

FERTILITE ET EVOLUTION SOUS CULTURE DES SOLS
DE NOUVELLE-CALEDONIE ET DES PETITS ARCHIEPES
DU PACIFIQUE SUD.

* * * * *

HISTORIQUE, SITUATION AU 31 DECEMBRE 1988 ET
PERSPECTIVES D'AVENIR DU PROGRAMME.

par

B. BONZON

Ingénieur Agronome, Directeur de Recherches, Responsable à Nouméa
de l'UR 3 D/A du Département Milieux et Activités Agricoles.

S O M M A I R E.

REMARQUES PRELIMINAIRES.....	4
1 - LE CONTEXTE AGRONOMIQUE CALEDONIEN EN 1978.....	5
2 - OBJECTIFS ET ORGANISATION DU PROGRAMME.....	8
2.1. - Objectifs.....	8
2.2. - Organisation du programme.....	8
2.2.1. - Etapes successives des recherches.....	8
. Facteurs déterminants de l'organisation du programme..	9
. Schéma d'action initial.....	9
. Evolution du schéma initial.....	9
2.2.2. - Collaboration Territoire/Services Ruraux (CREA)-ORSTOM	10
2.2.3. - Opérations de recherches spécifiquement ORSTOM.....	11
. Mise au point d'une technique de culture sur vases de végétation sous serre.....	11
. Recherche sur la nutrition azotée de <u>Panicum maximum</u> cultivé sur vertisol équilibré.....	12
. Etude des carences et des déséquilibres minéraux des sols oxydiques de Wallis et Futuna.....	12
3 - BILAN.....	13
. Acquis.....	13
. Questions en suspens.....	14
. Pouvons-nous aller plus vite et plus loin dans la connaissance des problèmes agropédologiques calédo- niens ?	14
. Bilan global.....	15
4 - LE THEME DE LA FERTILITE EST-IL ENCORE UN THEME D'AVENIR ?	16
4.1. - Sujets de thèse.....	16
4.2. - Echecs d'opérations de développement.....	17
. En calédonie.....	17
. En Afrique Noire.....	18
4.3. - Zônes infertiles.....	19

4.4.	- Ajustement des fumures et évolution des sols à long terme.....	19
4.5.	- En guise de conclusion sur l'intérêt du thème.....	20
5	- QUELLE EVOLUTION DONNER AU PROGRAMME ET A L'EQUIPE "FERTILITE" DE NOUMEA ?.....	20
6	- AUTRES ARGUMENTS EN FAVEUR DU MAINTIEN D'UNE EQUIPE D'AGROPEDOLOGUES.....	22
6.1.	- Arguments ambigus.....	22
6.2.	- Arguments d'ordre stratégique.....	23
6.3.	- Arguments d'ordre moral.....	23
7	- CONCLUSIONS.....	23
· ANNEXE : DOCUMENTS PRODUITS AU TITRE DU PROGRAMME.....		25



- 1 - Vue générale, en 1981, de l'expérimentation de base des sols peu évolués d'apport alluvial équilibrés. Chaque parcelle comportait 4 rangs utiles de 15 m de long portant chacun 5 pieds de référence choisis aléatoirement au 30ème jour. Ces 20 plants permettaient de suivre l'évolution de la végétation avec précision. Pendant la phase exponentielle croissante de la croissance en hauteur, les variations de hauteurs ou de vitesses moyennes de croissance en hauteur induites par les variations des fumures azotées, phosphatées (ou calciques dans le cas des sols magnésiens) sont étroitement corrélées aux variations de rendement à la récolte.

FERTILITE ET EVOLUTION SOUS CULTURE DES SOLS
DE NOUVELLE-CALÉDONIE ET DES PETITS ARCHIPELS
DU PACIFIQUE SUD.

HISTORIQUE , SITUATION AU 31 DECEMBRE 1988 ET
PERSPECTIVES D'AVENIR DU PROGRAMME

REMARQUES PRELIMINAIRES.

Le présent document est une réflexion personnelle sur un programme dont nous sommes responsable depuis 1979 et qui a comme ambition de faire reculer méthodiquement les problèmes de fertilité et d'évolution sous culture des sols de Nouvelle-Calédonie et des petits archipels du Pacifique Sud.

Son but : attirer votre attention sur l'intérêt du programme, le sens et les conditions de son évolution.

La notion de fertilité est certainement très ancienne et doit remonter à l'époque où les hommes sont passés du stade de la cueillette à celui de la culture. Peut-être même ceux-ci en avaient-ils conscience avant?

Mais, les solutions efficaces qu'ils ont apportées à leurs systèmes de cultures traditionnelles ne sont malheureusement pas transposables aux systèmes intensifs que l'on est obligé d'envisager depuis l'avènement du monde moderne.

D'un autre côté, bien que l'étude des questions soulevées par cette intensification de l'agriculture ait été lancée il y a longtemps, elle est encore loin d'être achevée et ne le sera même jamais. Nos plantes cultivées sont progressivement modifiées génétiquement et, corrélativement, leurs comportements et leurs besoins en nutriments changent. Techniques culturales, sols et conditions biotiques environnantes évoluent également. Et, finalement, il y a autant de situations nouvelles à prendre en considération qu'il y a de nouvelles combinaisons entre ces facteurs de la production.



- 2 - Premières carences en calcium observées en 1981 sur le maïs hybride double XL 81 dans le champ de la vallée de la Tamoá qui allait devenir le champ de référence des vertisols hypermagnésiens acides en 1983.

A l'époque, la carence en question n'avait pas encore été identifiée et l'on recherchait une explication à ces déformations dans d'éventuels problèmes phytosanitaires qui ne purent, pour cause, être mis en évidence.

Théoriquement, les résultats obtenus en un point particulier du monde peuvent être transposés à tous les autres points présentant les mêmes conditions de milieu et d'exploitation. En réalité, de microvariations dans les facteurs de la fertilité - en particulier au niveau du sol - existent toujours qui peuvent avoir des effets considérables sur le comportement des plantes et leur production. L'étude des adaptations à apporter aux systèmes de culture en fonction de ces variations apparaît ainsi indispensable.

Lorsque le milieu naturel est très original - cas de celui de la Nouvelle-Calédonie - transposer méthodes et techniques de culture mises au point ailleurs devient une gageure.

Et lorsqu'en plus les dimensions des territoires à mettre en valeur se réduisent, les méthodes et les techniques d'étude, généralement mises au point et éprouvées pour de grandes étendues continentales, ne sont plus adaptées.

Telles furent les raisons, scientifiques et méthodologiques, qui motivèrent le lancement du programme "Fertilité naturelle et évolution sous culture des sols de Nouvelle-Calédonie".

Telles furent aussi les raisons ultérieures de son extension aux problèmes des petits archipels du Pacifique Sud.

1 - LE CONTEXTE AGRONOMIQUE CALEDONIEN EN 1978.

Lorsqu'en 1978, suivant une recommandation de la section de Pédologie, le Territoire demanda à l'ORSTOM d'aborder la question de la fertilité naturelle et de l'évolution sous culture des sols de Nouvelle-Calédonie, la situation se présentait, en schématisant à peine, de la façon suivante.



3 - Aspect, en 1987, du feuillage de l'hybride double XL 94 sur une parcelle témoin sans amendement de l'expérimentation de base des vertisols hypermagnésiens acides installée en 1984 dans la vallée de la Tamoá.

Cet hybride est relativement peu sensible au déséquilibre calco-magnésien.

En premier lieu, les Services Ruraux disposaient d'une remarquable information générale sur les sols calédoniens* grâce aux travaux des pédologues de l'ORSTOM lancés en 1952 par F. DUGAIN et poursuivis sans discontinuité par G. TERCINIER, P. QUANTIN, M. LATHAM et B. DENIS.

Ils disposaient également d'une petite station d'essais de qualité, le Centre de Recherche et d'Expérimentation Agronomiques de Bourail (le C.R.E.A. pour la suite de l'exposé). Créée en 1968 sous l'impulsion de Henri BOTTON, notre prédécesseur en poste à Nouméa de 1965 à 1975, celle-ci était parfaitement tenue par ses directeurs. Excellents ingénieurs expérimentalistes formés à l'école de BOTTON, ces derniers avaient, de plus, acquis l'esprit de collaboration grâce à leurs relations avec l'ORSTOM, mais aussi avec quelques instituts internationaux (IRI, CYMIT, Institut de la Pomme de Terre,...). Cependant, faute de moyens de transports, toutes les expérimentations avaient été localisées jusque-là sur les terrains du CREA, c'est à dire dans des conditions de sols et de microclimats assez particulières (celles de la Côte Ouest de la Grande Terre, au proche contact du lagon et sur des schistes basaltiques).

Ils disposaient aussi, installé sur le CREA, d'un petit laboratoire d'analyse des sols réalisant les analyses de routine usuelles nécessaires aux conseillers agricoles. Mis en place en 1972, ce laboratoire était parrainé par la section de Pédologie et par le Laboratoire de Chimie du Centre ORSTOM de Nouméa. Ses données étaient fiables.

En second lieu, les Services Ruraux souhaitaient relancer vigoureusement l'agriculture calédonienne pour pallier les difficultés économiques et sociales dues à la fin, en 1973, du dernier "boom" sur le nickel (boom dont les experts prédisaient qu'il serait probablement le dernier de cette folle importance, laquelle avait conduit le Territoire, par exemple, à fermer sa seule école d'agriculture, celle de Port-Laguerre, sous le prétexte que les techniciens qui en sortaient préféraient travailler sur mines).

A partir de 1974, pratiquement tous les retours à la terre de techniciens ou d'exploitants miniers se soldaient par des échecs. Il en allait de même des tentatives d'installation en Calédonie de quelques agriculteurs métropolitains ou d'Afrique du Nord. Chaque

* et, plus généralement, sur le milieu naturel calédonien grâce aux études des botanistes, des entomologistes et des phytopathologistes de l'ORSTOM.



- 4 - Cycle 87. Epis des 18 pieds de référence des parcelles de l'expérimentation de base des vertisols hypermagnésiens acides ayant reçu 4 t/ha de CaO sous forme de croûte calcaire en 1984, la parcelle 112 ayant reçu en plus 2 t/ha de CaO sous forme de gypse en 1986.

Dans son ensemble la nouaison est médiocre, l'apport complémentaire de chaux l'améliorant nettement.

fois, des conditions défavorables de milieu, de sols essentiellement, pouvaient être invoquées.

Depuis la fin de la deuxième guerre mondiale l'agriculture calédonienne déclinait régulièrement. Hormis l'agriculture traditionnelle mélanésienne adaptée aux conditions de milieu, les deux seules productions stables - parce qu'adaptées, elles aussi, aux conditions de milieu et organisées au plan commercial - étaient l'élevage bovin (très extensif à l'époque) et la culture de la pomme de terre (localisée essentiellement sur les alluvions récentes normalement fertiles). Toutefois, cette agriculture n'avait jamais été prospère*. Pratiquement toutes les grandes opérations de colonisation agricole menées depuis 125 ans avaient échoué. Non pas tellement pour des raisons économiques, importantes au demeurant (caractère minier de l'économie générale, exiguité du marché, proximité de grands pays producteurs, etc...), mais surtout pour des raisons de sols et secondairement de climat et de parasitisme. Les raisons agrologiques étaient cependant toujours très fortement sous estimées de même que la nécessité d'irriguer dès lors que l'on visait l'intensif.

Faute d'expériences pratiques concluantes, faute, aussi, de recherches expérimentales sur les fumures et les amendements calcaïques, une absence quasi-totale d'informations de base se présentait, renforcée encore, si l'on peut dire, par la diversité des sols calédoniens, leur variabilité et surtout la dominance de faciès originaux (sols sodiques acides, sols magnésiens, sols ferrallitiques ferritiques ou allitiques, etc...). Il en résultait des distorsions considérables entre les données des analyses chimiques, ou les informations des cartes d'aptitudes culturales, et la réalité : les conseils de fumures - fondés sur des données métropolitaines ou de l'Afrique tropicale - étaient souvent inopérants.

* Un mythe était apparu en 1943 à l'issue du passage de l'armée américaine en Calédonie : celui de la possibilité de cultiver n'importe quelle espèce, n'importe où, moyennant un tracteur, une charrue à disques, quelques engrais et produits phytosanitaires. Pour les besoins de leurs troupes en transit ou au repos sur le Territoire, les autorités américaines avaient, en effet, fait travailler les agriculteurs des zones entourant leurs bases. Mais il s'agissait de cultures maraichères, proches de cultures hydroponiques, pour lesquelles ces autorités fournissaient le matériel, les semences, les pesticides... et les conseils !



5 - Cycle 87. Epis des 18 pieds de référence des parcelles de l'expérimentation de base des vertisols hypermagnésiens acides ayant reçu 12 t/ha de CaO en 1984 (sous la forme de croûte calcaire pour 90 % et de gypse pour 10 %), la parcelle 2.3.2. ayant reçu en plus 2 t/ha de CaO sous forme de gypse en 1986. La nouaison est moyenne à bonne, l'apport complémentaire de chaux l'améliorant nettement.

Telle apparaissait la situation fin 78.

2 - OBJECTIFS ET ORGANISATION DU PROGRAMME.

2.1 - Objectifs.

Cet état des lieux conduisit ainsi la toute nouvelle équipe d'Agronomie et de Pédologie* à proposer pour son programme, centré alors exclusivement sur la Calédonie, les objectifs ambitieux suivants :

- . pallier l'absence de références locales en matière d'agrorologie,
- . contribuer à la mise en valeur des terres difficilement cultivables,
- . caractériser l'évolution des sols sous l'effet des cultures et de leur intensification,
- . préciser les normes utilisées pour l'établissement des cartes d'aptitudes culturales.

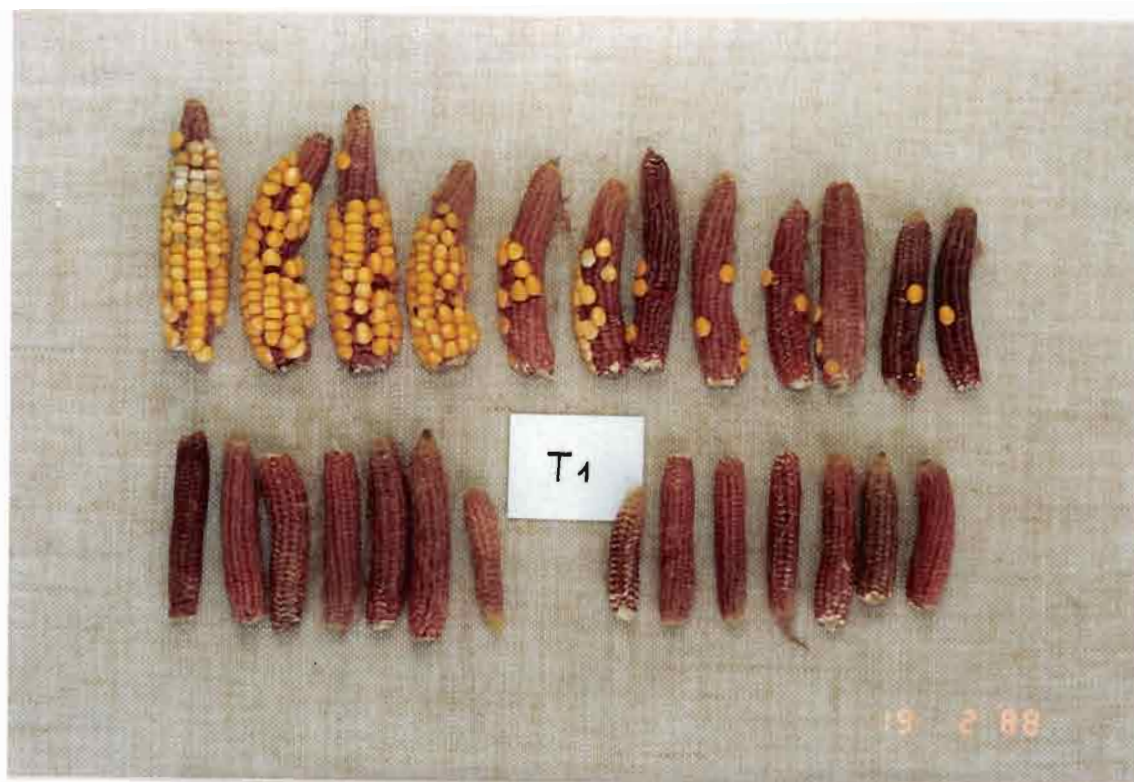
Approuvés par les Comités Techniques d'Agronomie et de Pédologie de l'époque, ces objectifs le furent également par les Services Ruraux du Territoire avec lesquels une coopération était indispensable, notamment pour la réalisation des expérimentations au champ.

2.2. - Organisation du programme.

2.2.1. Etapes successives des recherches.

La même analyse de situation ayant conduit à la définition des objectifs du programme permet également d'arrêter la démarche à suivre.

* Cette équipe réunissait Marc LATHAN et Bernard DENIS, pour la Pédologie, et moi-même pour l'Agronomie. M. LATHAN quitta le Territoire en 1982, B. DENIS en 1983. Alain BEAUDOU et Hervé LE MARTRET participèrent au programme de 81 à 1983, Christiane THONANN de 84 à ce jour.



6 - Cycle 87. Epis des 18 pieds de référence d'une parcelle témoin (sans amendement) et d'une parcelle annexe ayant reçu, en 1984, 16 t/ha de CaO (11,2 sous forme de croûte calcaire et 4,3 sous forme de gypse).

On peut observer la très mauvaise nouaison des épis de la parcelle témoin et, au contraire, la bonne nouaison de la parcelle annexe.

Facteurs déterminants de l'organisation du programme.

La variabilité considérable affectant chaque type de sol autour de son faciès modal rendait tout d'abord indispensable une étude multilocale des problèmes pour chacun d'eux.

D'un autre côté, il fallait prendre en considération :

- . les inconnues sur les réactions des cultures aux sols calédoniens (très originaux encore une fois, avec des teneurs en magnésium très élevées et présentant même souvent un déséquilibre calco-magnésien) ;

- . la nécessité d'installer les expérimentations sur des sites représentatifs, donc hors du CREA (cf paragraphe 1, p. 6, 2ème alinéa) ;

- . les moyens relativement limités tant du CREA que de l'équipe d'agropédologie de l'ORSTOM.

Schéma d'action initial.

Il sembla donc raisonnable d'opérer en deux temps et le schéma d'action suivant fut adopté :

- . dans un premier temps, conduire une étude de base aussi approfondie que possible sur un seul site par type de sol, le sol du site étant proche du faciès modal. L'étude durerait 5 ans de manière à pouvoir cerner correctement les problèmes majeurs de fertilité et discerner leur évolution en fonction des principaux facteurs techniques de variation susceptibles de les régler. L'ensemble des données recueillies constituerait le référentiel de base du sol en question ;

- . dans un deuxième temps, aborder la question de la variabilité des facteurs de la fertilité du type de sol en s'appuyant alors sur un réseau d'essais multilocaux, aussi légers que possible quant aux facteurs techniques de variation. Ces derniers seraient choisis en fonction des résultats de l'étude de base. L'ensemble des données obtenues sur le réseau et des données précédentes constitueraient le référentiel élargi du sol étudié.

Evolution du schéma initial.

Ce schéma évolua au fil des années pour intégrer des situations nouvelles et prendre en considération les progrès techniques du laboratoire.

1 - EFFETS ESCOMPTEES DES AMENDEMENTS CALCIQUES SUR LES PRINCIPAUX SOLS ARABLES DE NOUVELLE-CALÉDONIE.

TYPES DE SOL.	REDRESSEMENT DU PH.	AMÉLIORATION DES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES.	RÉÉQUILIBRAGE DU RAPPORT Ca/Mg.	SURFACES ARABLES · APPROXIMATIVES (X 1000HA).	% DE LA SURFACE ARABLE TOTALE.
<u>SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT ALLUVIAL.</u>					
· MAGNÉSIENS	-	+	++	10	4,8
<u>VERTISOLS</u>					
· MAGNÉSIENS	+	++	++	25	11,9
<u>SOLS FERRALLITIQUES</u>					
· DÉSATURÉS ACIDES (BRUNS DÉSATURÉS)	++	+	+	15	7,1
<u>SOLS FERRALLITIQUES</u>					
· FORTEMENT DÉSATURÉS	++	+	+	10	4,8
· FERRITIQUES	++	+	++	10	4,8
<u>SOLS SODIQUES ACIDES</u>	++	++	+	10	4,8
TOTAUX	-	-	-	80	38,2

REMARQUE : LA SURFACE TOTALE ARABLE DE NOUVELLE-CALÉDONIE EST ESTIMÉE À 210.000HA.

Pour un sol donné, il comporte maintenant 5 étapes successives :

- . une enquête agropédologique dont l'objectif est de caractériser le faciès modal et/ou de trouver le site représentatif de ce faciès pour l'expérimentation de base;

- . des études préliminaires en laboratoire et en serre pour mettre en évidence les principaux problèmes affectant le sol en question et préciser des moyens de les résoudre ;

- . l'étude de base ;

- . l'étude de la variabilité ;

- . enfin, le suivi de l'évolution à long terme du type de sol sous cultures grâce à un réseau de points d'observations.

2.2.2. Collaboration Territoire/Services Ruraux (CREA)-ORSTOM.

Les grands traits de la collaboration nécessaire entre le Territoire et l'ORSTOM pour la conduite de ces recherches firent l'objet d'un protocole général d'accord de 5 ans signé en 1980.

Le protocole fut prorogé pour 3 ans en 1985 et renouvelé en 1988 pour une nouvelle période de 3 ans. Le souhait de la DIDER*, logique, était d'opérer sur 5 ans au moins. L' ORSTOM, pour sa part, préféra à partir de 85 ne pas s'engager sur d'aussi longues périodes vu les problèmes qu'il risquait de rencontrer pour maintenir sa collaboration.

L'élaboration des référentiels de base et leur élargissement se feraient, quant à eux, à travers - ou plutôt, grâce à - des conventions particulières aux objectifs plus faciles à accepter par un service technique calédonien.

C'est ainsi que les conventions particulières n° 1 et 1bis pour "l'étude de la fertilisation nitrophosphopotassique du maïs sur sol peu évolué d'apport alluvial et sur vertisol et de ses conséquences sur l'évolution de leurs caractéristiques physiques et chimiques", permirent d'établir, entre 1979 et 1985, les

* Direction pour le Développement de l'Economie Rurale, nouvelle appellation des Services Ruraux à partir de 1983.



- 7 - Expérimentation en serre conduite en 1986. Plants de maïs se développant sur de la terre ayant reçu en 1984, au champ, 4 t/ha de CaO sous forme de croûte calcaire, et, en complément juste avant l'étude en serre, des doses de CaO sous forme de gypse représentant de gauche à droite, 40, 10 et 20 % de la chaux totale finale.

Des carences en calcium s'observent encore sur le traitement 4.10. Les plants les plus vigoureux se trouvaient sur le traitement 4.40.

référentiels de base des sols alluviaux récents et des vertisols équilibrés.

Les conventions particulières n° 2 et 2bis pour "l'étude des effets des amendements calciques sur les sols cultivables de Nouvelle-Calédonie" et la convention n° 4 pour "l'étude des effets des fumures et des amendements calciques sur les sols cultivables de Nouvelle-Calédonie" ont été, quant à elles, les supports des référentiels de base des sols sodiques acides (réalisé entre 1980 et 1985), des vertisols hypermagnésiens (réalisé entre 1983 et 1989) et des sols ferrallitiques ferritiques (lancé en 1988).

Les conventions 3 et 3 bis pour l'étude de la variabilité des vertisols non-magnésiens furent engagées, pour leur part, afin d'élargir le référentiel des vertisols équilibrés. Les expérimentations de cette étude ne sont pas achevées.

2.2.3. Opérations de recherches spécifiquement ORSTOM.

La collaboration engagée avec le Territoire laissait, bien sûr, les deux parties libres de conduire par ailleurs des recherches propres.

Mise au point d'une technique de culture sur vases de végétation sous serre.

Dès sa prise en considération par l'ORSTOM, début 78 (en réponse au vœu émis en 1977 par le Comité Consultatif Provisoire de Recherche), le projet comporta ainsi une "mise au point de tests rapides de la fertilité à l'aide de cultures sur vases de végétation sous serre".

En effet, le sentiment prévalait, au niveau des sections de Pédologie et d'Agronomie de l'Institut, que, moyennant la résolution préalable des problèmes d'ordres méthodologique et technique signalés dans la littérature ou, plus simplement, prévisibles, un certain nombre de questions - comme celles ayant trait aux déséquilibres minéraux des sols - pourraient être résolues beaucoup plus sûrement et rapidement sur vases de végétation qu'au champ.

D'un autre côté, il était évident que de telles expériences en serre ne pourraient jamais remplacer complètement les expérimentations au champ, notamment s'il s'agissait d'observer l'évolution des sols sous culture.



- 8 - Expérimentation en serre conduite en 1986. Plant de maïs se développant sur de la terre ayant reçu en 1984, au champ, 12 t/ha de CaO sous forme de croûte calcaire, et, en complément juste avant l'étude en serre, des doses de CaO sous forme de gypse représentant, de gauche à droite, 0, 30, 20 et 40 % de la chaux totale finale.

Aucune carence en calcium n'apparaissait. Des chloroses calciques et des carences en potassium s'observaient, par contre, sur le traitement 12.00, dans les premiers stades du développement. Les plants les plus vigoureux se trouvaient sur le traitement 12.40.

Les conditions et les limites d'une véritable association "serre-champ" étaient donc posées à l'arrière plan de cette opération spécifiquement ORSTOM.

L'étude de ces questions était lancée dès la disposition d'une serre, en 1980.

Elle se poursuit actuellement avec l'adaptation au cocotier de la technique mise au point sur maïs. Ce travail est supporté par le MRT.

Recherche sur la nutrition azotée de *Panicum maximum* cultivé sur vertisol équilibré.

Initiée par Christiane Thomann en 1984, l'étude de la nutrition azotée de *Panicum maximum* cultivé sur vertisol équilibré a été conduite jusqu'à présent entièrement sur vases de végétation en utilisant, pour finir, des sels d'azote marqués à ^{15}N .

Cette étude a été l'occasion pour l'équipe d'aborder le problème de l'estimation des réserves en nutriments assimilables du sol, problème théorique d'une grande complexité. Ses retombées techniques sont, par ailleurs, d'un très grand intérêt pour le Territoire.

Etude des carences et des déséquilibres minéraux des sols oxydiques de Wallis et Futuna.

Avec cette opération le programme a commencé à s'ouvrir aux problèmes des petits archipels du Pacifique Sud.

Faisant l'objet d'une aide de la CORDET, recevant l'appui de l'IENVN et des Services Ruraux Wallisiens, l'étude en question visait trois objectifs :

- . vérifier si la technique de culture sur vases de végétation mise au point pour nos travaux sur sol sodique acide et surtout sur vertisol hypermagnésien acide - deux sols très argileux - était applicable aussi au cas d'un type de sol constitué seulement d'oxydes métalliques se présentant avec une texture extrêmement fine et d'une très faible cohésion ;

- . aborder le problème des carences et des déséquilibres minéraux de ce type de sol ;

- . apprécier, enfin, les difficultés d'ordre sociologique, logistique et administratif que l'on pourrait rencontrer si l'on proposait d'utiliser à Nouméa notre technique de culture sur vases

2 - REGLES GENERALES PROVISOIRES DE FUMURE MINERALE ET D'AMENDEMENT CALCIQUE TIREES DES ETUDES DE BASE DIDER/CREA-ORSTOM CONDUITES AU CHAMP, DE 1979 A 1987, SUR QUATRE DES PRINCIPAUX SOLS CULTIVABLES DE NOUVELLE-CALÉDONIE.

NUTRIMENTS.	CYCLES CULTURAUX .	SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT ALLUVIAL ÉQUILIBRÉS .	VERTISOLS ÉQUILIBRÉS.	SOLS SODIQUES ACIDES.	VERTISOLS HYPERMAGNÉSIENS.
N (SOUS FORME D'URÉE)	1	2 E(N)	3 E(N)	3 E(N)	3 E(N)
	2	2 E(N)	2,5E(N)	2,5E(N)	2,5E(N)
	3 ET SUIVANTS	2 E(N)	2 E(N)	2 E(N)	2 E(N)
P ₂ O ₅	1	1,2E(P)	3 E(P)	3 E(P)	3 E(P)
	2	1,2E(P)	2 E(P)	2 E(P)	2 E(P)
	3 ET SUIVANTS	1,2E(P)	1,2E(P)	1,2E(P)	1,2E(P)
K ₂ O	1	1,2E(K)	1,2E(K)	1,2E(K)	1,2E(K)
	2	1,2E(K)	1,2E(K)	1,2E(K)	1,2E(K)
	3 ET SUIVANTS	1,2E(K)	1,2E(K)	1,2E(K)	1,2E(K)
CaO	1	-	-	4T/HA	4 A 8T/HA
	2	-	-	-	-
	3 ET SUIVANTS	-	-	-	-

N.B. 1 - E(N), E(P), E(K) REPRÉSENTENT, RESPECTIVEMENT, LES QUANTITÉS, EN KG/HA, D'AZOTE, DE PHOSPHORE (P₂O₅) ET DE POTASSIUM (K₂O) EXPORTÉES PAR TONNE DE PRODUIT ESPÉRÉE.

2 - LES COEFFICIENTS APPLIQUÉS À CES QUANTITÉS TIENNENT COMPTE,

- . POUR L'AZOTE, DE SON COEFFICIENT D'UTILISATION LORSQU'IL EST APPORTÉ SOUS FORME D'URÉE (55 %),
- . POUR LE PHOSPHORE, DES PERTES PAR FIXATION ESTIMÉES À 20 %
- . POUR LA POTASSE, DES PERTES PAR LIXIVIATION ESTIMÉES ELLES AUSSI À 20 %.

de végétation pour étudier des problèmes (importants) apparaissant sur d'autres archipels.

Le second objectif a, en fait, été poussé plus loin que nous pensions le faire au départ en raison de l'importance que revêtiraient, pour ces deux petites îles, ces sols oxydiques qui recouvrent 50 % de leur surface si elles pouvaient les mettre en valeur (le terme local utilisé pour les désigner, "toafa", peut se traduire par "désert", malgré une pluviosité de 2 à 3 m).

3 - BILAN.

La liste des documents produits depuis 1979, qui figure en annexe, et une première synthèse présentée en 1987* permettent de se rendre compte de la progression pas à pas des recherches.

La synthèse, pour ce qui la concerne, montre que si les objectifs visés initialement ont été atteints pour une large part, on est encore très loin de dominer les problèmes de fertilité et d'évolution sous culture des sols calédoniens.

S'agissant des acquis, citons :

1 - l'établissement des référentiels de base de 3 des principaux sols arables du Territoire et bientôt d'un quatrième : les sols peu évolués d'apport alluvial équilibrés, les vertisols équilibrés, les sols sodiques acides (ou solonetz solodisés), les vertisols hypermagnésiens acides;

2 - la définition des conditions de mise en valeur de deux types de sol considérés jusque-là comme stériles naturellement (les deux derniers cités ci-dessus) ;

3 - la production de normes préliminaires de fumures et d'amendements calciques pour les 4 sols dont les référentiels de base sont achevés (cf le tableau 2) ;

* "Recherches conjointes DIDER/CREA-ORSTOM sur la fertilité naturelle et l'évolution sous culture des sols de Nouvelle-Calédonie. Historique des études et état d'avancement des connaissances au 31 juillet 1987". DIDER/CREA éditeur, 62 p., 10 tableaux, 8 photos.

3 – ETUDE DES FACTEURS CHIMIQUES DE LA FERTILITE D'UN SOL :

UN SCHEMA DE RECHERCHES EXPERIMENTALES POSSIBLE ADAPTE AUX CONDITIONS DES PETITS ARCHIPELS

3.1 ENQUETE AGROPEDOLOGIQUE INITIALE

- TYPE DE SOL A ETUDIER PRIORITAIREMENT.
- CHOIX DU FUTUR TERRAIN EXPERIMENTAL POUR LE TYPE DE SOL RETENU.

3.2 ETUDES PRELIMINAIRES EN LABORATOIRE ET EN SERRE

- EN LABORATOIRE, ETUDE DES EFFETS SUR LE SOL DES ENGRAIS ET DES AMENDEMENTS CALCIQUES.
- EN SERRE, TESTS DE FERTILITE SUR VASES DE VEGETATION.
- MEILLEURE CONNAISSANCE DES REACTIONS CHIMIQUES DU SOL.
- MISE EN EVIDENCE, AU NIVEAU DE LA PLANTE, DES CARENCES ET DES DESEQUILIBRES MINERAUX DU SOL.
- PREMIERES PROPOSITIONS POUR LA CORRECTION DE CES CARENCES ET DE CES DESEQUILIBRES MINERAUX.

3.3 ETUDE EXPERIMENTALE DE BASE AU CHAMP

D'UNE DUREE MINIMALE DE 5 ANS, CETTE ETUDE A COMME OBJECTIFS DE PRECISER PROGRESSIVEMENT, A L'AIDE D'UNE EXPERIMENTATION AU CHAMP :

- LES PROPOSITIONS PRECEDENTES DE CORRECTION DES CARENCES ET DES DESEQUILIBRES MINERAUX DU SOL,
- L'EVOLUTION SYSTEMIQUE DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES SOL ET PLANTE SUR LE TERRAIN ETUDIE.

LA PLANTE-TEST UTILISEE EST GENERALEMENT LE MAIS.

DES TESTS DE FERTILITE COMPLEMENTAIRES INTERCYCLES EN SERRE ET DE NOUVELLES RECHERCHES CONCERNANT LES EFFETS SUR LE SOL DES ENGRAIS ET DES AMENDEMENTS PERMETTENT D'AFFINER LES RESULTATS OBTENUS AU CHAMP.

• L'ENSEMBLE DES INFORMATIONS RECUEILLIES DANS CES CONDITIONS CONSTITUE LE REFERENTIEL DE BASE DU SOL EN QUESTION.

• DE PREMIERES CONCLUSIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES PEUVENT ETRE TIREES DES LA TROISIEME ANNEE EN GENERAL.

3.4 ETUDE DE LA VARIABILITE DE LA FERTILITE DU TYPE DE SOL

D'UNE DUREE MINIMALE DE 5 ANS ELLE AUSSI, CETTE ETUDE A COMME OBJECTIF L'ADAPTATION DES CONCLUSIONS DE L'ETUDE DE BASE A LA VARIABILITE DU TYPE DE SOL.

ELLE DOIT, DE CE FAIT, REPOSER SUR UN RESEAU D'EXPERIMENTATION MULTILOCALES AU CHAMP. CHACUNE DE CES EXPERIMENTATIONS EST PLUS LEGERE QUE L'EXPERIMENTATION DE BASE PRECEDENTE.

DES ETUDES EXPERIMENTALES EN SERRE PEUVENT ETRE CONDUITES POUR UNE MEILLEURE ANALYSE DES PROBLEMES RENCONTRES.

• LES INFORMATIONS RECUEILLIES SUR CE RESEAU, AJOUTEES AUX PRECEDENTES, CONSTITUENT LE REFERENTIEL ELARGI DU SOL EN QUESTION.

• DES CONCLUSIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES, DE PORTEE PLUS GENERALE, DOIVENT RESULTER DE CETTE ETAPE.

3.5 SUIVI DE L'EVOLUTION A LONG TERME DE LA FERTILITE

UN SUIVI SUR 5 ANS DE L'EVOLUTION D'UN SOL SUR UNE EXPERIMENTATION EST INSUFFISANT POUR PREDIRE LA SITUATION DE CE DERNIER A LONG TERME. CELLE-CI DEPEND, EN EFFET, DES SUCCESSIONS ET ROTATIONS CULTURALES, DES MASSES DE NUTRIMENTS APPORTEES, DES MODALITES DE TRAVAIL DU SOL, ETC...

LA NECESSITE DE SUIVRE CETTE EVOLUTION DANS LES CONDITIONS REELLES D'EXPLOITATION S'IMPOSE DONC SI L'ON NE VEUT PAS COURIR LE RISQUE D'UNE DEGRADATION GRAVE DES PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DU SOL ET DE SON ENVIRONNEMENT, ET SURTOUT, SI L'ON VEUT EN COMPRENDRE LES RAISONS.

4 - la mise au point d'une technique de culture sur vases de végétation sous serre permettant d'étudier de nombreuses questions, en particulier de prérégler les problèmes de carences ou de déséquilibres minéraux dès lors que l'on respecte "les conditions de parallélisme serre-champ" ;

5 - une technique d'étude en laboratoire de l'action des fumures minérales et des amendements calciques sur les sols et leur lixiviation ;

6 - des informations claires sur le comportement du maïs et de quelques autres espèces cultivées sur ces sols riches en magnésium ;

7 - un schéma général d'analyse des problèmes de fertilité (cf le croquis 3).

S'agissant des questions encore en suspens, il faut noter:

1°/ - l'étude de la variabilité des facteurs de la fertilité des sols caractérisés sur le faciès modal ;

2°/ - la mise en place d'un réseau de points d'observations de l'évolution à long terme des sols cultivés qui n'est encore qu'à l'état de projet ;

3°/ - l'établissement de normes pour les cartes d'aptitudes culturales ;

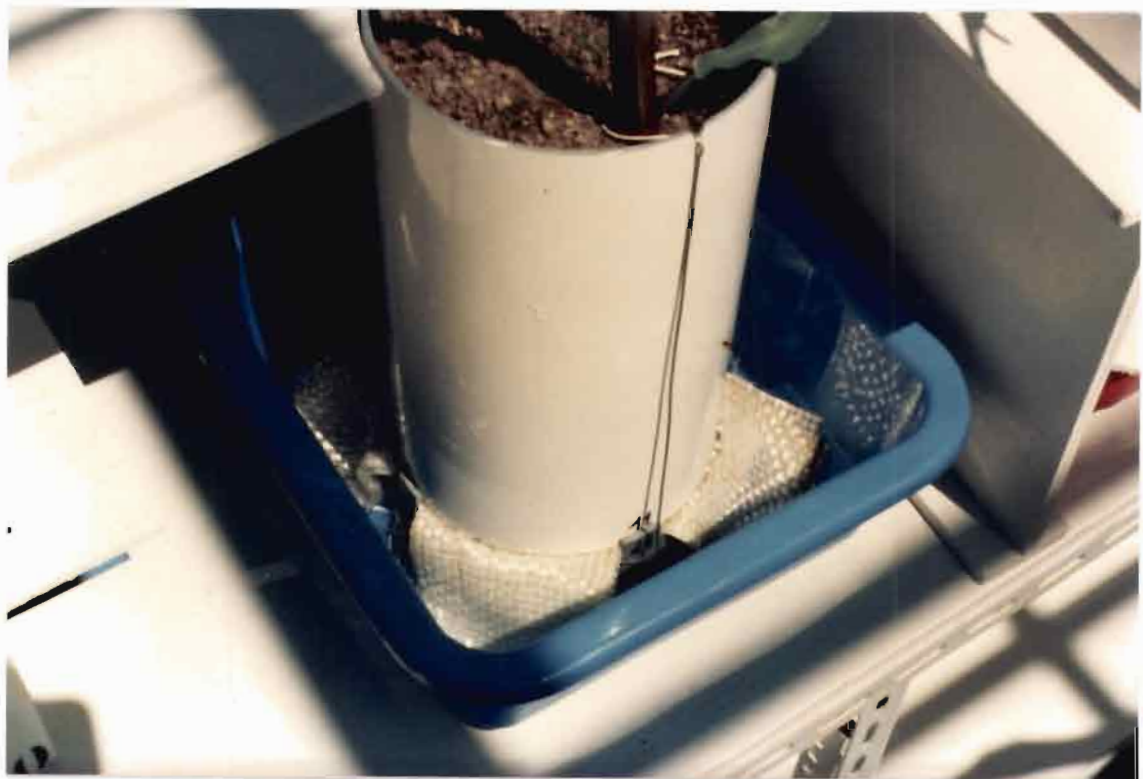
4°/ - la comparaison du comportement des espèces cultivées sur les différents types de sols, en particulier sur les sols magnésiens ;

5°/ - la caractérisation des réserves en nutriments assimilables des sols ;

6°/ - la présentation des résultats déjà acquis dans des publications ;

7°/ - la mise en chantier des référentiels de base des autres sols cultivables de Nouvelle-Calédonie, en particulier les vertisols hypermagnésiens basiques, les sols alluviaux magnésiens basiques, les sols fersiallitiques, les sols ferrallitiques allitiques des Loyautés.

Pouvions-nous aller plus vite et plus loin dans la connaissance des problèmes agropédologiques calédoniens ?



- 9 - Expérimentation en serre. Première technique d'irrigation testée.
Il s'agissait de la technique des "bacs Riviera", mais améliorée.
Celle-ci présentait deux inconvénients majeurs :
- 1°/ - elle ne fonctionnait qu'avec des sols à forte remontée capillaire ;
 - 2°/ - lorsqu'elle fonctionnait, elle engendrait une accumulation des sels solubles à la surface des vases de végétation.

La question mérite d'être posée, surtout si l'on prétend proposer le schéma 3 comme modèle pour l'étude de la fertilité des sols des petits archipels du Pacifique Sud !

La réponse est affirmative mais avec des réserves.

Ainsi, sous la pression des événements, nous avons privilégié les études de base pour répondre plus rapidement à un extraordinaire besoin d'informations. Ceci a eu évidemment pour conséquence de freiner les études de variabilité, les moyens de recherches, tant du CREA que de l'ORSTOM, n'étant pas extensibles.

L'originalité des sols calédoniens a nécessité, d'autre part, la mise au point d'une nouvelle méthode de détermination des bases échangeables et de la capacité d'échange en cations (travaux de J. Pétard en 1984-85). La conséquence de ce travail a été l'obligation de reprendre des séries entières d'analyses sur vertisol hypermagnésien. La logique voudrait que l'on reprenne également toutes celles effectuées sur les autres sols.

La variabilité excessive des sols calédoniens, mal dominée il y a quatre ans encore, est elle-même responsable d'une année de retard dans le choix des sites d'étude de la variabilité des vertisols équilibrés. Les deux premiers sites choisis se révélèrent du type hypermagnésien lors des analyses de contrôle effectuées elles-mêmes avec du retard.

Enfin, une année fut perdue, en 1984, à cause des conditions climatiques qui empêchèrent d'installer le dernier cycle de l'expérimentation de base des vertisols équilibrés.

Des facteurs internes ont freiné, de leur côté, le développement des recherches et l'exploitation des données :

- . affaiblissement progressif du laboratoire de Pédologie avec le départ de Marc LATHAM en 1982, puis celui de Bernard DENIS en 1985 ;

- . changement d'orientations d'Alain BEAUDOU en 1983 ;

- . aide technique de haut niveau apportée exclusivement par des VAT. Certes on ne peut que louer les 10 VAT qui se sont succédés à Nouméa pour le programme . Sans leur enthousiasme et leurs contributions nous n'en serions pas là aujourd'hui.

Que conclure finalement ?

Globalement, le bilan nous apparaît, bien sûr, largement positif :



- 10 - Expérimentation en serre. Deuxième technique d'irrigation testée : goutte à goutte à partir d'un bac surplombant la surface des vases de végétation, avec recyclage des percolats tous les jours ou tous les 2 jours.

Le point faible du système résidait au niveau des gouttes à gouttes qui se bouchaient très rapidement du fait de la présence d'algues et de manque de pression.

. pour le Territoire d'abord, qui dispose de références pour la mise en valeur de 4 types de sols. Même si ces références sont imparfaites, elles constituent des bases solides pour les conseillers agricoles et les agriculteurs;

. pour l'ORSTOM ensuite, pour la Pédologie initiatrice du projet et pour l'Agronomie, qui ont approfondi un certain nombre de questions ayant trait aux aspects chimiques de la fertilité des sols calédoniens, qui disposent de méthodes et de techniques beaucoup mieux adaptées à leur étude et, finalement, qui situent mieux les problèmes fondamentaux à résoudre en amont pour progresser plus sûrement ;

. pour l'ORSTOM encore - pour le Département MAA et l'Axe IV -, qui peuvent proposer un schéma général de recherche efficace pour l'étude des problèmes de fertilité dans le cas de situations mal connues.

4 - LE THEME DE LA FERTILITE EST-IL ENCORE UN THEME D'AVENIR ?

L'opinion commune à de nombreux biologistes et, malheureusement, à un certain nombre d'agronomes et de pédologues, au sujet du thème de la fertilité et de l'évolution sous culture des sols est qu'il appartient au passé ou à la recherche appliquée. En d'autres termes, qu'il ne présente plus d'intérêt du point de vue scientifique ou recherche de base.

Quelle erreur et quel drame !

4.1. Sujets de thèse.

Quelle erreur, parce qu'en voulant vérifier et préciser les données de la nutrition minérale du maïs ou, pour Christiane THOMANN, de *Panicum maximum* - espèces que nous voulions utiliser comme plante-tests en raison de leurs fortes exigences nutritionnelles -, nous avons buté aussitôt sur plusieurs questions de fond, d'intérêt général, qui pourraient constituer certainement autant de sujets de thèse. Par exemple* :

* toutes ces études - entre parenthèses - sont réalisables ici à Nouméa où les équipements sont sous-utilisés du fait de la faiblesse de l'équipe de l'Axe IV.



- 11 - Expérimentation en serre. Troisième technique d'irrigation testée : goutte à goutte monté sur une rampe branchée sur le réseau d'eau déminéralisée. Une horloge commandant une vanne magnétique permettait de régler le débit des rampes.

Le point faible du système résidait dans le fait que les besoins en eaux des plantes n'étaient jamais correctement satisfaits, parce que variant d'un traitement au suivant en raison des différences induites par ces traitements sur la croissance.

. la définition des réserves d'un sol en nutriments assimilables et la mise au point d'une méthode de référence pour leurs appréciations ;

. l'étude de l'action sur le sol des sels minéraux des fumures et des amendements, et celle de la conséquence de cette action sur la solution du sol, la nutrition des plantes et la lixiviation ;

. la fixation du phosphore, en particulier dans le cas des sols oxydiques, et sa disponibilité pour les plantes ;

. la répercussion du déséquilibre calco-magnésien des sols sur la nutrition minérale des plantes cultivées, leur croissance et leur développement.

4.2. Echecs d'opérations de développement.

Quel drame, parce que cette absence d'intérêt a naturellement des répercussions, non seulement sur les jugements de valeurs portés sur ceux qui se préoccupent de ces questions, mais surtout sur l'avenir des communautés aux prises avec ces problèmes de fertilité.

Ces derniers sont sans doute beaucoup plus fréquents qu'on ne le pense.

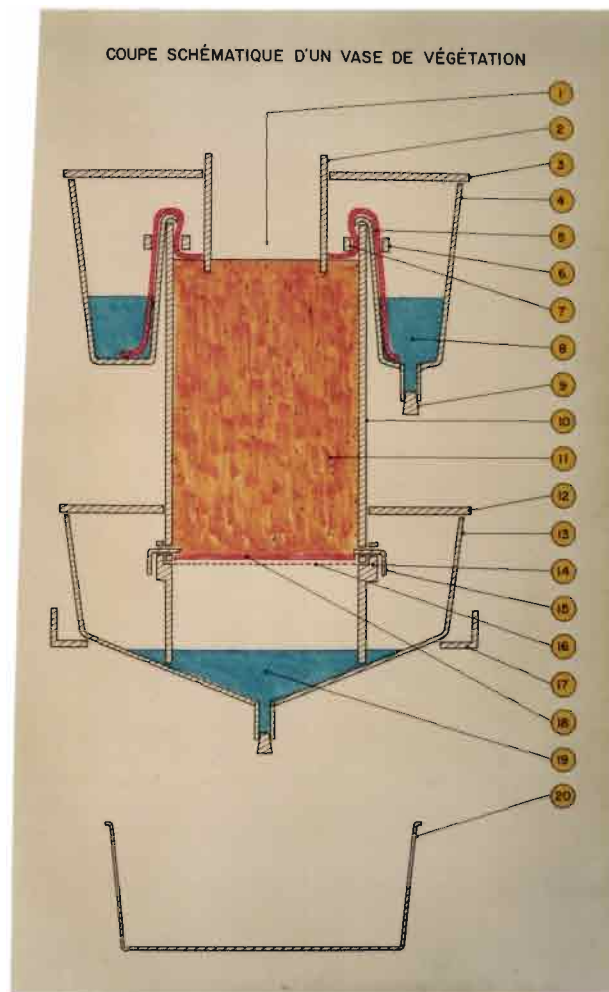
En Calédonie.

Ici, en Calédonie, nous avons observé nous - mêmes plusieurs échecs graves de particuliers ou d'organismes dus à une sous estimation des problèmes, tout à fait normale au demeurant.

Le champ sur lequel est installée l'expérimentation de base des vertisols hypermagnésiens acides, dans la vallée de la Tamoa, avait fait ainsi l'objet, entre 1979 et 1982, de 5 tentatives successives de mise en culture sous maïs, sorgho et avoine, toutes infructueuses.

Très récemment, en juin 1988, nous étions appelés "en expert" sur un champ de blé présentant d'étranges malformations et "brûlures". Ce champ était installé sur un sol peu évolué d'apport alluvial très riche en oxydes métalliques et en magnésium.

L'Opération Céréales, lancée en 1979 à grands renforts de persuasions et d'aides, était stoppée net trois ans plus tard dans le secteur de Pouembout du fait de l'absence jusque-là d'informations correctes sur les fumures et les amendements calciques des vertisols plus ou moins magnésiens et des sols



- 12 - Expérimentation en serre. Quatrième système d'irrigation testé : l'eau est fournie en continu par une toile en tissu de verre appliquée à la surface du pot et plongeant dans un réservoir périphérique.

Les percolats sont recyclés tous les 2 jours.

Le sol est toujours au voisinage de la capacité au champ.

Le rapport Sol/Percolat est voisin de 1.

Ce système nous a donné entière satisfaction sur tous les types de sols étudiés (vertisols, sols alluviaux, sols oxydiques).

sodiques acides sur lesquels devaient être cultivés maïs et sorgho (et aussi de l'impossibilité d'irriguer).

Des 260 hectares de l'Opération Café installés entre 1979 et 1985 le long de la Côte Est, il ne reste plus aujourd'hui qu'une soixantaine, les autres caféraies ayant décliné très rapidement pour des raisons inconnues, les défauts d'entretien ne suffisant pas à expliquer le phénomène.

D'une première "Opération Fruit" lancée en 1960 il ne reste plus aucun verger. Des 60 vergers installés par l'IRFA entre 1981 et 1984, une quinzaine seulement existeraient encore, la disparition des autres s'expliquant le plus souvent par leur installation sur des sols inappropriés.

En Afrique Noire.

Il y a maintenant un an et demi, Roland MOREAU notre Chef d'UR nous faisait part d'un problème qu'on venait de lui soumettre et nous demandait notre avis. Il s'agissait, en l'occurrence, des difficultés rencontrées au Rwanda par l'opération de recherche-développement "Mise en valeur de la crête Zaïre-Nil", une zone sous-peuplée au contact d'une région de très forte densité de population.

Le projet, lancé en 1980, comportait deux volets, un volet "Recherche appliquée" et un volet "Actions en milieu réel". Mais aussi bien le premier que le second n'arrivaient toujours pas, au bout de 5 ans, à résoudre les problèmes de mise en valeur de la crête. Les difficultés rencontrées par leurs responsables étaient en partie identifiées. Mais, s'agissant de celles du volet "recherches", aucune n'avait pu être étudiée en profondeur, pour toutes sortes de raisons pouvant se résumer par l'expression: "inadaptation des méthodes et des moyens aux problèmes à étudier".

La comparaison de la situation de la crête Zaïre-Nil en 1987 avec celle de la Nouvelle-Calédonie en 1978 était frappante :

- . volonté officielle de développer une agriculture plus ou moins intensive sur des zones vierges et quasi-vides d'hommes,
- . absence d'informations de base préalables sur la fertilité des sols.

Dans le cas de la crête Zaïre-Nil, elle était cependant beaucoup plus grave, l'opération ne pouvant s'appuyer, au départ, sur une bonne carte des sols suffisamment détaillée pour se rendre compte de l'importance relative des différents types de sols, de



13 - Expérimentation en serre : vue générale de l'étude de l'influence de doses complémentaires de gypse sur la croissance du maïs dans ses premiers stades de développement sur vertisol hypermagnésien acide déjà amendé deux années auparavant par 4, 8 et 12 t/ha de chaux sous forme de croûte calcaire (cf plus haut les photos 7 et 8).

leur faciès modal et de leur variabilité, ni sur un dispositif d'expérimentations au champ éprouvé, équivalent au CREA.

4.3. Zônes infertiles.

Des zônes infertiles et vides d'hommes se rencontrent un peu partout à travers le monde.

Dans le Pacifique-Sud, de tels "déserts" existent sur les îles hautes. Il s'agit alors, souvent, de zônes sur sols oxydiques, recouvertes à l'origine de forêts, mais transformées en plateaux "définitivement" stériles par une à deux années de cultures seulement et sur lesquelles de longues jachères n'arrivent pas à relever le potentiel de fertilité.

Ces terres recouvrent pour mémoire 50 % de la surface de Wallis et Futuna.

4.4. Ajustement des fumures et évolution des sols à long terme.

Considérons maintenant les zônes effectivement cultivées et n'offrant apparemment pas de difficultés majeures.

D'une façon générale, on observe à leur sujet :

- . empirisme dans l'adaptation des fumures aux plantes, aux sols et aux techniques culturales ;
- . gaspillage de matière et d'énergie par fertilisation insuffisante, excessive ou déséquilibrée ;
- . ignorance des conséquences à long terme sur le sol et sur l'environnement.

S'agissant de ces conséquences à long terme, celles-ci sont pourtant évidentes dans leur principe dès lors que l'on se pose la question ou que l'on observe avec suffisamment de temps les événements.

Le fait, par exemple, de proposer aux agriculteurs d'utiliser des cocotiers hybrides haut-producteurs doit entraîner, logiquement, une fertilisation accrue des cocoteraies. Quels risques de pollution courent dans ces conditions les lentilles d'eau douce des atolls ? Et quels moyens avons-nous actuellement d'adapter correctement les fumures, non pas uniquement aux besoins du cocotier - ce que l'on sait très bien faire par le diagnostic



14 - Expérimentation en serre. Apport de nutriments solubles. L'anneau central en tube de PVC, faiblement enfoncé dans la terre, a deux raisons :

- 1°/ il force les racines primaires à se développer verticalement, améliorant ainsi la colonisation de la colonne de terre ;
- 2°/ il empêche la lumière du jour d'atteindre les toiles d'irrigation.

foliaire de l'IRHO - mais aux conditions de sols, de climat et aux capacités d'absorption de la plante ?

Le même argument vaut pour les autres cultures dans nombre de situations. Ce problème des modalités d'adaptation des fumures est général.

4.5. En guise de conclusion sur l'intérêt du thème.

Une révision de nos attitudes à l'égard du thème de la fertilité et de l'évolution sous culture des sols doit donc être recherchée.

Le thème peut comporter autant de "recherche de base" que de "recherche appliquée" et le premier aspect est pratiquement inséparable du second.

5 - QUELLE EVOLUTION DONNER AU PROGRAMME ET A L'EQUIPE "FERTILITE" DE NOUMEA ?

L'équipe mise en place en 1978 pour étudier les facteurs de la fertilité des sols calédoniens arrivera bientôt à un seuil critique de fonctionnement.

Christiane THOMANN, qui a joué un rôle essentiel dans l'étude de la nutrition azotée sur vertisol équilibré et qui a contribué puissamment à l'amélioration des méthodes et des techniques de l'UR par son esprit analytique et de précision, nous quittera définitivement en juin 89.

Pascal PODWOJEWSKI, dernier pédologue en poste à Nouméa et qui nous apporte une contribution irremplaçable pour la caractérisation des sols sous cocoteraies sur lesquelles apparaissent des problèmes, doit lui aussi rentrer en France définitivement.

Que peut faire dans ces conditions une "équipe" réduite à un agronome et trois assistants de labo, plus un VAT dont le poste n'est lui-même pas assuré de pérennité ?

Certes, la collaboration Territoire-ORSTOM sur laquelle repose en partie le programme actuel - collaboration qui devrait logiquement se maintenir dans les prochaines années - a généré de facto une "équipe conjointe" efficace et active. Cette collaboration et l'équipe en question pourrait de plus se renforcer prochainement si le projet d'affectation en Calédonie



15 - Expérimentation en serre : mesure de hauteur sur maïs.

d'un agropédologue du CIRAD voit le jour, ce qui est emminement souhaitable.

Mais ce dispositif particulier a d'abord pour vocation l'élaboration méthodique des référentiels.

Les études de base complémentaires sortent en grande partie de son champ d'application. Or, c'est à ce niveau que se situent, potentiellement, les actions ou les opérations de recherches les plus pointues.

De plus, l'intérêt scientifique de la Nouvelle-Calédonie et des petits archipels du Pacifique Sud est considérable.

D'après Marc LATHAM, 10 des 11 classes de sols du monde sont présentes en Calédonie. Et ceci sur une surface de 19.103 km² ! Le Territoire devrait être considéré comme un véritable musée pédologique, surtout si l'on tient compte de l'originalité de certains faciès ! Les problèmes agronomiques qui en découlent - ou plutôt qui devraient en découler vu le faible développement de l'agriculture - sont potentiellement tous présents. Plus ceux liés à l'originalité des sols.

Si l'on examine, d'autre part, les zones pédologiquement homogènes, celles-ci ont une très faible étendue. Les facteurs naturels de leur formation et de leur évolution ainsi que leurs positions dans les catenae sont donc beaucoup plus faciles à étudier que sur les zones immenses des continents.

A contrario, l'exiguïté des îles nécessite d'autres approches que celles que l'on peut utiliser sur les masses continentales où l'espace ne fait pas défaut. C'est la raison pour laquelle nous avons essayé de nous rapprocher le plus possible du champ dans nos études sur vases de végétation.

Quelles suites donner alors aux projets de collaboration déjà très bien engagés avec la Division of Land and Soil Sciences de Nouvelle Zélande ?

Quelle attitude avoir vis à vis d'un autre projet tripartite avec l'IBSRAM ?

Quelle attitude avoir aussi avec d'autres offres de collaborations potentielles (accueil de thésards) ou des demandes d'appuis scientifiques ? Les Services Ruraux de Wallis et Futuna, par exemple, espèrent que nous pourrions engager avec eux un travail de fond analogue à celui conduit avec le CREA sur les sols oxydiques de ce Territoire.



16 - Expérimentation en serre. Fauche d'une touffe de Panicum maximum (Jacq.).

Une expérience a été tenue 9 mois durant sans aucune difficulté avec ce système.

Si l'on ne veut pas condamner à plus ou moins brève échéance le programme, c'est donc une équipe presque entièrement nouvelle qu'il va falloir recréer à Nouméa.

Une équipe de 4 chercheurs (par exemple de 2 pédologues et de 2 agronomes) et de 2 techniciens supérieurs (dont un statisticien-informaticien) est le gabarit à atteindre.

Chaque chercheur pourrait alors être responsable d'une composante particulière de la fertilité et prendre en charge une opération de formation et une autre de collaboration.

Un rayonnement local et régional plus fort en résulterait certainement très vite ainsi que la possibilité d'accueillir des thésards.

Rappelons, en effet, que les conditions matérielles du Centre ORSTOM de Nouméa sont excellentes. Le Laboratoire d'Analyse est remarquablement bien équipé, opérationnel, capable d'évolution et d'appuis méthodologiques. Deux serres de 50 m² chacune, avec tout le matériel nécessaire de préparation du sol et de culture sont à notre disposition, ainsi que des ateliers d'informatique, de cartographie, d'électronique, de menuiserie, de soudures et - nouvel outil exceptionnel ne demandant qu'à être utilisé - le Laboratoire de Traitement d'Images (SPOT) Calédonien, le LATICAL. Des appuis scientifiques, qui constituent aussi un environnement intellectuel de très grande qualité, peuvent être enfin trouvés auprès des Unités de Recherches où oeuvrent botanistes, entomologistes, hydrologues et phytopathologistes !

6 - AUTRES ARGUMENTS EN FAVEUR DU MAINTIEN D'UNE EQUIPE D'AGROPEDOLOGUES.

6.1. Arguments ambigus.

Si les arguments scientifiques et techniques précédents en faveur du maintien - ou plutôt du renforcement ! - de l'équipe d'agropédologie sont puissants, les arguments d'ordre politique et économique, qui ont aussi leur valeur, peuvent être, cependant, facilement récusés. En effet, que l'on se fonde sur les revenus totaux des archipels, sur leurs superficies ou sur leurs populations, ces données apparaissent misérables en regard de celles des pays d'Asie, d'Amérique ou d'Afrique avec lesquelles l'ORSTOM entretient ou pourrait entretenir des relations. Si l'on exclut l'Australie et la Nouvelle Zélande du "Pacifique Sud à développer", la superficie totale des autres archipels est de 550.000 km² avec la Papouasie et de 88.500 sans elle. Les chiffres



17 - Expérimentation en serre : touffe de Panicum maximum venant d'être fauchée.

correspondants des populations sont de l'ordre de 5.100.000 et 1.800.000 habitants. Les Territoires français recouvrent pour leur part 23.300 km² et portent 320.000 habitants.

La défense d'une présence scientifique française en matière de sciences agronomiques dans la région ne peut, c'est évident, s'appuyer sur de telles données si, en situation de pénurie d'effectifs, on doit prendre en considération dans le même temps les problèmes du reste immense du Tiers-Monde.

6.2. Argument d'ordre stratégique.

Par contre, pour ce qui est de l'intérêt stratégique de maintenir des recherches biologiques terrestres dans la Zone, notamment des recherches sur la fertilité des sols, celui-ci est directement lié à la nécessité du maintien d'une présence française dans la Région.

En effet, le développement des petits archipels est davantage conditionné par la résolution de leurs problèmes agronomiques - sensu lato - que par celle de leurs autres problèmes techniques, problèmes de santé mis à part. A moyen et long termes, pouvoir mettre en valeur tous leurs sols cultivables est vital pour eux, qu'il s'agisse de productions vivrières ou d'exportation, d'élevage ou de bois.

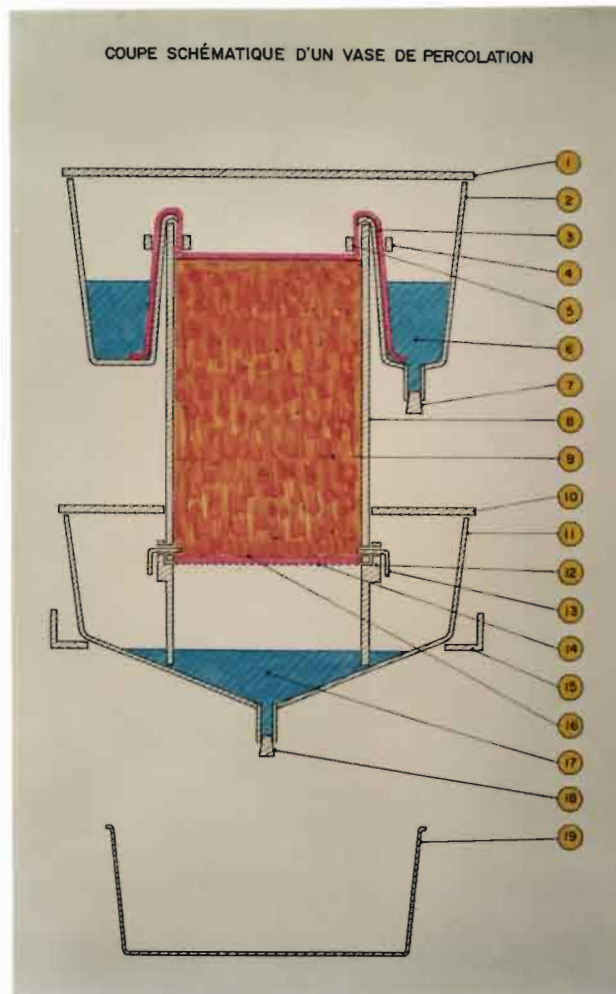
6.3. Argument d'ordre moral.

Enfin, concernant la valeur morale de notre aide, celle-ci est sans faille, contrairement à ce que pourrait laisser croire certaines images vantant les charmes touristiques des îles du Pacifique.

Ceci résulte de ce qui précède : faute de surface et sans recherche, les populations de ces petits archipels auront à affronter, à échéance d'une génération, des problèmes de plus en plus graves d'alimentation.

7 - CONCLUSIONS.

Le but de ce document, ainsi que nous l'avons indiqué au début, est avant tout de mettre en relief l'intérêt d'un programme qui, du fait de l'évolution régressive d'une équipe, court le risque de ne plus être en mesure de répondre aux immenses besoins de connaissance pour le développement en matière de fertilité des sols.



18 - Vase de percolation : croquis schématique.

L'analyse des percolats des vases de végétation ayant montré qu'il était possible de caractériser à ce niveau l'influence sur le sol des fumures minérales et des amendements calciques, l'idée est venue d'utiliser le système séparément pour mieux caractériser ces actions.

Juge et partie par la force des choses, nous nous sommes quand même efforcé d'être objectif, aussi bien dans notre bilan des actions passées que dans nos arguments en faveur de celles qui méritent d'être poursuivies et surtout de celles qui devraient voir le jour.

S'agissant des travaux accomplis et en cours, ils ont contribué et contribuent à donner à l'agriculture calédonienne de premières bases solides en matière de fumures, d'amendements calcaïques et d'évolution de la fertilité à moyen terme. Ces bases doivent être complétées, élargies, approfondies. Leur masse et leur cohérence permettent maintenant d'en faire état auprès de la communauté scientifique internationale.

Certes, un point d'arrêt pourrait être mis rapidement au programme. Il suffirait de laisser les opérations en cours arriver à leur terme. Mais cela ne serait raisonnable, ni scientifiquement, ni stratégiquement.

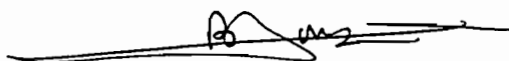
Dans le dispositif ORSTOM outre-mer actuel, le site de Nouméa est certainement le plus favorable aux recherches de base en matière d'agropédologie : le milieu naturel calédonien est d'une diversité, d'une variabilité et d'une originalité exceptionnelles; c'est aussi un milieu insulaire avec tout ce que cela comporte de nécessités d'adaptations méthodologiques ; l'équipement de base pour ces recherches est remarquable ; les collaborations engagées avec le Territoire sans problèmes majeurs ; etc...

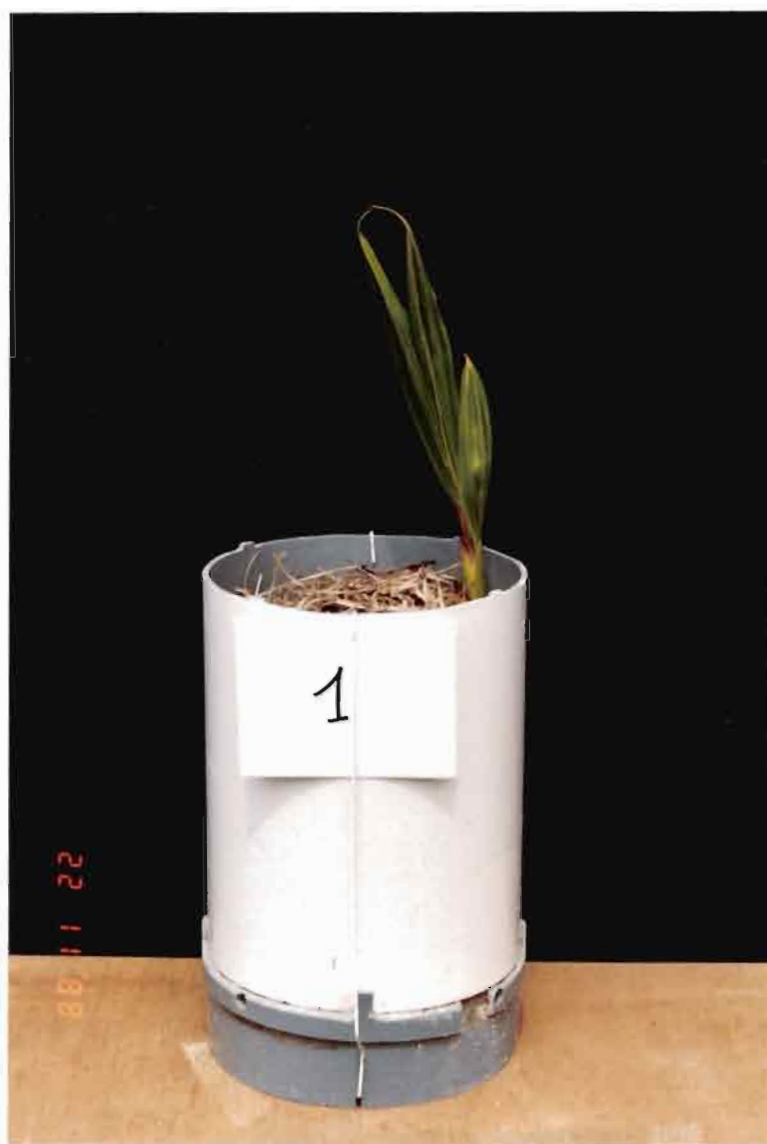
Il en faudrait peu, finalement, pour permettre au programme actuel de redémarrer en partie sur de nouvelles bases : 3 chercheurs et deux techniciens supérieurs supplémentaires. Peut-on soutenir qu'il s'agisse-là de nombres considérables pour la communauté scientifique française et même orstomienne ?

C'est à cette seule condition de toute façon que l'ORSTOM pourra avoir un rayonnement dans la Région en matière d'agropédologie, que ce soit dans ses relations avec des états scientifiquement développés comme la Nouvelle Zélande et l'Australie, ou que se soit avec les petits états et territoires du Pacifique Sud.

Enfin, l'agropédologie est, avec les autres domaines agronomiques, une valeur sûre en matière de coopération scientifique régionale.

Nouméa, le 01/03/89.





19 - Plantule de cocotier germant dans un vase de végétation rempli seulement de sable corallien.

A N N E X E

DOCUMENTS PRODUITS AU TITRE DU PROGRAMME

DENIS (B.), MERCKY (P.), Juin 80 - Etude pédologique du site des essais d'irrigation de Pouembout. Détermination des principales caractéristiques hydrodynamiques des sols. ORSTOM Nouméa, multigr., 33 p., 34 tabl. et fig.

BONZON (B.), DENIS (B.), CANTIE (V.), BOURGEOIS-DUCOURNAU (A.), MAZARD (P.), ARRIGHI (R.), Août 1980 - Etude de la fertilisation nitro-phospho-potassique du maïs sur vertisol et sur sol peu évolué d'apport et de ses conséquences sur l'évolution de leurs caractéristiques physiques et chimiques 1.1. Informations générales. Cadre général de l'étude, dispositifs expérimentaux, modalités de présentations des résultats. ORSTOM Nouméa, Services Ruraux Territoriaux, 39 p. multigr.

BONZON (B.), BOURGEOIS-DUCOURNAU (A.), DENIS (B.), MAZARD (P.), ARRIGHI (R.), Septembre 1980 - Etude de la fertilisation nitro-phosphopotassique du maïs sur vertisol et sur sol peu évolué d'apport et de ses conséquences sur l'évolution de leurs caractéristiques physiques et chimiques. 2.3. Expérimentation sur sol peu évolué d'apport. Conditions d'installation du second cycle. Premières observations sur le peuplement et la croissance en hauteur. ORSTOM Nouméa, Services Ruraux Territoriaux, 49 p. multigr.

DENIS (B.), CANTIE (V.), BONZON (B.), Oct. 1980 - Etude de la fertilité naturelle et de l'évolution sous culture des sols de Nouvelle-Calédonie. Mise au point de tests rapides d'étude des facteurs de la fertilité à l'aide de cultures en pots sous serre. 1-A. Etude de la température et du degré hygrométrique à l'intérieur de la serre. Comparaison avec les conditions extérieures (résultats détaillés, interprétation, résumé). ORSTOM Nouméa. Rapport provisoire multigr.

DENIS (B.), CANTIE (V.), BONZON (B.), Oct. 1980 - Etude de la fertilité naturelle et de l'évolution sous culture des sols de Nouvelle-Calédonie. Mise au point de tests rapides d'étude des facteurs de la fertilité à l'aide de culture en pots sous serre. 1.B. Tests initiaux visant à résoudre certains problèmes posés par l'installation de cultures en pots (résultats détaillés, interprétation, résumé). ORSTOM Nouméa, 57 p. multigr.. Rapport provisoire.



20 - Plantule de cocotier déterrée.

BONZON (B.), BOURGEOIS-DUCOURNAU (A.), DENIS (B.), MAZARD (P.), ARRIGHI (R.), Décembre 1980 - Etude de la fertilisation nitro-phosphopotassique du maïs sur vertisol et sur sol peu évolué d'apport et de ses conséquences sur l'évolution de leurs caractéristiques physiques et chimiques. 2.4. Expérimentation sur sol peu évolué d'apport. Deuxième cycle. Relations entre les croissances en hauteur et les densités de peuplement mesurées jusqu'au 18.09.80, les humidités à pF 2,5 - 3 et 4,2, et les croissances en hauteur des plants en 1979. Conséquences sur l'appréciation de l'influence des fumures sur la croissance en hauteur. ORSTOM Nouméa, Services Ruraux Territoriaux, 32 p., multigr.

BONZON (B.), BOURGEOIS-DUCOURNAU (A.), DENIS (B.), juin 1981 - Etude de la fertilisation nitro-phospho-potassique de maïs sur vertisol et sur sol peu évolué d'apport et de ses conséquences sur l'évolution de leurs caractéristiques physiques et chimiques. I. Informations générales. 2. Relations générales entre les caractéristiques étudiées. Intérêt et modalités de leur mise en évidence et de leur utilisation. ORSTOM Nouméa, multigr., 26 p., 6 tabl., 2 diagrammes.

DENIS (B.), BONZON (B.), CANTE (V.), BOURGEOIS-DUCOURNAU (A.), août 81 - Etude de la fertilisation nitro-phospho-potassique du maïs sur vertisol et sur sol peu évolué d'apport et de ses conséquences sur l'évolution de leurs caractéristiques physiques et chimiques. II. Expérimentation sur sol peu évolué d'apport I. Conditions d'installation du premier cycle. Peuplement, croissance en hauteur et rendements. Niveaux des principales caractéristiques physiques et chimiques du sol. ORSTOM Nouméa, multigr. 22 p., 6 annexes.

DENIS (B.), BONZON (B.), CANTE (V.), BOURGEOIS-DUCOURNAU (A.), SAMPOUX (J.P.), MAZARD (P.), ARRIGHI (R.), décembre 81 - Etude de la fertilisation nitro-phospho-potassique du maïs sur vertisol et sur sol peu évolué d'apport et de ses conséquences sur l'évolution de leurs caractéristiques physiques et chimiques. II. Expérimentation sur sol peu évolué d'apport. Etude des relations internes du système sol-maïs. Premiers résultats. ORSTOM Nouméa, multigr. 26 p., 6 diag., 18 tab.

LATHAM (M.), BONZON (B.), SAMPOUX (J.P.), MAZARD (P.), 1981 - Recherches de sites expérimentaux pour mener des études sur les effets des amendements calciques en Nouvelle-Calédonie. Enquête préliminaire. ORSTOM, 18 p., 5 tableaux, 2 diagrammes.

BEAUDOU (A.G.), LATHAM (M.), LE MARTRET (H.), MAZARD (P.), DEVINCK (F.), SEVERIAN (P.), 1981 - Les sols du champ d'expérimentation (M. BERTONI). ORSTOM, 34 p., 9 diagrammes, 4 tableaux.



21 - Plantule séparée de sa noix.

BEAUDOU (A.G.), LATHAM (M.), LE MARTRET (H.), 1981 - L'évolution du pH des humites des sols sodiques acides après apport d'amendement calciques : essais en boîte de Pétri. ORSTOM, multigr., 3 pages, 2 tableaux.

Anonyme, 1981. Résultats de fin de première année, note préliminaire. ORSTOM, multigr., 2 p.

BONZON (B.), BEAUDOU (A.G.), SAMPOUX (J.P.), MAURY (C.), LE MARTRET (H.), MAZARD (P.), 1982 - Statut minéral d'un maïs à mi-cycle sur vertisol magnésien. Enquête agrologique effectuée le 4 septembre 1981 sur la propriété MAGNIN-PIERSON à Tontouta. Multigr., 49 p., dont 3 schémas et 32 tableaux.

BONZON (B.), BEAUDOU (A.G.), SAMPOUX (J.P.), MAURY (C.), LE MARTRET (H.), MAZARD (P.), 1982 - Effet d'un apport de chaux sur un triticale cultivé sur un vertisol magnésien. Enquête agrologique effectuée le 11 septembre 1981 sur la propriété MAGNIN-PIERSON à Tontouta. Multigr., 35 p., dont 23 tableaux.

BEAUDOU (A.G.), BONZON (B.), LATHAM (M.), SAMPOUX (J.P.), MAURY (C.), LE MARTRET (H.), MAZARD (P.), 1982 - Résultats expérimentaux des cultures en serre sur sol sodique acide. ORSTOM. Multigr., 90 p., 2 Graph., 57 tableaux.

BONZON (B.), BEAUDOU (A.G.), LATHAM (M.), SAMPOUX (J.P.), MAURY (C.), DEVINCK (F.), 1982 - Test d'homogénéité initial du champ expérimental. ORSTOM. multigr., 59 p., 1 schéma, 38 tableaux.

BEAUDOU (A.G.), LE MARTRET (H.), 1982 - Inventaire des gites calcaires de Nouvelle-Calédonie pour l'amendement des sols cultivables. ORSTOM, multigr., 8 p., 7 tableaux, 1 carte.

Anonyme, 1982 - Résultats de fin de seconde année. Note de synthèse. ORSTOM, multigr., 5 p.

BONZON (B.), DENIS (B.), BEAUDOU (A.C.), MAURY (C.), LE MARTRET (H.), MAZARD (P.), DEVINCK (F.), SEVERIAN (P.), 1982 - Effets de différentes doses d'amendement calcique sur un sol sodique acide et sur des cultures de maïs, tournesol et haricot. Protocole expérimental. ORSTOM, multigr., 40 p., 4 annexes.

DENIS (B.), CANTIE (V.), BONZON (B.), juillet 1982 - 1C - Mise au point d'une technique permettant une alimentation hydrique suffisante des plante-tests. ORSTOM Nouméa, multigr., 78 p., 3 annexes.



22 - Goudron cicatrisant appliqué sur la base de la tigelle de cocotier.

BONZON (B.), MAURY (C.), DENIS (B.) - Novembre 1982. Formulaire concernant les éléments majeurs dans le système sol-plante. Correspondance entre les teneurs et les stocks. Exemple de calculs. ORSTOM Nouméa, multigr., 29 p., 3 annexes, 23 tableaux.

BONZON (B.), JICQUEL (J.L.), DENIS (B.), SEVERIAN (P.), DEVINCK (F.), EVIN (C.), COLLET (L.), 1984 - Influence de différentes doses de croûte calcaire sur des cultures de maïs, haricot et pomme de terre sur sol sodique acide. Résultats expérimentaux obtenus au champ en 1983. ORSTOM Nouméa, multigr., 215 p.

ORSTOM-DIDER, mars 1984 - Compte-rendu de la réunion de synthèse du 27 mars 1984 sur les recherches concernant la fertilité des sols néo-calédoniens. Multigr. 16 p.

ORSTOM-DIDER, décembre 1984 - Compte-rendu de la réunion du 9 novembre 1984 sur les effets des amendements calciques sur un vertisol hypermagnésien et de la visite de l'expérimentation de base installée sur ce type de sol dans la vallée de la Tamoa.

BONZON (B.), 1985 - Comparaison de la sensibilité au déséquilibre calco-magnésien de six hybrides doubles de maïs. Etude expérimentale conduite en serre sur vases de végétation. Protocole. Nouméa : ORSTOM, 7 p.

BONZON (B.), 1985 - Influence de la fumure potassique sur la croissance et les immobilisations minérales du maïs cultivé sur vertisol hypermagnésien. Protocole de l'étude expérimentale en serre. Nouméa : ORSTOM, 6 p.

BONZON (B.), 1985 - Influence du soufre sur la croissance et les immobilisations minérales de l'hybride double de maïs XL82 cultivé sur le vertisol hypermagnésien de référence de la vallée de la Tamoa. Protocole de l'étude expérimentale en serre. Nouméa : ORSTOM, 4 p.

BONZON (B.), Septembre 1985 - Rapport de mission sur la Station de Recherches CIRAD-IRHO de Saraoutou sur l'île d'Esperito Santo (Archipel du Vanuatu). ORSTOM, multigr., 6 p.

BONZON (B.), BEAUDOU (A.G.), Décembre 1985 - Troisième réunion des îles du Pacifique Sud sur la recherche, le développement, la diffusion et la formation concernant le cocotier, organisée par l'I.R.E.T.A. à Alafua, Apia, Samoa Occidentales, du 11 au 14.11.85. ORSTOM, multigr., 13 p.

DENIS (B.), 1986 - Première convention Territoire-ORSTOM pour l'étude de la fertilisation nitro-phospho-potassique du maïs sur vertisol et sur sol peu évolué d'apport et de ses conséquences sur



23 - Premières plantations sur vase de végétation de jeunes plantules de cocotier sevrées.

l'évolution de leurs caractéristiques physiques et chimiques. II - Expérimentation sur sol peu évolué d'apport. 8 - Etude de l'influence des facteurs contrôlés sur certaines caractéristiques physiques et chimique du sol au cours du quatrième cycle cultural. Etude de l'évolution de leurs niveaux au cours de ce quatrième cycle. Comparaisons avec les niveaux du troisième cycle. Nouméa : ORSTOM, 2 vol. 88 p., 116 p.

THOMANN (C.), BONZON (B.), ANDRE (Ph.), 1986 - Recherches sur la dynamique de l'azote dans les sols cultivables de Nouvelle-Calédonie. Etude comparative de l'utilisation de l'azote de trois fumures azotées différentes par Panicum maximum (JACQ.), variété "Green Panic", cultivé sur le vertisol non-magnésien de référence de Pouembout. Protocole de l'étude expérimentale en serre. Nouméa: ORSTOM, 46 p.

BONZON (B.), SEVERIAN (P.), DEVINCK (F.), MAZARD (P.), 1986 - Deuxième convention Territoire-ORSTOM pour l'étude des effets des amendements calciques sur les sols cultivables de Nouvelle-Calédonie. Effets de différentes doses de croûte calcaire sur sol sodique acide. Résultats des études expérimentales conduites en 1982. Nouméa : ORSTOM, 14 p.

BONZON (B.), MAZARD (P.), SEVERIAN (P.), DEVINCK (R.), 1986 - Deuxième convention Territoire-ORSTOM pour l'étude des effets des amendements calciques sur les sols cultivables de Nouvelle-Calédonie. Effets de différentes doses de croûte calcaire sur sol sodique acide. Annexe 82-1. Documents annexes communs aux trois expérimentations au champ pour l'année 1982. Nouméa : ORSTOM, 20p.

BONZON (B.), MAZARD (P.), SEVERIAN (P.), DEVINCK (F.), 1986 - Deuxième convention Territoire-ORSTOM pour l'étude des effets des amendements calciques sur les sols cultivables de Nouvelle-Calédonie. Effets de différentes doses de croûte calcaire sur sol sodique acide. Annexe 82-2. Protocole des études expérimentales en serre sur maïs, tournesol et haricot sec. Nouméa : ORSTOM, 3 p.

BONZON (B.), BEAUDOU (A.G.), MAZARD (P.), SAMPOUX (J.P.), LE MARTRET (H.), SEVERIAN (P.), MAURY (C.), DEVINCK (F.), 1986 - Deuxième convention Territoire-ORSTOM pour l'étude des effets des amendements calciques sur les sols cultivables de Nouvelle-Calédonie. Effets de différentes doses de croûte calcaire sur sol sodique acide. Annexe 82-3. Résultats expérimentaux obtenus au champ et en serre sur maïs (1982-1983). Nouméa : ORSTOM, 120 p.

BONZON (B.), BEAUDOU (A.G.), MAZARD (P.), SAMPOUX (J.P.), LE MARTRET (H.), SEVERIAN (P.), MAURY (C.), DEVINCK (F.), 1986 - Deuxième convention Territoire-ORSTOM pour l'étude des effets des amendements calciques sur les sols cultivables de Nouvelle-

Calédonie. Effets de différentes doses de croûte calcaire sur sol sodique acide. Annexe 82-4. Résultats expérimentaux obtenus au champ et en serre sur tournesol (1982-1983). Nouméa : ORSTOM, 125p.

BONZON (B.), BEAUDOU (A.G.), MAZARD (P.), SAMPOUX (J.P.), LE MARTRET (H.), SEVERIAN (P.), MAURY (C.), DEVINCK (F.), 1986 - Deuxième convention Territoire-ORSTOM pour l'étude des effets des amendements calciques sur les sols cultivables de Nouvelle-Calédonie. Effets de différentes doses de croûte calcaire sur sol sodique acide. Annexe 82-5. Résultats expérimentaux obtenus au champ et en serre sur haricot (1982-1983). Nouméa : ORSTOM, 90 p.

BONZON (B.), SEVERIAN (P.), JICQUEL (J.L.), DEVINCK (F.), BOUCARON (C.), COLLET (L.), 1986 - Deuxième convention Territoire-ORSTOM pour l'étude des effets des amendements calciques sur les sols cultivables de Nouvelle-Calédonie. Influences de différentes doses de croûte calcaire sur des cultures de maïs, haricot et pomme de terre sur sol sodique acide. Résultats expérimentaux obtenus au champ en 1983. Données complémentaires. Annexes 5bis, 6bis, 7bis. Nouméa : ORSTOM, 69 p.

BONZON (B.), COLLET (L.), JICQUEL (J.L.), BOUCARON (C.), HUELVAN (Y.), GOURDON (F.), 1986 - Deuxième convention Territoire-ORSTOM pour l'étude des effets des amendements calciques sur les sols cultivables de Nouvelle-Calédonie. Effets des amendements calciques sur un sol sodique acide et sur vertisol hypermagnésien. Résultats des études expérimentales conduites en 1984. Nouméa: ORSTOM, 87p.

BONZON (B.), COLLET (L.), JICQUEL (J.L.), BOUCARON (C.), ANDRE (P.) 1986- Influence de différentes doses de croûte calcaire sur des cultures de maïs grain, maïs fourrage et haricot sur sol sodique acide. Annexe 84-1. Temps de travaux, pluviométrie, irrigation. Nouméa : ORSTOM, 8p.

BONZON (B.), COLLET (L.), JICQUEL (J.L.), BOUCARON (C.), ANDRE (P.), GOURDON (F.), 1986- Influence de différentes doses de croûte calcaire sur des cultures de maïs grain, maïs fourrage et haricot sur sol sodique acide. Annexe 84-2 Résultats des observations et des mesures. Nouméa : ORSTOM, 284p.

BONZON (B.), COLLET (L.), JICQUEL (J.L.), BOUCARON (C.), ANDRE (P.), 1986 - Influence de trois doses de chaux de deux amendements calciques différents sur une culture de maïs sur vertisol hypermagnésien. Annexe 84-1. Protocole expérimental. Nouméa : ORSTOM, 16 p.

BONZON (B.), COLLET (L.), JICQUEL (J.L.), BOUCARON (C.), ANDRE (P.), 1986 - Influence de trois doses de chaux de deux amendements calciques différents sur une culture de maïs sur vertisol hypermagnésien. Annexe 84-2. Temps de travaux, pluviométrie, irrigation. Nouméa : ORSTOM, 9 p.

BONZON (B.), COLLET (L.), JICQUEL (J.L.), BOUCARON (C.), ANDRE (P.), GOURDON (F.), 1986 - Influence de trois doses de chaux de deux amendements calciques différents sur une culture de maïs sur vertisol hypermagnésien. Annexe 84-3. Analyses statistiques effectuées sur les données de base et dérivées observées sur le premier cycle cultural. Nouméa : ORSTOM, 304 p.

BONZON (B.), SEVERIAN (P.), JICQUEL (J.L.), COLLET (L.), BOUCARON (C.), 1986 - Recherches préliminaires sur les carences en éléments majeurs et mineurs du terrain retenu pour l'implantation du dispositif expérimental de base de l'étude des effets des amendements calciques sur vertisol hypermagnésien. Première étude expérimentale conduite en serre sur vertisol hypermagnésien (Décembre 83-Janvier 84). Annexe. résultats des observations et des mesures. Nouméa : ORSTOM, 32 p.

BONZON (B.), SEVERIAN (P.), JICQUEL (J.L.), COLLET (L.), BOUCARON (C.), 1986 - Recherches préliminaires sur le rééquilibrage du rapport magnésium/calcium du terrain retenu pour l'implantation du dispositif expérimental de base de l'étude des effets des amendements calciques sur vertisol hypermagnésien. Deuxième étude expérimentale conduite en serre sur vertisol hypermagnésien (décembre '83 - janvier 84). Annexe. Résultats des observations et des mesures. Nouméa : ORSTOM, 49 p.

BONZON (B.), COLLET (L.), JICQUEL (J.L.), BOUCARON (C.), 1986 - Influence de quatre doses de chaux de trois mélanges différents de croûte calcaire et de gypse sur une culture de maïs sur vertisol hypermagnésien. Troisième étude expérimentale conduite en serre sur vertisol hypermagnésien (mars-avril 84). Annexe. Résultats des observations et des mesures. Nouméa : ORSTOM, 50 p.

BONZON (B.), COLLET (L.), JICQUEL (J.L.), BOUCARON (C.), 1986 - Influence de trois doses de chaux de trois mélanges différents de croûte calcaire et de gypse sur une culture de maïs sur vertisol hypermagnésien. Quatrième étude expérimentale conduite en serre sur vertisol hypermagnésien (juin-juillet 84). Annexe. Résultats des observations et des mesures. Nouméa : ORSTOM, 76 p.

BONZON (B.), COLLET (L.), JICQUEL (J.L.), BOUCARON (C.), 1986 - Recherches préliminaires sur une éventuelle interaction entre fumure azotée et teneur en gypse de l'amendement calcique sur une culture de maïs sur vertisol hypermagnésien. Cinquième étude

expérimentale conduite en serre sur vertisol hypermagnésien (juin-juillet 84). Annexe. Résultats des observations et des mesures. Nouméa : ORSTOM, 54 p.

BONZON (B.), COLLET (L.), ANDRE (P.), BOUCARON (C.), HUELVAN (Y.), GOURDON (F.), 1986 - Effets des amendements calciques sur un sol sodique acide et sur un vertisol hypermagnésien. Résultats des études expérimentales conduites en 1985. Nouméa : ORSTOM, 36 p.

BONZON (B.), COLLET (L.), ANDRE (P.), BOUCARON (C.), 1986 - Influence de différentes doses de croûte calcaire sur une culture de maïs grain sur sol sodique acide. Annexe 85-1. Temps de travaux, pluviométrie, irrigation. Nouméa : ORSTOM, 8 p.

BONZON (B.), COLLET (L.), ANDRE (P.), BOUCARON (C.), HUELVAN (Y.), GOURDON (F.), 1986 - Influence de différentes doses de croûte calcaire sur une culture de maïs grain sur sol sodique acide. Annexe 85-2. Résultats des observations et des mesures. Nouméa : ORSTOM, 113 p.

BONZON (B.), COLLET (L.), JICQUEL (J.L.), BOUCARON (C.), ANDRE (P.), 1986 - Influence de trois doses de chaux de deux amendements calciques différents sur une culture de maïs sur vertisol hypermagnésien. Annexe 85-1. Temps de travaux pluviométrie, irrigation. Nouméa : ORSTOM, 8 p.

BONZON (B.), COLLET (L.), ANDRE (P.), BOUCARON (C.), 1986 - Influence de trois doses de chaux de deux amendements calciques différents sur une culture de maïs sur vertisol hypermagnésien. Annexe 85-2. Premiers résultats expérimentaux obtenus sur le second cycle cultural (1985). Nouméa : ORSTOM, 150 p.

ANDRE (P.), BONZON (B.), COLLET (L.), BOUCARON (C.), 1986 - Comparaison de la sensibilité au déséquilibre calcimagnésien de six hybrides doubles de maïs. Etude expérimentale conduite en serre sur vases de végétation. Nouméa : ORSTOM, 44 p.

ANDRE (P.), BONZON (B.), COLLET (L.), BOUCARON (C.), 1986 - Comparaison de la sensibilité au déséquilibre calco-magnésien de six hybrides doubles de maïs. Etude expérimentale conduite en serre sur vases de végétation. Annexe. Paramètres observés, analyses de variance, concorrélations résiduelles. Nouméa : ORSTOM, 46 p.

ANDRE (P.), BONZON (B.), COLLET (L.), BOUCARON (C.), 1986 - Influence de la fumure potassique sur la croissance et les immobilisations minérales du maïs cultivé sur vertisol hypermagnésien. Etude expérimentale conduite en serre sur vases de végétation. Nouméa : ORSTOM, 24 p.

ANDRE (P.), BONZON (B.), COLLET (L.), BOUCARON (C.), 1986 - Influence de la fumure potassique sur la croissance et les immobilisations minérales du maïs cultivé sur vertisol hypermagnésien. Annexes. Analyses de variance des données expérimentales en serre. Nouméa : ORSTOM, 78 p.

ANDRE (P.), BONZON (B.), COLLET (L.), BOUCARON (C.), juin 1985 - Influence du soufre sur la croissance et les immobilisations minérales de l'hybride double de maïs XL 82 cultivé sur le vertisol hypermagnésien de référence de la vallée de la Tamoa. Résultats de l'étude expérimentale en serre. ORSTOM, multig. 16 p.

ANDRE (P.), BONZON (B.), COLLET (L.), BOUCARON (C.), 1986 - Influence du soufre sur la croissance et les immobilisations minérales de l'hybride double de maïs XL 82 cultivé sur le vertisol hypermagnésien de référence de la vallée de la Tamoa. Etude expérimentale en serre. Annexe. Analyses de variance des paramètres observés. Nouméa : ORSTOM, 100 p.

FROMAGET (M.), COLLET (L.), BONZON (B.), GOURDON (F.), ANDRE (P.), BOUCARON (C.), HUELVAN (Y.), 1986 - Convention particulière Territoire-ORSTOM pour l'étude de la variabilité des vertisols non-magnésiens. Description des deux sites expérimentaux retenus pour l'étude. Nouméa : ORSTOM, 20 p., 5 photogr.

HUELVAN (Y.), BONZON (B.), COLLET (L.), GOURDON (F.), BOUCARON (C.), 1987 - Etudes expérimentales en serre sur vertisol hypermagnésien déjà amendé. Influence sur la croissance et le développement du maïs de doses complémentaires de gypse et de l'absence d'oligoéléments dans les fumures minérales. 1 - Rapport principal. Nouméa : ORSTOM. Conv., Sci. Vie. Agropédol., 1, 70 p.

HUELVAN (Y.), BONZON (B.), COLLET (L.), GOURDON (F.), BOUCARON (C.), 1987 - Etudes expérimentales en serre sur vertisol hypermagnésien déjà amendé. Influence sur la croissance et le développement du maïs de doses complémentaires de gypse et de l'absence d'oligoéléments dans les fumures minérales. 2, Annexes. Nouméa : ORSTOM. Conv., Sci. Vie, Agropédol., 1, 252 p.

GOURDON (F.), COLLET (L.), BOUCARON (C.), HUELVAN (Y.), BONZON (B.), PROUZET (P.), HUELVAN (Y.), 1987 - Variabilité de la fertilité des vertisols non magnésiens. Résultats du premier cycle cultural des expérimentations des vallées de la Tamoa et de la Nindia. 1. Rapport principal. Nouméa : ORSTOM. Conv., Sci. Vie, Agropédol., 3, 73 p.

GOURDON (F.), COLLET (L.), BOUCARON (C.), BONZON (B.), PROUZET (P.), HUELVAN (Y.), 1987 - Variabilité de la fertilité des

vertisols non magnésiens. Résultats du premier cycle cultural des expérimentations des vallées de la Tamoia et de la Nindia. 2. Annexes. Nouméa : ORSTOM. Conv., Sci. Vie. Agropédol. 3, 140 p.

BONZON (B.), COLLET (L.), PROUZET (P.), BOUCARON (C.), HUELVAN (Y.), GOURDON (F.), 1987 - Etude des effets des amendements calciques sur vertisol hypermagnésien. Résultats du troisième cycle cultural de l'expérimentation au champ. 1. Rapport principal. Nouméa : ORSTOM. Conv., Sci. Vie. Agropédol., 2, 107 p.

BONZON (B.), COLLET (L.), PROUZET (P.), BOUCARON (C.), HUELVAN (Y.), GOURDON (F.), 1987 - Etude des effets des amendements calciques sur vertisol hypermagnésien. Résultats du troisième cycle cultural de l'expérimentation au champ. 2. Annexes. Nouméa : ORSTOM. Con., Sci. Vie. Agropédol., 2, 690 p.

THOMANN (Ch.), de BOISSEZON (P.), 1987 - La disponibilité de l'azote en provenance du sol et des engrais, dans le cas d'une culture de *Panicum maximum* sur un vertisol équilibré de Nouvelle-Calédonie. Compte-rendus 8ème réunion GEMOS (Montpellier - mai 1987), p. 73-93.

DENIS (B.), 1987 - Etude de la fertilisation nitro-phospho-potassique du maïs sur vertisol et sur sol peu évolué d'apport et de ses conséquences sur l'évolution de leurs caractéristiques physiques et chimiques. III. Expérimentation sur vertisol. 5 A (Texte) - Etude de l'influence des facteurs contrôlés sur certaines caractéristiques physiques et chimiques du sol au cours du troisième cycle cultural. Etude de l'évolution des minéraux de ces caractéristiques au cours de ce troisième cycle. Comparaison avec les niveaux du deuxième cycle. Bondy : ORSTOM, 75 p.

DENIS (B.), 1987 - Etude de la fertilisation nitro-phospho-potassique du maïs sur vertisol et sur sol peu évolué d'apport et de ses conséquences sur l'évolution de leurs caractéristiques physiques et chimiques. III. Expérimentation sur vertisol. 5 B (Tableaux et Graphiques). Etude de l'évolution des minéraux de ces caractéristiques au cours de ce troisième cycle. Comparaison avec les niveaux du deuxième cycle. Bondy : ORSTOM, 139 p.

DENIS (B.), 1987 - Etude de la fertilisation nitro-phospho-potassique du maïs sur vertisol et sur sol peu évolué d'apport et de ses conséquences sur l'évolution de leurs caractéristiques physiques et chimiques. III. Expérimentation sur vertisol. 7 A (texte). Etude de l'influence des facteurs contrôlés sur certaines caractéristiques physiques et chimiques du sol au cours du quatrième cycle cultural. Etude de l'évolution des niveaux de ces caractéristiques au cours de ce quatrième cycle. Comparaison avec les niveaux du troisième cycle. Bondy : ORSTOM, 72 p.

DENIS (B.), 1987 - Etude de la fertilisation nitro-phospho-potassique du maïs sur vertisol et sol peu évolué d'apport et de ses conséquences sur l'évolution de leurs caractéristiques physiques et chimiques. III. Expérimentation sur vertisol. 7 B (tableaux et graphiques). Etude de l'influence des facteurs contrôlés sur certaines caractéristiques physiques et chimiques du sol au cours du quatrième cycle cultural. Etude de l'évolution des niveaux de ces caractéristiques au cours de ce quatrième cycle. Comparaison avec les niveaux du troisième cycle. Bondy : ORSTOM, 130 p.

DENIS (B.), NIGOTE (W.), 1987 - Recherche de deux vertisols non magnésiens en vue d'une étude multilocale de leur fertilité. Déduction d'une méthodologie pour une telle prospection. Tome 1 : texte. Bondy : ORSTOM, 44 p.

DENIS (B.), NIGOTE (W.), 1987 - Recherche de deux vertisols non magnésiens en vue d'une étude multilocale de leur fertilité. Déduction d'une méthodologie pour une telle prospection. Tome 2 : tableaux et figures. 72 p.

DENIS (B.), 1987 - Etude de la fertilisation nitro-phospho-potassique du maïs sur vertisol et sur sol peu évolué d'apport et de ses conséquences sur l'évolution de leurs caractéristiques physiques et chimiques. II. Expérimentation sur sol peu évolué d'apport. 10 A (texte). Etude de l'influence des facteurs contrôlés sur certaines caractéristiques physiques et chimiques du sol au cours du cinquième cycle cultural. Etude de l'évolution des niveaux de ces caractéristiques au cours de ce cinquième cycle. Comparaison avec les niveaux du quatrième cycle. Bondy : ORSTOM, 74 p.

DENIS (B.), 1987 - Etude de la fertilisation nitro-phospho-potassique du maïs sur vertisol et sur sol peu évolué d'apport et de ses conséquences sur l'évolution de leurs caractéristiques physiques et chimiques. II. Expérimentation sur sol peu évolué d'apport. 10 B (tableaux et graphiques). Etude de l'influence des facteurs contrôlés sur certaines caractéristiques physiques et chimiques du sol au cours du cinquième cycle cultural. Etude de l'évolution des niveaux de ces caractéristiques au cours de ce cinquième cycle. Comparaison avec les niveaux du quatrième cycle. Bondy : ORSTOM, 117 p.

DENIS (B.), TAPUTUARAI (L.), 1988 - Utilisation des essais en pots de culture sous serre pour une approche de la fertilité naturelle et des carences éventuelles des Sols Peu Evolués d'Apport dérivés des Alluvions récentes en Nouvelle-Calédonie. I. Motivations et

Observations en cours d'un premier essai. A (texte). Bondy : ORSTOM. 62 p.

DENIS (B.), TAPUTUARAI (L.), 1988 - Utilisation des essais en pots de culture sous serre pour une approche de la fertilité naturelle et des carences éventuelles des Sols Peu Evolués d'Apport dérivés des Alluvions récentes en Nouvelle-Calédonie. I. Motivations et Observations en cours d'un premier essai. B (tableaux, graphiques, photos), 93 p.

BONZON (B.), COLLET (L.), PROUZET (P.), BOUCARON (C.), GOURDON (F.), 1988 - Etude des effets des amendements calciques sur vertisol hypermagnésien. Résultats du quatrième cycle cultural de l'expérimentation au champ. 1. Rapport principal. Nouméa : ORSTOM. Conv., Sci. Vie. Agropédol., 4, 69 p.

BONZON (B.), COLLET (L.), PROUZET (P.), BOUCARON (C.), GOURDON (F.), 1988 - Etude des effets des amendements calciques sur vertisol hypermagnésien. Résultats du quatrième cycle cultural de l'expérimentation au champ. 2. Annexes. Nouméa : ORSTOM. Conv., Sci. Vie. Agropédol., 4, 154 p.

PROUZET (P.), 1988 - Organisation des programmes informatiques pour le traitement statistique d'expérimentation agronomique (dec. 86 à mars 88). Nouméa : ORSTOM. Rapp., Sci. Vie, Agropédol., 50 p.

THOMANN (Ch.), 1988 - Utilisation de *Panicum maximum* comme plante test pour l'étude de la fertilité et de l'évolution sous culture des sols tropicaux. Recherche sur la fumure optimale de sa culture en serre sur vases de végétation. 1. Rapport principal. Nouméa : ORSTOM, 132 p.

THOMANN (Ch.), 1988 - Utilisation de *Panicum maximum* comme plante test pour l'étude de la fertilité et de l'évolution sous culture des sols tropicaux. Recherche sur la fumure optimale de sa culture en serre sur vases de végétation. 2. Annexes. Nouméa : ORSTOM, 723 p.

Bonzon Bernard

Fertilité et évolution sous culture des sols de Nouvelle-Calédonie et des petits archipels du Pacifique Sud : historique, situation au 31 décembre 1988 et perspectives d'avenir du programme

Nouméa : ORSTOM, 1989, 36 p. multigr.