulletin de l'Académie Malgache, 30, p. 77-78.
- TERCINIER, G., 1952. Prospection pédologique de la région de Diégo-Suarez/Ambavahadibe. Mémoires IRSM. Série D, 4, p. 37-70.
- TERCINIER, G., 1952. Rapport sur la prospection pédologique de la région de Maevatanana, Ambato-Boéni. Mémoires IRSM. Série D, 4, p. 213-256.
- TERCINIER, G., 1952. Rapport sur la prospection pédologique de la région de basse Mahavavy. Mémoires IRSM. Série D, 4, p. 183-212.
- TERCINIER, G., 1952. Rapport sur les sols de la Société des plantes à parfum de Madagascar. Antananarivo, ORSTOM, 27 p.
- TERCINIER, G., 1952. Les sols de la plaine d'Amparihibe. II : Région de Mahanoro. Antananarivo, ORSTOM, 19 p.
- TERCINIER, G., 1953. Rapport sur les sols de la plaine du haut Sambirano, région de Bemanevika. Mémoires IRSM. Série D, 5, p. 203-228.
- THIBOUT, F., 1968. Rapport de stage n° 1 : Etude pédologique de reconnaissance de la région de Manankazo (sous-préfecture d'Ankazobe). Quelques aspects agronomiques : structure des sols, recherche de carence minérale, problèmes de riziculture. Antananarivo, IRAM, 84 p. (Document IRAM n° 87).
- THIBOUT, F., 1968. Rapport de stage n° 2 : Contribution à la recherche des carences minérales en petits vases de végétation. Plante test : le riz. Antananarivo, IRAM, 20 p. (Document IRAM n° 87).
- TREYER, M., 1963. Prospection pédologique de la vallée du Kimangoro (sous-préfecture d'Ambato-Boéni) : campagne 1962. Antananarivo, IRAM, 148 p.
- TREYER, M., 1963. Prospection pédologique de reconnaissance effectuée dans la région de Belobaka, Moyen-Ouest, BDPA. Antananarivo, IRAM.
- TREYER, M., 1963. Contribution à l'étude pédologique du P.C. 23 lac Alaotra (préfecture d'Ambatondrazaka). Antananarivo, IRAM, 56 p.
- TREYER, M., 1965. Etude pédologique de la plaine d'Andranolava (province de Majunga), 7 000 ha. Antananarivo, IRAM, 35 p.
- TREYER, M., 1965. Prospection pédologique de la zone comprise entre Andaingo et Moramanga (plaine de Mangoro). Antananarivo, IRAM, 119 p.
- TREYER, M., 1965. Reconnaissance pédologique de la plaine de Kalandy (sous-préfecture de Mandritsara). Antananarivo, IRAM, 24 p.
- TREYER, M., 1965. Etude pédologique de la zone de Tsinjorano (près de Mahabo). Sous-préfecture de Morondava. Antananarivo, IRAM, 44 p.
- TREYER, M., 1966. Contribution à l'étude pédologique de la plaine de Morondava : secteur sud-ouest. Antananarivo, IRAM, 35 p. (Document IRAM n° 61).
- TREYER, M., 1966. Etude des sols de l'Ikalamavony (province de Fianarantsoa) : prospection pédologique effectuée en novembre 1965 dans la région d'Ikalamavony. Antananarivo, IRAM, 51 p. (Document IRAM n° 72).
- TREYER, M., 1967. Etude pédologique sur les sols à cocotiers dans la région de Sambava (sous-préfecture de Sambava). Antananarivo, IRAM, 98 p. (Document IRAM n° 98).
- TREYER, M., 1968. Contribution à l'étude pédologique de la plaine de Tananarive. (Annexe : résultats d'analyse). Antananarivo, IRAM, 19 p. (Document IRAM n° 139).
- TREYER, M. ; ANDRIAMIHAINGO, 1967. Contribution à l'étude pédologique de la plaine de Fitandambo (sous-préfecture de Soavinandriana). Antananarivo, IRAM, 49 p. (Document IRAM n° 106).
- TREYER, M. ; ANDRIAMIHAINGO, 1968. Etude pédologique du périmètre de Kelilalina-Ampotafala (sous-préfecture d'Ambatolampy). Antananarivo, IRAM, 69 p. (Document IRAM n° 144).
- TREYER, M. ; ANDRIAMIHAINGO, 1969. Etude pédologique de la zone de Befandriana Nord (sous-préfecture d'Antsohihy). Antananarivo, IRAM, 111 p. (Document IRAM n° 211).
- TREYER, M. ; ANDRIAMIHAINGO ; RAKOTOARI-MANGA ; RAMALANJAONA, D., 1969. Contribution à l'étude pédologique de la plaine de Tananarive. A. Sols de rizières. B. Sols de collines. Antananarivo, IRAM, 135 p. (Document IRAM n° 210).
- TREYER, M. ; DURAND, H.R. ; ANDRIAMIHAINGO, 1966. Recherche des sols à cocotiers au nord d'Ambilobe (préfecture de Diégo-Suarez). Antananarivo, IRAM, 95 p. (Document IRAM n° 95).
- TREYER, M. ; RANDRIAMAMONJIZAKA, J.L., 1968. Contribution à l'étude pédologique de Tananarive. Antananarivo, IRAM, 50 p. (Document IRAM n° 138).
- VIELLEFON, J., 1957. Rapport de prospection sur la

- concession Coster à Ankaboka (Marovoay). Antananarivo, ORSTOM, 6 p.
- VIEILLEFON, J., 1958. Etude de quelques caractéristiques hydriques des sols de la région d'Ambovombe. Antananarivo, ORSTOM, 21 p.
- VIEILLEFON, J., 1958. Les sols de la région de Soavina (Ambato-Finandrahana). Antananarivo, ORSTOM, 9 p.
- VIEILLEFON, J., 1959. Notice sur la carte d'utilisation à 1/10 000 des sols de l'Ankona. Antananarivo, ORSTOM, 39 p.
- VIEILLEFON, J., 1959. Notice sur la carte d'utilisation des sols à 1/10 000 de l'Imady. Antananarivo, ORSTOM, 39 p.
- VIEILLEFON, J., 1959. Notice sur la carte d'utilisation des sols à 1/10 000 de la Manantanana. Antananarivo, ORSTOM, 36 p.
- VIEILLEFON, J., 1959. Notice sur la carte d'utilisation à 1/20 000 des sols de la Manandrotsy. Antananarivo, ORSTOM, 35 p.
- VIEILLEFON, J., 1960. Notice sur la carte d'utilisation à 1/20 000 des sols de la plaine d'Ambalabe (district de Majunga). Antananarivo, ORSTOM, 47 p.
- VIEILLEFON, J., 1960. Notice sur la carte d'utilisation des sols à 1/10 000 de la plaine de Menarahaka. Antananarivo, ORSTOM, 36 p.
- VIEILLEFON, J., 1961. Notice sur la carte pédologique de reconnaissance à 1/200 000 d'Antonibe. Antananarivo, ORSTOM, 38 p.
- VIEILLEFON, J., 1961. Notice sur la carte pédologique de reconnaissance à 1/50 000 de l'île Ste-Marie. Antananarivo, ORSTOM, 30 p.
- VIEILLEFON, J., 1961. Etude des sols du bassin versant d'Ambodiroka. Antananarivo, ORSTOM, 6 p.
- VIEILLEFON, J., 1963. Notice sur la carte pédologique de reconnaissance à 1/200 000 d'Antsohihy. Antananarivo, ORSTOM, 37 p.
- VIEILLEFON, J., 1964. Notice sur la carte pédologique de reconnaissance à 1/50 000. Feuille de Nosy-Be. Antananarivo, ORSTOM, 42 p.
- VIEILLEFON, J. ; BOURGEAT, F., 1965. Notice explicative
- ZEBROWSKI, C., 1967. Reconnaissance pédologique à 1/100 000 de la plaine de Mahambo. Antananarivo, ORSTOM, 4 p.
- ZEBROWSKI, C., 1967. Notice explicative de la carte pédologique à 1/100 000 de la basse vallée et du delta de la Tsiribihina. Antananarivo, ORSTOM, 63 p.
- ZEBROWSKI, C., 1967. Notice explicative de la carte pédologique à 1/50 000 de Moramanga. Antananarivo, ORSTOM, 111 p.
- ZEBROWSKI, C., 1968. Reconnaissance pédologique à 1/100 000 des périmètres d'Anivorano, d'Ampombiantambo, de Bobasakoa (préfecture de Diégo-Suarez). Antananarivo, ORSTOM, 17 p.
- ZEBROWSKI, C., 1968. Reconnaissance pédologique à 1/100 000 de la plaine d'Amborondolo. Antananarivo, ORSTOM, 8 p.
- ZEBROWSKI, C., 1968. Reconnaissance pédologique à 1/100 000 du périmètre de Mahazoma (sous-préfecture de Maevatanana). Antananarivo, ORSTOM, 7 p.
- ZEBROWSKI, C., 1968. Reconnaissance pédologique à 1/100 000 du périmètre de Tsaratanana (Préfecture de Majunga). Antananarivo, ORSTOM, 6 p.
- ZEBROWSKI, C., 1969. Etude pédologique à 1/100 000 du périmètre de Kaday (sous-préfecture du Belo/Tsiribihina). Antananarivo, ORSTOM, 7 p.
- ZEBROWSKI, C., 1969. Reconnaissance pédologique à 1/100 000 de la plaine de Bevantaza. Antananarivo, ORSTOM, 10 p.
- ZEBROWSKI, C., 1970. Etude bibliographique sur la matière organique des andosols. Antananarivo, ORSTOM, 16 p.
- ZEBROWSKI, C., 1971. Propriétés des andosols de l'Itasy et de l'Ankaratra. Cahiers ORSTOM. Série Pédologie, 9 (1), p. 83-108.
- ZEBROWSKI, C. ; NANSE, G., 1969. Périmètre de Beavoaha (sous-préfecture de Betsioky sud). Antananarivo, ORSTOM, 3 p.
- ZEBROWSKI, C. ; RAKOTOMIRAHO, D., 1972. Rapport de reconnaissance pédologique d'un périmètre de 5 000 ha (ouest



# Technologie agricole et alimentaire





Les objectifs, et les stratégies adoptées pour les atteindre, varient suivant les orientations politico-économiques du pays. Un tour d'horizon sur un passé plus ou moins lointain permet de se rendre compte que l'exportation des matières premières et des produits bruts avait davantage la faveur des responsables. Il en est résulté des stratégies favorables aux grandes exploitations. Les problèmes de technologie post-récolte et de conservation des produits agricoles furent des premiers à apparaître. Les recherches se traduisaient par des analyses et des travaux réalisés, en général, à l'extérieur, pour résoudre les problèmes posés, et pour apporter une meilleure connaissance des ressources à exporter, en particulier des cultures industrielles.

Plus tard, la nécessité de satisfaire les besoins intérieurs et de résoudre les problèmes sur place a entraîné la naissance, puis le développement d'industries locales, ainsi que la création de laboratoires d'analyses faisant accessoirement quelques travaux de recherche ou de mises au point techniques. Les problèmes de transformation de certaines productions ont dû être résolus de plus en plus dans le pays même.

Le développement du secteur secondaire, rémunérateur pour les industries locales, a entraîné à son tour le développement des recherches technologiques : amélioration des méthodes de transformation et des rendements à l'usine, abaissement des prix de revient, amélioration de la qualité des matières premières et des produits finis.

L'option de l'autosuffisance alimentaire concentre les efforts sur une augmentation de la production des produits alimentaires et des cultures vivrières, en particulier, à l'échelon aussi bien des paysans que des collectivités. Elle a mis en veilleuse l'exportation ainsi que les activités industrielles, sources de profit substantiel en matière économique, et par voie de conséquence les recherches technologiques, favorables, par définition, au développement industriel.

Dès lors, les recherches technologiques ont dû évoluer dans le cadre d'une opération suivie et s'orienter davantage vers une utilisation maximale et une amélioration des moyens locaux de production, sans perdre de vue les objectifs de réduction des importations et d'économie de devises.

## Historique et étapes de la recherche

Avant 1895, il ne semble pas y avoir eu une organisation spéciale consacrée à la recherche en général, et encore moins à la recherche technologique à Madagascar. Les recherches se faisaient en fonction des inspirations et des observations des uns et des autres. Les résultats étaient obtenus d'une manière empirique pour aboutir à la constitution des méthodes dites traditionnelles de production, de conservation ou de transformation des produits. Néanmoins, si l'on remonte plus loin dans le passé, on peut dire que les premières équipes constituées pour effectuer des études sur les produits agricoles étaient celles des comptoirs marchands, initialement des navigateurs qui indiquaient comment préparer les produits agricoles avant d'effectuer eux-mêmes les contrôles à l'embarquement. Il a fallu attendre l'arrivée de Jean Laborde pour voir apparaître et se développer des technologies, non agricoles, basées sur des résultats de recherches scientifiques obtenus à l'étranger. Il y a toutefois lieu de penser que pendant la période des relations florissantes entre Madagascar et les pays d'Europe comme l'Angleterre et la France, les missionnaires ou autres ressortissants anglais ou français ont apporté au pays leurs connaissances techniques et joué un rôle de conseillers agricoles, en particulier.

L'évolution aidant, la diversité des productions et la complexité croissante des opérations imposèrent, plus tard, de créer, après la Seconde Guerre mondiale, un laboratoire de chimie agricole devenu par la suite laboratoire central de chimie et de recherches agricoles, en vue de la valorisation des ressources agricoles, tant pour le marché intérieur que pour l'exportation, non seulement par des analyses chimiques mais par un début de véritables recherches sur place, dans le cadre et les locaux de l'Institut Pasteur à Ambatofotsikely-Tananarive.

Il a fallu attendre l'année 1959 pour que s'élabore le service de recherche en agrochimie de l'IRAM, sous l'égide de l'Inspection générale de l'agriculture, avec la collaboration de l'ORSTOM, avant la création, en 1960, d'un service de recherche en chimie-technologie chargé des recherches en technologie agricole et alimentaire, avec la collaboration des instituts français de recherche spécialisés dans différentes cultures. L'option agro-alimentaire n'a cessé de prendre de l'importance, jusqu'à la prise en charge intégrale de l'ensemble de la recherche scientifique et technique par le Gouvernement malgache en 1974.

Depuis la création du FOFIFA, le Département de recherches

technologiques (DRT) a vocation d'effectuer les recherches devant permettre la promotion de la production agro-industrielle du pays : meilleure connaissance des ressources naturelles, amélioration des qualités technologiques de produits, augmentation des rendements des usines — utilisation, transformation, valorisation des produits et des sous-produits agricoles et alimentaires (amélioration des méthodes de préparation, mise au point de formules de produits commerciaux ou d'appareils et de procédés de fabrication, amélioration des usines existantes...) —, normalisation.

## Résultats acquis

### Huiles essentielles, produits aromatiques, extraits végétaux

#### Girofle

Les résultats des recherches montrent que les têtes des clous de girofle sont plus riches en essence, et de qualité supérieure. Une essence de très bonne qualité peut être obtenue avec un alambic tout aluminium, ou pourvu d'un condenseur en aluminium. La conservation doit se faire dans des bidons étamés, en verre ou aluminium, mais non en fer.

Une sonde pour détermination rapide de l'homogénéité de l'essence de girofle dans un fût opaque a été mise au point. Pour l'exportation, la valeur des essences de feuilles, griffes et clous par rapport aux normes a été déterminée. L'essence de feuilles devrait être bonifiée.

#### Ylang-ylang

Les caractéristiques physiques et chimiques des essences analysées répondent aux normes fixées. Leur conservation doit se faire au frais, à l'abri de l'air et du soleil. L'analyse par CPG\* est souhaitable.

#### Cannelle (feuilles)

Par sa forte teneur en eugénol, l'essence de cannelle est plus intéressante que l'essence de girofle (extraction plus économique). Les branchettes et les écorces peuvent donner aussi des essences convenables.

\* CPG : Chromatographie en phase gazeuse.

### **Palma-rosa**

Par rapport aux normes d'exportation, l'essence malgache devrait être bonifiée.

### **Lemon grass**

Les normes adoptées pour les densités et les teneurs en citral peuvent être maintenues.

### **Basilic**

Pour l'essence de basilic, l'utilisation d'estagnons ou autres emballages ayant renfermé des produits à pouvoir rotatoire fortement négatif, comme l'ylang-ylang, est à proscrire absolument.

### **Niaouli, bigaradier, combava et lime**

De qualité valable, surtout en ce qui concerne la lime de Miandrivazo, ils représentent un marché potentiel vers les Etats-Unis.

### **Poivre**

Le problème de la distillation de l'essence, dû à la présence gênante d'amidon et des matières protéiques, a été résolu.

Quant au poivre vert, des formules de conservation en milieu liquide ont été mises au point. Le rendement en essence du poivre vert est supérieur à celui du poivre noir. Les pertes résultent du séchage et du stockage.

Les balayures de magasins et les déchets de poivre peuvent donner une essence de bonne qualité.

L'extraction à l'éthanol donne un rendement plus élevé en oléorosine ; l'utilisation de l'acétone convient en parfumerie. Le poivre et les oléorosines du poivre malgache sont supérieurs à ceux des autres pays.

### **Vanille**

La préparation et le séchage de la vanille ont été améliorés par utilisation d'un séchoir à air chaud. Une teneur en eau de 25 % donne une vanille bien givrée, de bonne conservation, avec un bon rendement en vanille emballée (1 pour 5). Le danger de moisissures semble apparaître à environ 42 % d'humidité. L'emploi de la chromatographie en couche mince a permis une approche du caractère parental des hybrides.

Une technique de fabrication d'extrait de vanille a été mise au point et l'étude technologique de cinquante nouveaux hybrides a été faite.

## **Boissons fermentées : vins, litchelle, eaux-de-vie...**

### **Vin et eau-de-vie d'anacarde**

La principale difficulté pour obtenir un bon jus de fruit fermenté provient, d'une part, de l'astringence importante des fruits issus d'essences forestières de reboisement et non sélectionnées pour la production fruitière et, d'autre part, d'un jus mal équilibré. La fermentation donne un vin peu alcoolisé (5 à 7 °GL), à l'odeur agréable d'anacarde mais de goût plat et de temps de conservation limité.

Une eau-de-vie de qualité peut être obtenue ; tête (72 °GL), cœur et queue sont fractionnés à la troisième distillation. Le bouquet s'améliore rapidement (agréable et très caractéristique).

### **Alcool local ou toaka gasy (T.G.)**

Deux variétés de canne (Louisier et Pindar) sont utilisées dans la fabrication du T.G. Il y a influence de l'âge sur le taux d'éthanol. Le katrafay peut être utilisé à dose cent fois moindre. Il est le meilleur parmi les nombreux laro connus et étudiés. Le vesou assaini et levuré donne une bonne fermentation et un «vin» de canne d'une bonne finesse d'arôme.

Une distillation fractionnée est nécessaire pour obtenir un bon alcool. Pour la première chauffe, un alambic en aluminium convient bien. Pour la deuxième chauffe, l'inox et le verre donnent des résultats supérieurs mais sont hors de portée des artisans. La cucurbite en fer peut convenir à condition que le tube réfrigérant soit en cuivre. Un prototype d'alambic a été conçu par le DRT.

### **Betsabetsa ou vin de canne**

Les objectifs scientifiques de cette étude ont été bien atteints. Un moulin à extraire le jus et des méthodes de fabrication de vin sec ou doux stabilisé ont été mis au point.

### **Vins**

Situation de la viticulture malgache en 1982 : les principaux cépages de cuve sont des hybrides producteurs directs (SV 18315, SV 23657, JS 26205 et C. 13) - blanc ; deux teinturiers, Alicante et T. Seibel.

L'Isabelle représente 5 % du vignoble malgache. Il est à utiliser de préférence en jus et en raisin de table.

Tous les vinificateurs pratiquent la chaptalisation en raison d'une maturation incomplète par défaut de temps chaud et sec au cours de la dernière période de maturation.

### **Hydromels**

Les protocoles précis de fabrication permettent d'obtenir une qualité supérieure et constante. Les additifs importés peuvent être remplacés par des produits locaux.

### **Vins et eaux-de-vie de litchi**

Une formule de fabrication de l'apéritif Litchelle a été mise au point, de même qu'un «vin» de litchi et une eau-de-vie. Mais ces deux derniers présentent moins d'intérêt commercial.

### **Cidre**

Une fermentation à basse température de pur jus de pommes ménagère et Fisakana a donné un cidre doux excellent.

### **«Vins» de banane**

Un vin de teneur en alcool assez élevée et de parfum caractéristique et agréable a été élaboré. C'est un produit très apprécié mais cher.

### **Fermentation traditionnelle du cacao**

Le mécanisme de la fermentation a été étudié. La dégradation des substances pectiques du mucilage a lieu au cours de la fermentation. La flore levurienne est riche en *Saccharomyces chevalieri*, souche précédemment isolée en Côte-d'Ivoire et possédant une activité pectinolytique, ce qui explique son rôle fondamental.

## **Jus de fruits et de légumes frais, concentrés de jus de fruits**

### **Anacarde**

Les pommes fraîches, fragiles, peuvent être séchées pour une meilleure conservation.

Un jus de pomme cajou assez astringent peut être obtenu à partir des pommes fraîches ou séchées. Une stabilisation par SO<sub>2</sub> a été obtenue.

### **Pomme**

Des méthodes de fabrication familiale, artisanale et industrielle de jus de

pomme ont été mises au point. De même, des essais de coupage de jus de pomme ménagère avec des jus de fruits acides ont donné de bons mélanges.

### **Autres fruits**

Divers jus ont été étudiés ainsi que leur méthode de préparation : jomblon, tamarin, ananas, bibasse, raisin, banane, grenadelle, litchi. Les jus peu acides conviennent à la préparation de mélanges avec des jus acides. Des nectars de goyave et de mangue ont été mis au point.

### **Tomate**

Diverses variétés ont été analysées, celles de San Harzano semblent les plus riches en jus.

### **Canne à sucre**

Un moulin a été mis au point pour l'extraction de jus de canne destiné à la préparation artisanale de boissons alcoolisées ou de sucre. Un sucre roux d'excellente qualité a été obtenu avec les meilleures variétés de canne (S 17, Ragnar et Q 57).

## **Conservation des fruits, légumes, céréales, oléagineux, frais et stabilisés**

### **Anacarde**

Les résultats sur les noix de cajou concernent le conditionnement, la mise au point des pinces de décorticage et la réalisation d'une centrifugeuse essoreuse à noix grillées.

Quant aux pommes cajou, les pommes fraîches sont séchées et peuvent se conserver plusieurs mois dans des sacs en jute.

Biométrie et pomologie anacardière ont été faites.

### **Litchi**

Des résultats positifs ont été obtenus dans les domaines suivants : hydrocooling, congélation, transport par bateau et par avion avec amélioration par utilisation de différents films, et conditionnement.

Un concentré de jus de litchi a été obtenu. Mais il faut ajouter des arômes concentrés pour que le jus dilué ait sensiblement les mêmes caractéristiques que le pur jus.

### **Pomme**

Les résultats des essais de conservation des pommes en stockage frigorifique et en fruitier avec antitranspirant n'ont pas été concluants. Un concentré de jus de pomme a été fabriqué.

### **Banane**

Des études technologiques ont été faites par l'IFAC : transport maritime, détermination des températures, du taux de brassage et des périodes de mauvaises qualités, essais de maturation sous régime de froid, étude de nouvelles centrales d'emballage et de la réduction des grattages entre fruits dans les régimes mal formés.

## **Utilisation des résultats**

### **Huiles essentielles, produits aromatiques, extraits végétaux**

Les plus grands utilisateurs sont le service de contrôle et du conditionnement, le MPARA, le ministère de l'Economie et des Finances, le Groupement national interprofessionnel du girofle, les Caisses de stabilisation du girofle et du poivre et différents professionnels, CODAL, ferme d'Etat de Vohimasina... et des distillateurs des régions côtières.

### **Boissons fermentées : vins, litchelle, eaux-de-vie...**

#### **Vins et eaux-de-vie d'anacarde**

Actuellement, faute de sélection variétale suffisante, il y a peu de possibilités de réaliser de bons produits susceptibles d'être exploités industriellement.

#### **Toaka gasy**

La concrétisation des résultats vulgarisables obtenus semble se heurter à des problèmes de structure d'exploitation et de fiscalité. Les utilisateurs potentiels, dont les bouilleurs de crus, sont très nombreux.

#### **Betsabetsa**

La commercialisation effective de la betsabetsa stabilisée et du moulin à

canne a été entravée par un certain monopole.

La vulgarisation des résultats, particulièrement en région côtière, semble pouvoir se faire sans problèmes.

### **Vins**

Ce projet intéresse le MPARA, le CVVB et tous les vitivinificateurs.

### **Hydromels**

Une note intitulée «Fomba fanaovana hydromel 12 °GL» a été diffusée dans le milieu professionnel, à la satisfaction des artisans.

### **Litchelle**

La SOJUFA a bénéficié de la formule «Litchel» pendant plusieurs années. La société PROCONGEL a repris en 1988 cet apéritif sous un nouveau nom, «Litchelle», mais toujours préparé par la SOJUFA.

### **Cidre**

Utilisation des résultats par la SOJUFA.

## **Jus de fruits et de légumes frais, concentrés de jus de fruits**

L'application de la version malgache des méthodes de fabrication familiale et artisanale avec pasteurisation en bouteilles ouvertes a été immédiate, à la grande satisfaction des utilisateurs. Les études sur les jus de fruits, pommes en particulier, ont débouché sur la construction de l'usine de SOJUFA (Société de jus de fruits d'Antsirabe). La conjoncture socio-économique de ces dernières années a malheureusement posé des problèmes, entraînant une diminution de la production et de la diversification des produits fabriqués.

## **Conservation des fruits, légumes, céréales, oléagineux, frais et stabilisés**

### **Anacarde**

L'usine locale de SOMAHABIBO a bénéficié des résultats de recherche sur les noix de cajou. Certains travaux, faute de moyens suffisants, ont été poursuivis ailleurs et ont trouvé des applications immédiates (pincés à anacarde...).

### **Litchi**

Les différents résultats ont trouvé des applications diverses. On peut citer les opérateurs économiques suivants : SMEF, AUXIMAD, UCOFRUIT, SOREX, PROCONGEL...

### **Banane**

Cette recherche a été mise à profit par les producteurs et exportateurs de banane comme UCOFRUIT.

## **Perspectives**

### **Huiles essentielles, produits aromatiques, extraits végétaux**

Pour le girofle, les recherches sur la conduite de la distillation et l'appareil distillatoire doivent être continuées. Quant au poivre il faut axer surtout la recherche sur le conditionnement important du poivre vert et sur l'emploi des enzymes pour de meilleurs rendements à la distillation des rebuts ou même des grains de poivre. Enfin, pour les autres essences, les études sur les meilleures conditions de distillation pour améliorer la qualité de l'essence et son rendement sont à étudier, ainsi que l'établissement des fiches d'identité et analyses par CPG pour définir un label de qualité.

### **Boissons fermentées : vins, Litchelle, eaux-de-vie...**

#### **Anacarde**

Il y a lieu de mettre en place rapidement un programme agronomique tenant compte des impératifs agroalimentaires et nutritionnels. L'amélioration de la distillation et du vieillissement de l'eau-de-vie est à poursuivre, de même que l'étude de la fermentation (milieu, levures).

#### **Alcool local**

Les points acquis devraient être approfondis. Des recherches pourraient être reprises sur un nouveau financement pour le lancement d'un produit commercialisable si les problèmes de structure d'exploitation et éventuellement de fiscalité sont résolus.

Concernant la betsabetsa, une étude socio-économique permettrait de

redéfinir le contexte et l'impact du produit mis au point.

### **Vins**

Pour aboutir à des résultats valables, un financement suivi au moins pendant trois campagnes est nécessaire. Des mesures devront être prises rapidement, comme la sortie des textes relatifs aux vins... pour la bonne qualité de ces produits et pour les protéger contre les vinomels et autres boissons de ce genre.

### **Hydromels**

L'étude des possibilités de rendre les protocoles de fabrication aussi pratiques que possible et la mise à l'épreuve du dispositif de production en grand devraient être poursuivies moyennant financement.

### **Litchel**

La valorisation des résidus d'extraction des jus non alcoolisés ou alcoolisés permettrait l'abaissement du prix de revient du litchel. Il y a lieu de confirmer qu'une fermentation sauvage peut donner une très bonne eau-de-vie (recherche de la levure responsable).

### **Cidre**

Les recherches doivent être poursuivies pour la mise au point d'une gazéification naturelle.

## **Jus de fruits et de légumes frais, concentrés de jus de fruits**

Les recherches sur les jus de fruits devraient s'intensifier pour promouvoir l'artisanat, les petites et moyennes industries, et l'exportation. Elles devraient être orientées aussi vers la production de jus de légumes frais, ainsi que vers un abaissement des prix de revient en vue de la production de boissons saines peu coûteuses.

## **Conservation des fruits, légumes, céréales, oléagineux, frais et stabilisés**

### **Anacarde**

La société FAMAMA ayant repris la transformation de la noix d'anacarde, il conviendrait d'identifier les problèmes de recherche en fonction de ses besoins.

Les recherches sur la transformation des pommes d'anacarde en fruits confits, envisagées mais non réalisées, gagneraient à être programmées.

### **Litchi**

Il serait souhaitable que les résultats de certains travaux d'origine malgache ou poursuivis ailleurs puissent à nouveau se réadapter en harmonie avec les nouvelles structures de recherche (soufrage, réfrigération...).

### **Pomme**

Il faudrait refaire les essais de conservation des pommes dans des conditions meilleures et entreprendre des recherches de conservation sous atmosphère contrôlée. Parallèlement, il est indispensable de régénérer les vieilles plantations avec de bonnes variétés car les pommiers sont en voie de disparition. Mais cette activité ne relève pas du Département de recherches technologiques, sauf le choix des variétés, sur lequel il peut intervenir.

## Références bibliographiques

- BREMOND, E., 1965. Technique moderne de vinification et de conservation des vins en pays méditerranéens. Paris, La Maison Rustique.
- BUBOIS, H.M., 1930. Monographie des Betsileo. Paris, Institut d'ethnographie.
- CALVET, 1911. Alcools. Paris, Librairie Polytechnique.
- DEBUIGNE, G., 1969. Dictionnaire des vins. Paris, Larousse.
- DEHOVE, R.A., 1974. Règlementation des produits alimentaires et non alimentaires. Répression des fraudes et contrôle de la qualité. Paris, Masson, 1154 p.
- DONAL, K. ; TRESSLER ; AMYNARD, D., 1961. Fruit and vegetation juice processing technology. [s.l.], The AVI Publishing.
- DRCTMHA, 1979. Rapport annuel 1979. Antananarivo, DRCTMHA.
- DUVERNEUIL, G., 1988. Recherches en technologie agro-alimentaire fruitière à Madagascar : rapport préliminaire. Paris, CIFAD, 10 p.
- EGGENBERG, W. ; RAMARINJANAHARY, R., 1976. Rapport d'évaluation du projet viticulture Fianarantsoa. [s.l.], [s.n.].
- FAO, 1972. Fruits tropicaux transformés : tendances et perspectives de la production et du commerce des ananas en conserve et des fruits tropicaux transformés. Rome, FAO.
- FOFIFA (CENRADERU), 1986. Bilan de dix années de recherche, 1975-1985. Antananarivo, FOFIFA, 45 p.
- FOFIFA (CENRADERU), 1987. Rapport d'activités de recherche, 1980-1986. Antananarivo, FOFIFA.
- GACHOT, H., 1955. Manuel des jus de fruits. Strasbourg, Heitz PH.
- IRAM, 1962. Rapport annuel 1961. Antananarivo, IRAM, 136 p.
- IRAM, 1963. Rapport annuel 1962. Antananarivo, IRAM, 212 p.
- IRAM, 1964. Rapport annuel 1963. Antananarivo, IRAM, 2 vol., 284 p.
- IRAM, 1965. Rapport annuel 1964. Antananarivo, IRAM, 2 vol., 301 p.
- IRAM, 1966. Rapport annuel 1965. [s.l.], [s.n.], 2 vol., 348 p.
- IRAM, 1967. Rapport annuel 1966. Antananarivo, IRAM, 2 vol., 276 p.
- IRAM, 1968. Rapport annuel 1967. Antananarivo, IRAM, 2 vol., 371 p.
- IRAM, 1969. Rapport annuel 1968. Antananarivo, IRAM, 2 vol., 329 p.
- IRAM, 1970. Rapport annuel 1969. Antananarivo, IRAM, 245 p.
- IRAM, 1971. Rapport annuel 1970. [s.l.], [s.n.], 270 p.
- IRAM, 1972. Rapport annuel 1971. Antananarivo, IRAM, 211 p.
- IRAM, 1973. Rapport annuel 1972. Antananarivo, IRAM, 131 p.
- IRAM, 1974. Rapport annuel 1973. Antananarivo, IRAM, 93 p.
- JOURDAN, E. ; RAMALANJAONA, G., 1964. Le vin de canne à Madagascar (betsabetsa) : préparation, stabilisation. Antananarivo, IRAM, 15 p.
- OLIVIER, R., 1971. Méthodes d'études des composants aromatiques des extraits de la vanille. Antananarivo, IRAM, 14 p.
- RAMALANJAONA, G., 1961. Caractéristiques physiques et chimiques des principales huiles essentielles de Madagascar. Antananarivo, IRAM.
- RAMALANJAONA, G., 1971. Traitement et valorisation du girofle. Antananarivo, CITE.
- RAMALANJAONA, G., 1974. Etude sur la fabrication de l'extrait de vanille. Bulletin de l'Académie Malgache, 52 (1/2), p. 137-145.
- RAMALANJAONA, G., 1975. Pour une meilleure utilisation du poivre par sa transformation en oléo-résine et en essence. Antananarivo, Académie Malgache.
- RAMALANJAONA, G. ; JOURDAN, E., 1961. L'essence de girofle de Madagascar : technologie, distillation, emballage. Antananarivo, IRAM, 66 p.
- RAMANANARIVO, R., 1977. Etudes préliminaires de quelques laro intervenant dans la fabrication du toaka gasy préparé au FOFIFA (DRT). Mémoire (ingénieur en sciences agronomiques). Antananarivo, Université de Madagascar, 150 p.

RANDRIAMAVO, J., 1974. Le toaka gasy à Madagascar. Mémoire (ingéniorat en techniques agricoles). Antananarivo, Université de Madagascar, 75 p.

RAZAFY ANDRIANTSIVELANY, J.N., 1977. Eaux de vie : différentes méthodes d'analyse, application à l'étude préliminaire du toaka gasy. Mémoire (ingéniorat en sciences agricoles). Antananarivo, Université de Madagascar, 95 p.

ROLET, A., 1936. Les conserves de fruits. Paris, Baillière J.B., 464 p.

SERVICE DU CONDITIONNEMENT, 1959. Les normes nationales d'exportation des plantes à parfum. Antananarivo, Service du Conditionnement.

ULRICH, R., 1963. Progrès récents dans la conservation des produits horticoles par le froid. Paris, Université de Paris.

## Quelques sigles et abréviations

AMVR, Aire de mise en valeur rurale  
AUXIMAD, Société auxiliaire maritime de Madagascar  
BCL, Bureau central laitier  
BDPA, Bureau pour le développement de la production agricole  
CALA, Complexe agronomique sur lac Alaotra  
CEE, Communauté économique européenne  
CENRADERU, Centre national de recherche appliquée  
au développement rural (FOFIFA)  
CFDT, Compagnie française pour le développement des fibres textiles  
CIMMYT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo  
CIRAD, Centre de coopération internationale en recherche  
agronomique pour le développement  
CNFP, Centre national de formation professionnelle de Morondava  
CODAL, Comptoir industriel des produits alimentaires  
CRZ, Centre de recherche zootechnique  
CSPP, Caisse de stabilisation des prix du poivre  
CTFT, Centre technique forestier tropical  
CVVB, Centre viti-vinicole du Betsileo  
DRD, Département de recherche-développement  
DRT, Département de recherches technologiques  
DRZV, Département de recherches zootechniques et vétérinaires  
ENSA, Ecole nationale supérieure agronomique  
FAFIFAMA, Fampanandrosoana ny fiompiana faritanin'i Mahajanga  
FAMAMA, Famakarana mahabibo malagasy  
FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations  
FIFABE, Fikambanana fampanandrosoana ny lemak'i Betsiboka  
FIFAMANOR, Fiompiana sy fambolena malagasy norveziana  
FOB, Free On Board  
FOFIFA, Foibem-pirenena momba ny fikarohana ampiarina  
amin'ny fampanandrosoana ny eny ambanivohitra  
GOPR, Groupement d'opérations de productivité rizicole  
GTZ, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit  
HASYMA, Hasy malagasy  
IEMVT, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux  
IFCC, Institut français du café et du cacao  
IRAM, Institut de recherches agronomiques de Madagascar

IRAT, Institut de recherches agronomiques tropicales et des cultures vivrières  
 IRCC, Institut de recherches du café, du cacao et autres plantes stimulantes  
 IRCT, Institut de recherches du coton et des textiles exotiques  
 IRFA, Institut de recherches sur les fruits et agrumes  
 IRHO, Institut de recherches pour les huiles et oléagineux  
 IRRI, International Rice Research Institute  
 IRSM, Institut de recherches scientifiques de Madagascar  
 MAMISOA, Malagasy mikarakara soja afovoany-andrefana  
 MPAEF, Ministère de la Production animale et des Eaux et Forêts  
 MPARA, Ministère de la Production agricole et de la Réforme agraire  
 MRSTD, Ministère de la Recherche scientifique et technologique  
 pour le Développement  
 OCP, Opération café-poivre  
 ODASE, Opération de développement du Sud-Est  
 ODEMO, Opération de développement du Moyen-Ouest  
 ODR, Opération de développement rizicole  
 OFMATA, Office malgache du tabac  
 ORSTOM, Institut français de recherche scientifique  
 pour le développement en coopération  
 PEM, Programme engrais Malagasy  
 PIP, Programme d'investissements publics  
 PPI, Petits périmètres irrigués  
 PRD, Projet de recherche-développement  
 PNUD, Programme des Nations unies pour le développement  
 RFA, République fédérale d'Allemagne  
 SAMANGOKY, Société pour l'aménagement et la mise en valeur  
 de la vallée du Bas-Mangoky  
 SEVIMA, Société d'exploitation de la viande à Madagascar  
 SMEF, Société malgache de frigorifiques  
 SOJUFA, Société de jus de fruits d'Antsirabe  
 SOMAHABIBO, Société agréée pour le montage et le fonctionnement  
 de l'usine de transformation des noix  
 SOMALAC, Société malgache d'aménagement du lac Alaotra  
 SOMASAK, Société malgache d'aménagement de la Sakay  
 SOTEMA, Société textile de Majunga  
 SUMATEX, Sud Madagascar textile  
 UCOFRUIT, Union des coopératives du fruit  
 URER, Unité régionale d'expansion rurale  
 USA, United States of America  
 ZER, Zone d'expansion rurale

quelques sigles et abréviations