



IRAT REUNION

RAPPORT ANNUEL 1990



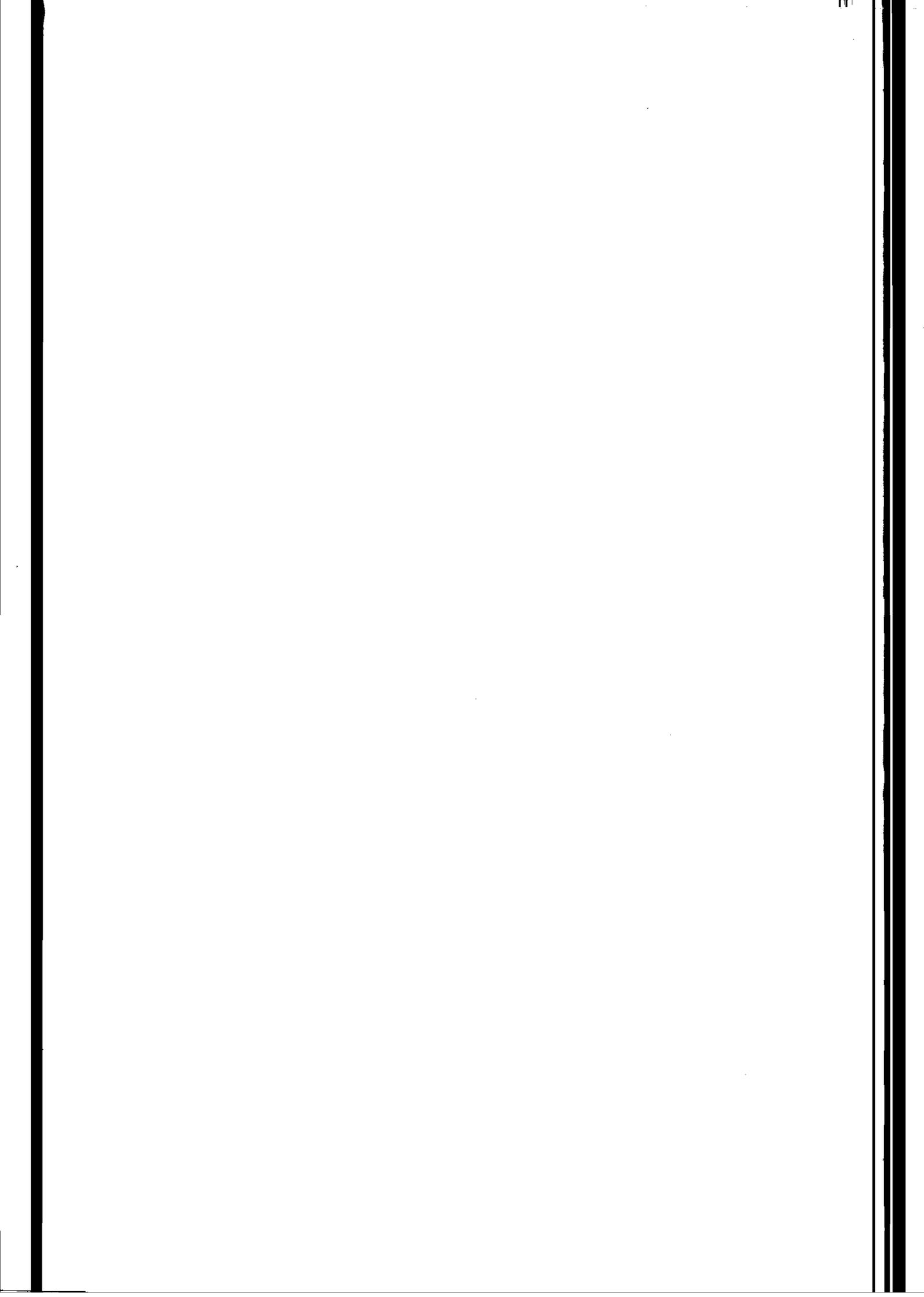
*IRAT : Département du Centre
de Coopération Internationale en Recherche Agronomique
pour le Développement*

CIRAD/IRAT REUNION

Rapport Annuel 1990

*Photographie de couverture :
Paysage agricole des Hauts de la Réunion
dans la région de Trois-Bassins.*

Les andosols supportent des systèmes de cultures comportant du géranium et des plantes vivrières (ici cultures de haricot). La gestion rationnelle de ces systèmes implique des itinéraires techniques adaptés aux sols fragiles pour lutter contre l'érosion et maintenir la fertilité. (cf. rapport pp 53 à 57)



SOMMAIRE

	PAGES
AVANT - PROPOS	
J. SERVANT	7
 SOLS - BIOCLIMATOLOGIE - IRRIGATION	
Agropédologie	P.-F. CHABALIER & P.LEGIER 11
Irrigation - Bioclimatologie	P. LANGELLIER & J.C. 13 COMBRES
 CANNE A SUCRE	
Agronomie de la canne à sucre	P.-F. CHABALIER 19
Sélection de la canne à sucre	Danièle ROQUES 23
Pathologie de la canne à sucre	J.-H. DAUGROIS 26
Lutte contre les insectes ravageurs de la canne à sucre	B. VERCAMBRE 28
Dynamique d'évolution des petites structures	J.-M. CHASTEL 31
 PLANTES VIVRIERES ET MARAICHERES	
Amélioration variétale du maïs	J.-L. MARCHAND & B.REYNAUD 37
Phytotechnie des plantes maraîchères	C. HAREL 42
Bactériologie des plantes maraîchères	J.-C. GIRARD 46
Virologie des cucurbitacées	B. REYNAUD 48
 PLANTES A PARFUM ET SYSTEMES DE CULTURES	
Plantes aromatiques et à parfum	F.-E. DEMARNE 53
Plantes de couverture et travail minimum du sol	R. MICHELLON 56

CIRAD/IRAT REUNION

1990

DIRECTEUR : J. SERVANT

AGROPEDOLOGIE / AGRONOMIE

P.F. CHABALIER
P. LEGIER

BIOCLIMATOLOGIE - IRRIGATION

P. LANGELLIER
J.C. COMBRES
P. LECLERC (VAT)

PLANTES VIVRIERES ET MARAICHERES

J.L. MARCHAND
B. REYNAUD
J.C. GIRARD
C. HAREL

PLANTES A PARFUM ET DIVERSIFICATION

F. DEMARNE
R. MICHELLON
A. RASSABY
G. VINCENT (VAT)

ENTOMOLOGIE

B. VERCAMBRE
L. LENOIR (VAT)

CANNE A SUCRE

Danièle ROQUES
J.H. DAUGROIS

ECONOMIE

J.M. CHASTEL

ADMINISTRATION

P. SCHOETTEL
Joëlle TECHER
A. THIAW WOAYE (VAT)
H. GRONDIN

SECRETARIAT

Catherine ANGO
Magalie DEVAUX
Nadège NANGUET

AVANT-PROPOS

L'IRAT est l'un des cinq Départements spécialisés du CIRAD présents à La Réunion. Son champ d'action principal est constitué par les plantes vivrières et maraîchères, ainsi que la canne à sucre. Mais l'IRAT a aussi en charge les études de "milieux" : sols, bioclimatologie, irrigation, économie.

Pour prendre en compte les spécificités de La Réunion, l'IRAT a également développé, depuis de nombreuses années, un programme de recherche sur les plantes à parfum et sur les systèmes de cultures à base de géranium.

Les travaux de l'IRAT à La Réunion sont donc très diversifiés et interactifs avec ceux des autres départements du CIRAD : CEEMAT, IRFA, Elevage, CTFT.

Au plan scientifique, les recherches mises en oeuvre par l'IRAT procèdent de plusieurs disciplines : la génétique et l'amélioration des plantes, la phytopathologie et l'entomologie, la biochimie, la science du sol, la bioclimatologie, l'économie rurale et, bien évidemment, l'agronomie générale des peuplements végétaux et des systèmes de cultures.

Les approches utilisées par l'IRAT nécessitent pour pouvoir progresser l'acquisition de connaissances fondamentales et, en même temps impliquent, pour tester et évaluer leur portée, un suivi permanent de terrains, en stations et chez les agriculteurs.

L'aspect "fondamental" nous amène naturellement à collaborer avec l'INRA en particulier dans les secteurs de la phytopathologie et de la lutte biologique.

L'aspect "appliqué" s'effectue en relation avec les agents du développement et les structures professionnelles et c'est à ce niveau que sont identifiées de nouvelles problématiques requérant pour leur compréhension, des études plus fondamentales.

C'est donc au travers d'un système d'échanges alternatifs amont-aval entre le "fondamental" et "l'appliqué" que se déroule la démarche en recherche finalisée de l'IRAT et ce mécanisme essentiel produit peu à peu des réponses aux questions posées et leurs traductions en termes de choix variétaux, de défense des cultures, d'itinéraires techniques et de gestion des systèmes de cultures dans différentes écologies.

Le présent rapport décrit, pour l'année 1990, l'état des travaux et des connaissances acquises dans les différents domaines d'intervention de l'IRAT.

Ces domaines sont inscrits dans un ensemble de programmes pluriannuels couvrant la période 1989-1993 (Convention Recherche Agronomique CIRAD - Région - Département).

S'agissant de l'IRAT, leur financement est assuré par le Conseil Général (25 %), par le Conseil Régional (10 %) et par les crédits du CIRAD (Enveloppe-Recherche : 60 %) confortés par d'autres ressources (5 %), dont celles du FIDOM.

J. SERVANT

Directeur du CIRAD-REUNION

Délégué Régional de l'INRA

SOLS

BIOCLIMATOLOGIE

IRRIGATION

AGROPEDOLOGIE

P.-F. CHABALIER
P.LEGIER

□ FERTILITE GENERALE DES SOLS DE L'ILE

L'étude des résultats d'analyses de sols entre 1986 et 1989 a permis une représentation cartographique des principales caractéristiques chimiques de la fertilité des sols de l'île (voir plaquette éditée en Avril 1990).

Cette étude du fichier informatique fut poursuivie dans le but d'affiner l'interprétation agronomique des analyses de routine.

Pour ce faire, nous avons cherché à créer des ensembles de sols de divers classes et groupes, dont les horizons cultivés présentaient des caractéristiques agronomiques voisines.

Trois ensembles de sols ont été mis en évidence, d'après les critères suivants : azote total-matière organique, phosphore, et relation pH-teneur en bases. Pour chacun de ces ensembles, nous avons défini une grille d'interprétation. Les classes de valeur très faible à très fort pour chaque caractéristique découlent de la distribution des valeurs observées sur la population de l'ensemble.

- ▲ Grille 0 : Sols caractérisés par des taux de matière organique et de phosphore faibles : sols non ou peu andiques.
- ▲ Grille 1 : Sols présentant des taux de matière organique et de phosphore plus élevés : sols apparentés aux andosols.
- ▲ Grille 2 : Andosols perhydratés. Le taux de matière organique est très élevé et celle-ci tamponne fortement les variations de pH. La relation entre les bases (Ca échangeable) et le pH n'est plus linéaire comme pour les autres sols.

La mise en oeuvre pratique de ces grilles d'interprétation sur les analyses de routine du laboratoire fut réalisée de la façon suivante :

- ▲ "Digitalisation" de la carte des sols cultivés de La Réunion avec une maille élémentaire de 500 x 500 m. Chaque carré est repéré selon ses coordonnées Gauss-Laborde (coin inférieur gauche) et affecté de ses caractéristiques géographiques et pédologiques (type de sol, altitude moyenne, zone météo, lieu-dit, etc...)
- ▲ Chaque échantillon reçu au laboratoire est repéré par ses coordonnées x,y. Sa fiche de renseignements associée est automatiquement complétée par les informations du carré correspondant.
- ▲ Lors de l'édition du bulletin, le logiciel utilise la grille d'interprétation appropriée au type de sol, modulée

par les paramètres de la culture (canne, ananas, fourrages, etc...).

Ce mode d'organisation au niveau du laboratoire permet de valoriser ces acquis sur l'ensemble des échantillons traités.

Cette nouvelle approche a également d'autres conséquences :

- ▲ Recentrage des valeurs moyennes de certaines caractéristiques des micro-régions (N et P notamment).
- ▲ Réajustement des corrections proposées : renforcement du redressement en P dans le cas des andosols, diminution de chaûlage pour les andosols perhydratés.

□ APPRECIATION DES QUANTITES D'AZOTE DISPONIBLES DES PRINCIPAUX TYPES DE SOL

OBJECTIF

Pour pouvoir un jour rationaliser au mieux la fumure azotée des cultures dans le cadre des interprétations d'analyses, une estimation du pouvoir minéralisateur des principaux types de sols doit être effectuée.

METHODE

Une série d'expérimentations fut conduite avec deux objectifs : apprécier le pouvoir minéralisateur de quelques sols représentatifs et trouver une méthode de mesure simple et rapide adaptée à des conditions d'analyses de routine. Sept méthodes furent essayées sur 9 sols différents (sols cultivés depuis longtemps sous canne à sucre).

Deux méthodes biologiques servirent de référence : culture en vases de végétation (Ray Grass) et minéralisation longue en tubes et en conditions contrôlées (STANFORD et SMITH, 1972).

Cinq méthodes d'extraction chimique furent comparées à ces 2 méthodes de référence :

- ▲ Extraction par CaCl_2 à 120°C
- ▲ Extraction par KCl N (N minéral et N organique)
- ▲ Extraction par KMnO_4 acidifié (STANFORD et SMITH, 1972)
- ▲ Fractionnement de N par hydrolyse acide (BREMNER, EGOUMENIDES)

Trois caractéristiques principales furent recherchées en mettant en oeuvre ces tests :

- ▲ La quantité d'azote potentiellement minéralisable (N_0) dont une partie est immédiatement disponible pour une culture. Cette quantité permet de prévoir la fertilité du sol en N sur un moyen terme.
- ▲ La vitesse de minéralisation (K) et le temps de demi-vie du stock organique, découlant des équations suivantes :

$$N = N_0 (1 - e^{-kt})$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln(2)}{K} \text{ temps de demi-vie du stock } N_0$$

- ▲ Le coefficient de minéralisation apprécié d'après les rapports :

$$\frac{N \text{ min. produit}}{N \text{ total}} \quad \text{ou} \quad \frac{N_0}{N_T}$$

RESULTATS

Résultats sur les méthodes

Les deux méthodes de référence choisies permettant une minéralisation biologique longue (vases et tubes) donnent des résultats cohérents sur l'estimation de N_0 mais légèrement divergents sur l'estimation du coefficient de minéralisation. Cependant N_0 estimé par la méthode des vases est systématiquement inférieur à celui estimé par la méthode des tubes.

Les méthodes d'extraction chimique donnant des résultats bien corrélés à ceux des 2 tests de référence sont : extraction par CaCl_2 et extraction par KCl (min et Total). La méthode CaCl_2 donne une estimation de N_0 proche de celle estimée par la méthode des tubes.

Principaux résultats sur les caractéristiques estimées ou mesurées des sols

▲ Azote total

Les teneurs des andosols sont nettement supérieures

à celles des autres sols.

▲ Azote minéralisable et N_0

Plusieurs méthodes concordent sur le classement des 9 sols. Les andosols dominent encore les autres sols.

▲ Vitesse de minéralisation (K)

Le vertisol a une vitesse très élevée ($0,31 \text{ semaine}^{-1}$), les andosols ont une vitesse moyenne ($0,1$ à $0,18$) et les autres sols sont plus lents ($< 0,1$).

▲ Temps de demi-vie

Très court pour le vertisol (2,2 semaines) et très long pour le sol brun (34 semaines).

▲ Coefficient de minéralisation

Le classement des sols est à peu près le même selon les méthodes : le vertisol a le plus fort coefficient et les andosols les plus faibles ; les autres types de sols sont intermédiaires.

□ CONCLUSION

Les andosols qui fournissent 2 à 3 fois plus de N min. que les autres sols ont un coefficient de minéralisation inférieur du fait de leur important stock de N total. Le vertisol présente des particularités qu'il conviendrait de vérifier, car la vitesse de minéralisation devrait conduire à un épuisement rapide de son stock de matière organique.

Parmi les méthodes testées, la méthode d'extraction au KCl, simple et rapide, pourrait être utilisée en routine pour mieux caractériser le stock d'azote du sol en vue d'une interprétation agronomique.

□ BIBLIOGRAPHIE

- + CHECKOURI I. : Appréciation du pouvoir minéralisateur des sols réunionnais par différentes méthodes chimiques et biologiques - Stage de maîtrise de l'Université de Perpignan - IRAT/Réunion - Août 1990.

PROGRAMME D'IRRIGATION ET BIOCLIMATOLOGIE

P. LANGELLIER
J.-C. COMBRES

□ LES ESSAIS D'IRRIGATION DE LA CANNE A SUCRE

Le dispositif multilocal d'essais d'irrigation reste le même. Toutefois, rappelons qu'en 1989 avait été mis en place un nouveau site expérimental sur les terrains de la Société SANDHY dans la région de STELLA. Cet essai a été récolté à seize mois en vierge et donne des résultats prometteurs. L'ensemble des résultats de récolte est exposé dans le tableau ci-dessous.

		R%	TC/ha	TSE/ha	m ³ /an	
LIGNE-PARADIS ALT. 180 m	I ₁	16	106	13	6500	
	I ₂	15.6	102	12.3	9300	
	P	14.8	49	5.5	0	
SANDHY ALT. 220 m	I ₁	15.2	163	19	10620	
	I ₂	14.4	182	20	14750	
	P	15.7	49	6	0	
TERRE-ROUGE ALT. 330 m	D	I	14.8	102	10.7	7650
		P	13.1	87	8.6	0
	F	I	16	99	12.2	5600
		P	17	85	11.4	0
PITON ST LEU ALT. 550 m	D	I	13.4	99	10	1350
		P	13.9	108	11.2	0
	F	I	13.5	100	10.2	1150
		P	14.8	84	9.5	0
I ₁ : Irrigation pilotée par tensiomètre I ₂ ou I : Irrigation pilotée au bac classe "A" P : Pluvial						

Il se confirme que l'irrigation marque une nette supériorité pour les sites de basse altitude. Bien que cette réponse soit moins nette du fait d'une année à pluviométrie déficitaire.

En effet, les rendements en sucre extractible ont été meilleurs en irrigué à TERRE-ROUGE et en cycle de fin à PITON- ST-LEU.

Cette année encore les traitements pilotés aux tensiomètres (I₁) sur les sites SANDHY (région de STELLA) et LIGNE PARADIS, permettent d'espérer pouvoir réduire les doses d'irrigation lorsque les rampes de goutteurs sont enterrées sous la ligne de canne.

Les forts tonnages remarquables sur les sites de SANDHY sont obtenus sur une vierge de 16 mois.

□ HYDROPEDOLOGIE

La recherche de la valorisation optimale des volumes d'eau disponibles pour l'irrigation passe nécessairement par une bonne compréhension des mécanismes régissant les modes de fonctionnement des transferts hydriques et de stockage de l'eau dans les sols. Cette étude s'appuie sur la carte pédologique à l'échelle du 1/10000 réalisée sur l'ensemble des trois grands périmètres irrigués de l'île.

Deux problèmes liés aux spécificités du milieu physique réunionnais surgissent :

▲ la pertinence de la méthodologie d'acquisition des données sur des sols développés sur matériaux volcaniques et dont les comportements hydrodynamiques sont très mal connus.

▲ la représentativité spatiale de ces données dans un paysage fondamentalement hétérogène.

Pour ces raisons, l'analyse systématique doit être abandonnée au profit d'une démarche raisonnée. Pour le moment, le seul aspect méthodologique a été abordé. Trois méthodes de détermination de la conductivité hydraulique ont été comparées.

▲ le double anneau (méthode de Müntz)

▲ le perméamètre à disque (CLOTHIER, WHITE 1981-PERROUX, WHITE. 1988)

▲ le drainage interne (HILLEL)

Les deux premières méthodes permettent de déterminer la conductivité hydraulique à saturation (K_s). Elles conduisent à des résultats différents et très élevés prouvant dans les deux cas la très forte perméabilité de ces sols.

La diminution de K_s avec l'altitude que l'on remarque sur la fig 1 est intéressante à noter mais demande à être confirmée par des travaux ultérieurs. Sur les sols ferrallitiques (sites 1, 2, 3, 4) les résultats obtenus avec le perméamètre sont très inférieurs à ceux du MÜNTZ. C'est le contraire qui est observé sur andosol (site 5). On observe donc une réponse différente en fonction de la méthodologie employée. La charge hydraulique requise pour la réalisation de l'infiltration par la méthode du double anneau perturbe nécessairement la structure du sol. Cette modification de l'état de surface peut entraîner un gonflement du sol responsable, sur andosol, de la réduction de la macroporosité et donc de la conductivité hydraulique à saturation. Contrairement au MÜNTZ, le perméamètre ne nécessite pas un ennoyage de la surface du sol. Les conditions de réalisation sont donc plus proches de la

réalité, et conduisent à des résultats, semble-t-il, plus réalistes.

L'essai de drainage interne consiste à mesurer, les transferts à la sonde à neutrons, et les gradients de potentiels aux tensiomètres, pendant le drainage d'un sol préalablement saturé. On peut ainsi tracer l'évolution de la conductivité hydraulique en phase non saturée en fonction de l'humidité volumique. Cette approche permet de comparer les fonctionnements hydrodynamiques de plusieurs types de sols.

Sur la fig. 2, le site 5 typiquement andique se détache très nettement des sites 2 et 3 ferrallitiques. Ce type de résultats appelle les remarques suivantes.

▲ A niveau égal de conductivité hydraulique les andosols présentent une humidité beaucoup plus élevée. L'eau stockée est donc mobilisable à une humidité plus forte que pour les sols ferrallitiques.

▲ Outre l'horizon 30-40 cm du site 3 qui présente une branche exponentielle de pente relativement plus faible, les autres graphes ont une allure similaire. Bien que située à des seuils d'humidités différents, la dynamique de l'eau dans ces deux types de sols apparaît comme très comparable.

▲ Il résulte de ces observations deux conséquences importantes pour l'irrigation. La première est que pour une faible variation de l'humidité volumique, la conductivité peut rapidement devenir excessive (ex: les Ks mesurés au MÜNTZ) ; c'est le drainage profond avec comme corollaire les pertes en eau et en éléments fertilisants. La deuxième est que ce phénomène surviendra plus précocement pour les sols ferrallitiques.

▲ Ces types de sols très filtrants peuvent donc accepter des doses d'eau intensives. En matière de protection de l'environnement ils valoriseront tout procédé de lutte contre l'érosion, à condition que soient mises en oeuvre les techniques adéquates. De la même façon, ils peuvent accepter de grosses doses d'eau apportées par l'irrigation (ex. arrosage au canon) mais avec de grands risques de lessivage. Ce n'est pas l'objectif d'une bonne gestion de l'eau qui tendra plutôt à utiliser des doses plus faibles et plus fréquentes. A l'extrême la micro-irrigation représente le système le mieux adapté.

CRITIQUES DE CES METHODES

Ces trois méthodes ont conduit à des résultats déjà exploitables, mais ne peuvent être mises en oeuvre dans les mêmes conditions. Le double anneau, compte tenu des conditions de réalisation qu'il exige n'apparaît pas représenter la réalité d'une manière satisfaisante. L'expérience de drainage interne est la seule capable de mesurer avec assez de finesse le fonctionnement d'un sol sur l'ensemble du profil. Elle est malheureusement lourde à mettre en place et peut nécessiter plusieurs jours de suivi. Elle est donc inenvisageable dans le cadre d'une prospection. Le

perméamètre à disque est d'un emploi plus facile, il ne perturbe pas le sol en surface et permet d'aboutir rapidement à la mesure de Ks. Il ne permet pas de réaliser les mêmes mesures profondes que le drainage interne, mais il apparaît actuellement comme un processus rapide de discrimination des sols dans le cadre d'une étude régionale. Il constitue enfin un outil très performant dans l'étude fine des normes de l'irrigation au goutte à goutte, puisqu'il peut aider à décrire le système poral d'un sol.

LES COURBES DE RETENTIONS

Les courbes rétention qui mettent en relation la succion du sol (exprimée par le pF) et l'humidité volumique sont traditionnellement établies en laboratoire sur la presse à plaque. L'expérience de drainage interne dont il a été question conduit également à l'établissement de cette relation in situ.

Ces courbes étant nécessaires au calcul de la réserve utile, il nous a paru intéressant de comparer ces résultats à ceux obtenus en laboratoire soit sur échantillons prélevés aux cylindres, soit sur échantillons en vrac. Un exemple des résultats comparés est donné sur la figure 3 (site 2, z=20 cm).

Dans tous les cas le prélèvement au cylindre est le plus proche des résultats du drainage interne. La similarité des pentes confirme que les prélèvements aux cylindres conduisent à un calcul de la réserve utile suffisamment précis dans le cadre d'une étude de prospection. Outre le choix de la méthodologie la plus pertinente se posait jusqu'alors le problème du niveau de pF à appliquer pour la détermination de la capacité au champ des sols d'origine volcanique. En s'appuyant sur les travaux de JOUVE (1984) et ROSELLO (1984), M. BROUWERS (1986) propose de déterminer l'humidité à la capacité de rétention à pF 1,8. Les nombreuses expériences de drainage interne réalisées en 1990 le long d'une toposéquence du sud de l'île ont permis de déterminer la capacité au champ in situ qui correspond dans la méthode de FEODOROFF à l'abscisse du point d'intersection des deux droites sur la figure 4.

La connaissance de la relation $\psi = f(\theta)$ (fig.5) permet de déduire le pF correspondant. Les mesures réalisées sur les cinq horizons de deux sites différant par l'altitude ont permis de fixer la valeur de ce pF à 1,7. Ce résultat confirme celui obtenu précédemment par une autre méthode sur ce même type de sol.

□ BIOCLIMATOLOGIE

EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE

L'évapotranspiration potentielle (ETP) est le moteur de l'évapotranspiration des cultures et la base nécessaire au pilotage de l'irrigation. PENMAN (1948) en a fourni une expression physique et a proposé une estimation empirique des termes non mesurables.

Son expression générale est :

$$ETP = W \cdot RN + (1 - W) E_a$$

$$W = \frac{\Delta}{\Delta + \Gamma} \text{ facteur de pondération}$$

avec RN = Rayonnement Net
E_a = pouvoir évaporant de l'air.

Depuis cette date de très nombreux calages empiriques des différents termes ont été publiés de par le monde, des développements physiques ont été proposés, et l'on possède maintenant plusieurs possibilités d'estimation de l'ETP Penman. Les plus renommées sont PENMAN modifié FAO et PENMAN MONTEITH. Des formules simplifiées faisant autorité ont été proposées par PRIESTLEY-TAYLOR et TURC. Calées au pas de temps décadaire ou mensuel ces formules doivent être utilisées pour l'irrigation au pas de temps journalier et fournissent des estimations divergentes. Elles ont été étudiées avec METEO FRANCE sur un transect St-Pierre - Plaine des cafres - St-Benoît, de 5 à 1 650 m d'altitude.

Le facteur W varie surtout avec la température mais également avec l'altitude et l'humidité relative. La non prise en compte de ces deux facteurs conduit à des erreurs de 7 à 10 %, faibles par rapport aux autres.

L'estimation de RN conduit à des écarts de 50 à 80 % entre les estimations, des écarts plus importants ne sont pas rares, 50 % d'erreurs est un minimum.

Les trois estimations "recommandées" du terme évaporatif conduisent également à des variations du simple au double.

Au pas de temps journalier l'estimation de l'ETP peut diverger de 3 mm/jour selon les formules ! Rien ne permet de dire quelle est la plus juste.

Ceci amène à formuler quelques recommandations.

- ▲ Il est nécessaire d'installer au moins un site de mesure de l'ETP à La Réunion pour caler les formules.
- ▲ Dans cette attente, il faut remarquer :
 - que la formule de TURC sous-estime systématiquement la moyenne des estimations.
 - que pour l'estimation de RN, la régression avec le rayonnement solaire global (RG) établie par l'INRA à la Guadeloupe ne diverge guère de la moyenne et semble cohérente à La Réunion. On peut recommander son utilisation dans l'attente des résultats locaux :
RN = 0,616 x RG - 0,734 (en MJm⁻²)
 - que la formule de PRIESTLEY-TAYLOR peut être utilisée sur la Côte Est pluvieuse et humide ; surtout en altitude ;
 - que le terme évaporatif à basse altitude varie de 0,8 à 1,5 fois le terme radiatif et n'est pas négligeable, ce qui souligne l'intérêt des brise-vents et la nécessité de préciser l'estimation de ce terme ;

- que PENMAN 1948 généralement utilisé à La Réunion sous-estime également la moyenne des estimations de l'ETP.

UTILISATION DU MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN (M.N.T.) POUR LA CARTOGRAPHIE

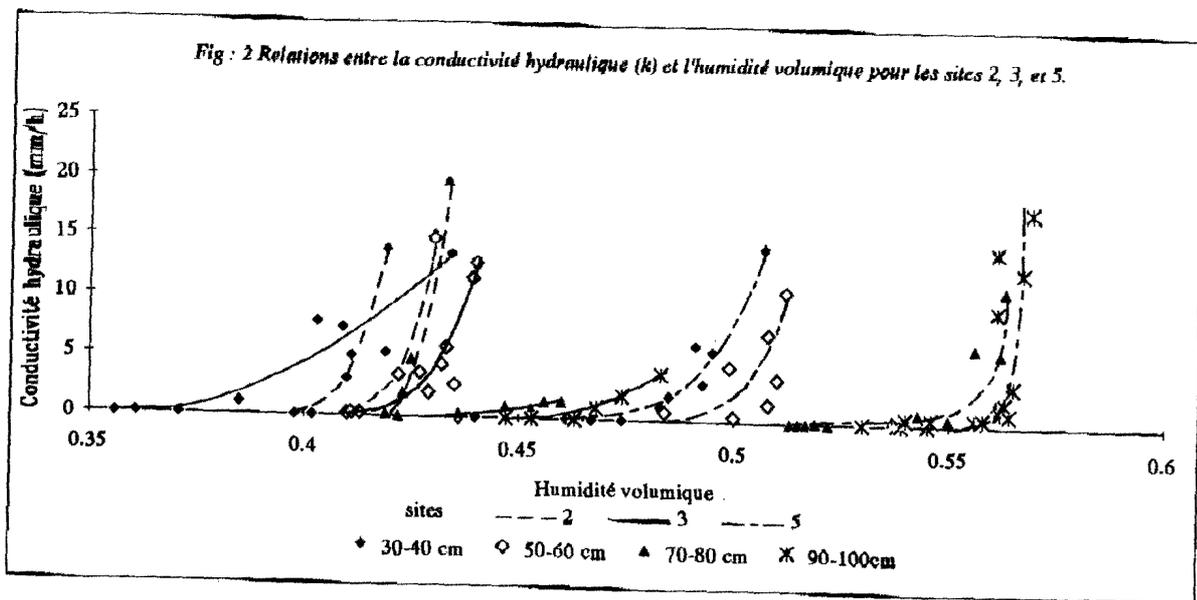
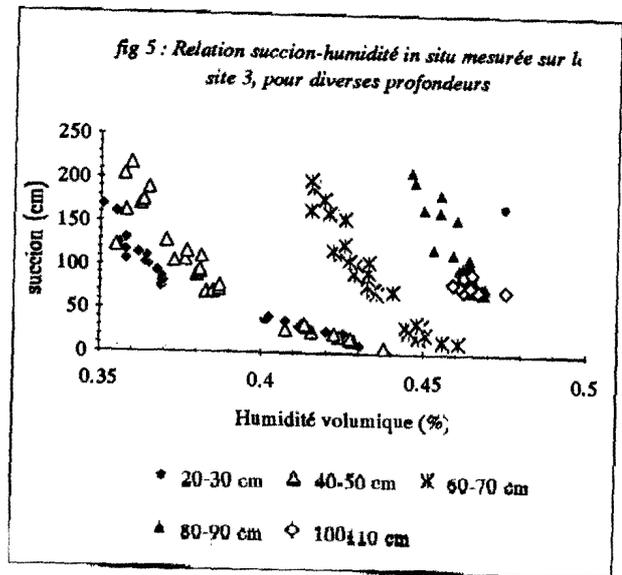
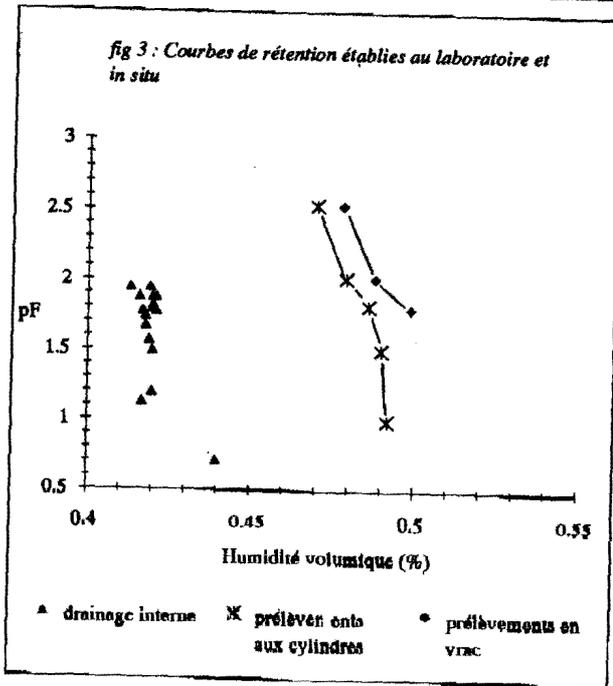
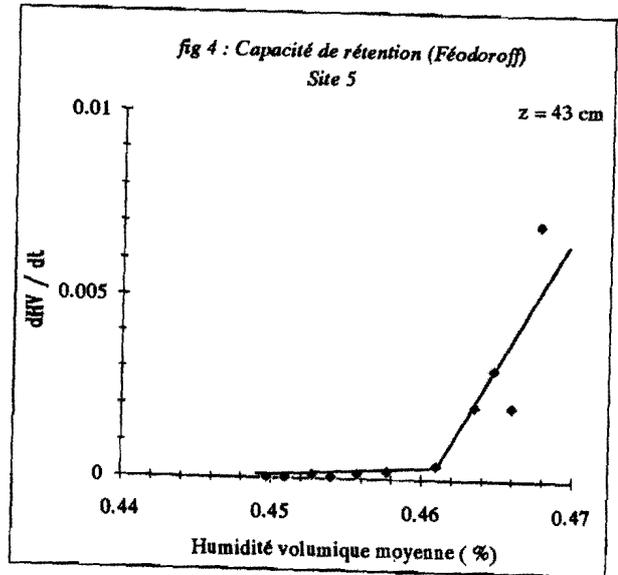
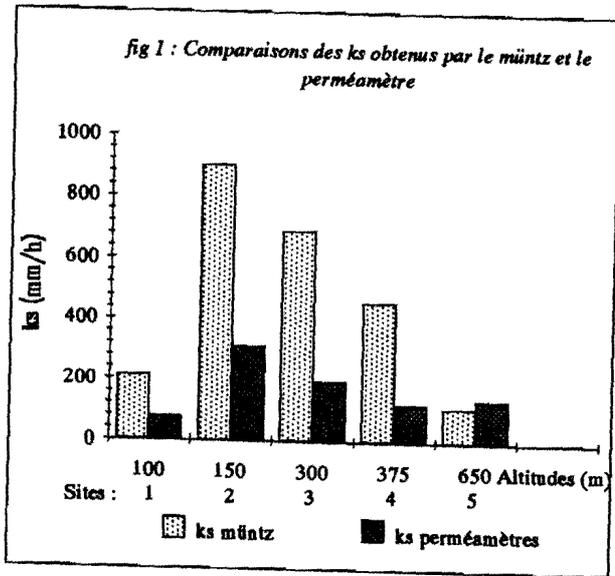
Le mémoire de F. GRONDIN a porté sur l'utilisation du MNT -établi par l'Institut Géographique National (IGN)- et du logiciel LAMONT (ORSTOM), qui permet de caractériser les paramètres morphométriques d'un site, pour analyser et cartographier la pluviométrie de l'Ouest et du Sud Ouest de La Réunion pour des altitudes inférieures à 1000 m.

L'étude a été réalisée en prenant des mailles de 500 mètres, et sur les paramètres statistiques de 20 années de pluviométrie = médiane et quintiles. Il en ressort :

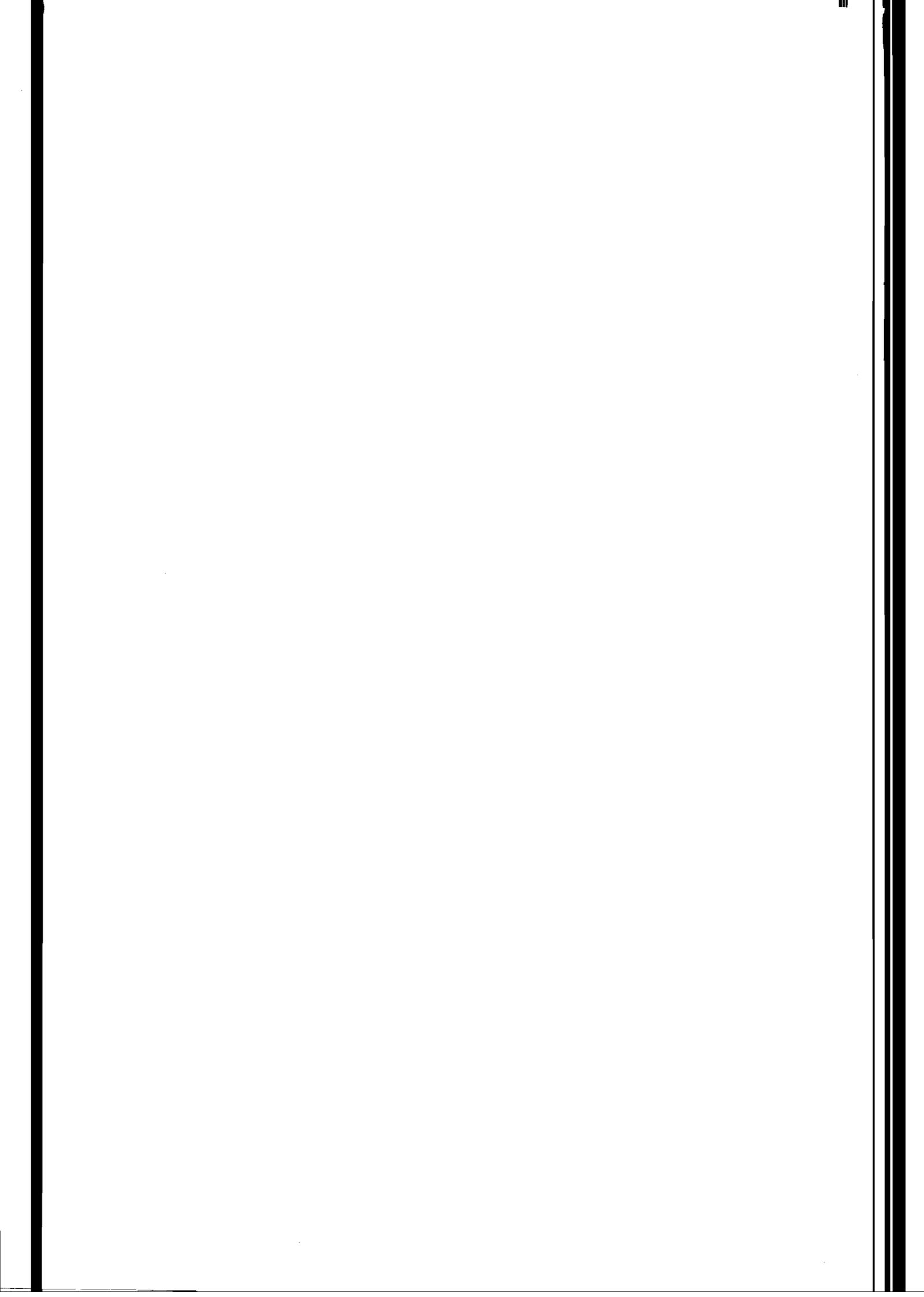
- ▲ que la prise en compte des paramètres morphométriques ne permet pas, comme on l'espérait, d'établir une seule loi de variation de la pluviométrie. Il a été nécessaire d'établir statistiquement des zones pluviométriques ayant leurs propres lois ;
- ▲ le logiciel LAMONT ne traitant que 3 mailles contiguës (1500 m) ne permet pas de prendre en compte les grands mouvements de relief et caractériser le parcours de la masse d'air, essentiel dans les phénomènes orographiques ;
- ▲ l'altitude est le facteur déterminant de la pluviométrie ;
- ▲ néanmoins, le modèle établi conduit à une meilleure estimation de la pluviométrie (écart-type réduit) et de ce fait le MNT devient un bon outil d'interpolation entre les postes pluviométriques ;
- ▲ les possibilités de cartographie offertes par LAMONT et le MNT sont intéressantes et peuvent être utilisées dans d'autres domaines.

□ BIBLIOGRAPHIE

- ♦ B. BOURON : Caractérisation hydrodynamique des sols d'une toposéquence. CIRAD-ENSAM. Mémoire de DAA science du sol et du bioclimat, 1990.
- ♦ F. GRONDIN : Analyse spatio-temporelle et cartographie des pluies à l'île de La Réunion. CIRAD-INA PG. Mémoire de DAA bioclimatologie. 1990.
- ♦ P. LANGELLIER : Etude de la variabilité multilocale de la croissance de la canne à sucre à La Réunion. Ses conséquences sur le rendement. Application à la zone des périmètres irrigués de l'Ouest et du Sud. CIRAD, 1990.
- ♦ O. PESTEL : Etude de l'évapotranspiration potentielle à l'île de La Réunion. INA PG-SMRE, 1990.



CANNE A SUCRE



AGRONOMIE CANNE A SUCRE

P.-F. CHABALIER

□ ESSAI DE FERTILISATION NPK DE LONGUE DUREE

OBJECTIFS

Comparer plusieurs types de diagnostics nutritionnels sur des cannes présentant plusieurs niveaux de nutrition en éléments minéraux majeurs.

METHODE

L'essai de fertilisation (factoriel NPK) installé à la Mare a été poursuivi en 4^{ème} repousse (R 570) - (Coupe - Récolte en Octobre). Cet essai comporte 27 traitements combinés de 3 doses de N, 3 doses de P et 3 doses de K.

RESULTATS

Cette année la pluviométrie sur le cycle a été de 1.250 mm sans cyclone, mais avec une saison sèche marquée à partir de Mai (irrigations complémentaires de 200 mm).

Les rendements sont de même ordre de grandeur que ceux des années antérieures et seule la réponse à l'azote est significative (avec $N_1 = 100$ u équivalent à $N_2 = 200$ u).

$N_0 = 57,7$ T canne/ha soit 8,84 T sucre/ha

$N_1 = 94,0$ T canne/ha soit 14,85 T sucre/ha

$N_2 = 96,8$ T canne/ha soit 15,20 T sucre/ha

Sur cet essai, nous comparons plusieurs types de diagnostics : diagnostic sur feuille 3, diagnostic sur feuilles 3-4-5, (DF à 2 dates) et diagnostic sur tige à la récolte (DT).

Le traitement azoté a un effet significatif sur les teneurs de presque tous les éléments contenus dans les organes prélevés (DF et DT).

Le traitement potassique a également un effet sur les teneurs en cations (augmentation de K et diminution de Ca et Mg).

Pour les tiges, les coefficients de variation des teneurs sont plus élevés que ceux des feuilles (DF), pratiquement le double. L'interprétation de ces analyses avec les grilles adéquates donne des interprétations de diagnostics équivalents lorsqu'on compare les différents traitements, mais les diagnostics les plus fiables sont les DF du fait des fortes variations des valeurs de tige.

CONCLUSION

En 4^{ème} repousse, la réponse attendue des rendements à la fertilisation potassique n'apparaît toujours pas, puisque seule la réponse à l'azote est significative.

Le déficit en potassium de la plante est encore trop modeste pour avoir une répercussion sur les rendements. L'épuisement des réserves du sol sur les traitements K_0 n'est pas encore atteint.

L'utilisation des analyses foliaires s'avère plus fiable que celle des analyses de tiges en vue d'un diagnostic classique ou d'une interprétation plus élaborée (méthode DRIS par exemple).

□ ENQUETE SUR LE DIAGNOSTIC FOLIAIRE (en liaison avec le SUAD)

OBJECTIFS

Le but de cette enquête était de deux ordres :

- ▲ Tester la faisabilité du DF à grande échelle par les techniciens du SUAD en relation avec le laboratoire d'Agronomie ;
- ▲ Vérifier, dans des zones à risques de carence en K, une bonne relation entre la fertilité du sol et la nutrition de la plante.

METHODE

On a pu récolter 268 échantillons de feuilles sur 5 zones jugées plus ou moins déficientes en K d'après la carte de fertilité. La correspondance sol-plante n'a pu être établie que sur 203 champs. Malheureusement nous ne disposons pas des données de rendement au champ.

RESULTATS

Les corrélations obtenues entre les analyses de plantes et celles du sol montrent :

- ▲ Des corrélations positives
 - P % plante et pH, Ca, Mg, CEC du sol
 - Ca % plante et pH, Ca, Mg, CEC du sol
 - Mg % plante et N du sol
- ▲ Des corrélations négatives
 - K % plante et N et P du sol

Au niveau de P, K et Ca, on peut relativement bien recouper les carences observées sur la plante avec les déficiences du sol.

D'après cette enquête, on peut constater les tendances suivantes :

- ▲ La zone Pierrefonds (N° 10-10) est déficiente en N
- ▲ Pierrefonds (10-20) et Ste-Anne (37-10) semblent déficients en P
- ▲ Ste-Rose (39-50) et Bras-Panon (12-35) semblent déficients en Ca
- ▲ Ste-Anne (37-10) est pauvre en potasse.

CONCLUSION

Cette enquête a montré la faisabilité d'un grand nombre de DF sur l'île.

Il conviendrait à l'avenir de bien cibler une ou plusieurs zones par an de façon à pouvoir mettre en évidence les relations existant entre nutrition et fertilité du sol, ce qui préciserait des déficiences chroniques constatées en certains éléments d'après les analyses de sol. Cette étude permettrait alors une certaine régionalisation de la fertilisation.

Un autre axe de recherche-développement serait le suivi rapproché de certaines exploitations pilotes représentatives de zones : analyses systématiques des sols, diagnostic foliaire, suivi des rendements et des paramètres culturaux (pluie - fertilisation - irrigation - ...).

Sur la base de ce suivi, on chercherait à optimiser tous les paramètres de la production au niveau du champ pour se rapprocher du potentiel de production de la zone.

□ CROISSANCE ET PRELEVEMENT D'ELEMENTS NUTRITIFS

OBJECTIFS

Nous avons continué à interpréter les résultats d'analyses des essais conduits en 1989-90, à la Mare (LM), Bras-Panon (BP) et Ravine des Chèvres (RDC).

L'étude de la dilution en azote nous a naturellement conduit à vérifier l'existence d'une loi pour les autres éléments minéraux de type

$$X \% = a \times MS^{-f}$$

Une relation très générale liant les teneurs à la matière sèche produite (MS) permettrait d'établir un nouveau type de diagnostic nutritionnel.

Nous avons montré d'autre part qu'il était possible d'estimer correctement la MS par un indicateur, sans destruction du matériel végétal (IV₃).

En combinant alors ces 2 niveaux d'analyse, il devient possible de juger de la satisfaction de la demande de chaque minéral, indépendamment de l'âge de la culture et des autres facteurs de croissance.

RESULTATS

Le phénomène de dilution est plus net dans les tiges que dans la plante entière où les feuilles amortissent cet effet (les teneurs en éléments des feuilles varient peu). Plusieurs phénomènes de dilution apparaissent suivant les éléments et 3 classes se dégagent :

▲ Dilution importante : " f " de l'ordre de 0,8. C'est le cas du potassium : les teneurs chutent de 0,4 % par T de MS produite jusqu'à 10-12 T avant de se stabiliser. La mobilisation est alors plafonnée vers 150 jours de croissance.

▲ Dilution intermédiaire : " f " est de l'ordre de 0,5 à 0,6. C'est le cas pour le calcium et le magnésium. La dilution est rapide en début de cycle et les teneurs se stabilisent après 15 T de MS. Les mobilisations croissent pendant tout le cycle.

▲ Dilution faible : " f " est de l'ordre de 0,35 à 0,5. C'est le cas de N et P. Ces deux éléments sont liés dans la nutrition et sont régis par les mêmes phénomènes d'allométrie.

LEMAIRE et SALETTE ont montré que le coefficient optimisé à 1/3 traduit le rapport allométrique surface/volume des feuilles de la plante où se situe l'essentiel de ces minéraux.

CONCLUSION

Ces résultats sont relativement prometteurs pour l'existence d'une relation générale de dilution pour chacun des éléments minéraux dans la canne à sucre. Cependant, la plus grande sensibilité sera obtenue pour N et P dont la dilution n'est pas trop accentuée en début de cycle.

Pour mettre au point un diagnostic, il faudra préalablement tester la sensibilité de la méthode, c'est-à-dire suivre diverses courbes de dilution sur des traitements agronomiques différents : par ex. plusieurs niveaux de fertilisation N et P.

En 1990, un tel suivi a débuté sur des parcelles situées à la Mare, ces parcelles représentant 3 niveaux de fertilisation azotée.

□ BIBLIOGRAPHIE

- P.-F. CHABALIER, J.-P. BUTTIN, F. DRZEWOWSKI :
- * Mise au point d'un indice pour estimer le rendement en matière sèche de la canne à sucre au champ. IRAT - Fiche d'essai N° 3/1990.
 - + Etude de la dilution en azote de la canne à sucre. IRAT - Fiche d'essai N° 4/1990.
 - ♦ Suivi de la mobilisation et de la dilution des éléments minéraux dans la canne à sucre. IRAT - Fiche d'essai N° 6/1990.

□ MODELISATION DE L'ELABORATION DU RENDEMENT DE LA CANNE A SUCRE

OBJECTIF ET METHODE

La littérature propose de nombreux modèles de croissance qui prennent en compte des connaissances plus ou moins complexes et adoptent des hypothèses diverses pour décrire les processus encore mal connus.

Pour la recherche, la modélisation permet une organisation de la connaissance et l'identification de lacunes. Elle permet également certaines applications pratiques lorsque le modèle est suffisamment calibré, comme l'évaluation des potentialités de croissance en absence et en présence de contraintes majeures (pluie et déficit hydrique - rayonnement - fertilisation - etc...).

Le modèle AUSCANE a été récemment mis au point sur la canne en Australie par le CSIRO (1988) à partir du modèle général EPIC (USA) et calé sur les données australiennes. Ce modèle donne satisfaction aux utilisateurs australiens.

Notre démarche se fonde sur l'analyse du fonctionnement de ce modèle. Dans un premier temps, on détermine les paramètres locaux nécessaires à son bon fonctionnement (fichiers météo, données sol, données plantes telles que le LAI)⁽¹⁾. Dans un deuxième temps, sur la base d'un modèle simplifié, on teste les différents modules sur des situations expérimentales précises (facteurs limitants - interactions - potentiels sous différentes

hypothèses ...).

Le but final est de mettre au point un modèle spécifique canne adapté à nos conditions et à nos besoins d'utilisation à La Réunion.

RESULTATS

L'emploi du logiciel AUSCANE montre que son utilisation directe pose un certain nombre de problèmes :

- ▲ Difficultés d'accès au logiciel (convivialité)
- ▲ Inadaptation des informations disponibles avec les données d'entrée requises
- ▲ Présentation des résultats de sortie difficile à exploiter.

Nous avons testé dans un premier temps ce logiciel avec les données disponibles sur le site de la Mare.

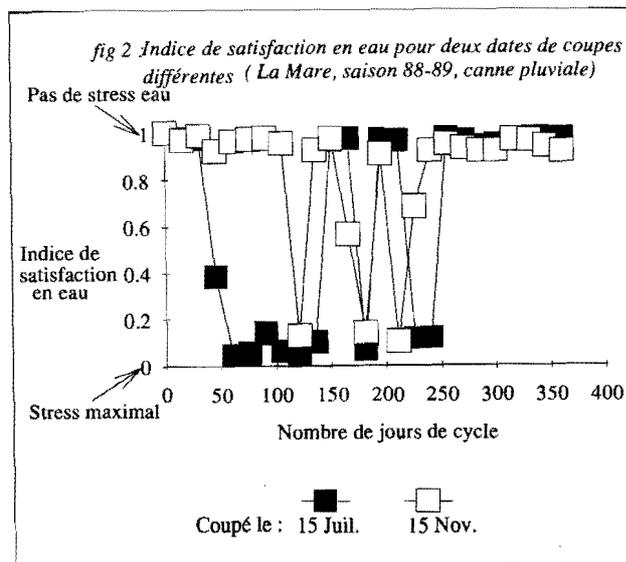
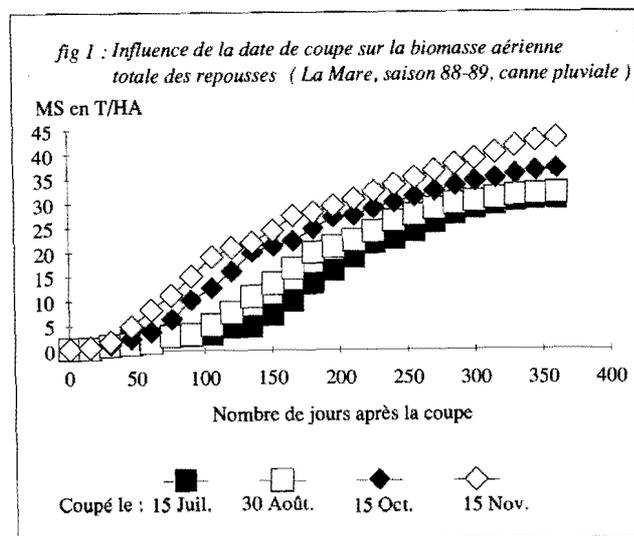
Les données climatiques étaient générées par une simulation de climat à partir d'un certain nombre de caractéristiques mensuelles et annuelles du climat (poste de Gillot).

L'observation des courbes d'évolution de la biomasse (T de MS/ha), par rapport aux courbes réelles mesurées amène les commentaires suivants :

- ▲ Les courbes, assimilables à des droites, ont un taux d'accroissement équivalent, ce qui est rassurant sur le fonctionnement qualitatif du modèle de simulation ;
- ▲ L'écart entre la production réelle et la production simulée est encore important et indique une mauvaise adéquation de certains paramètres influant notamment sur la simulation de début de cycle.

Afin de pouvoir tester indépendamment les sous-modèles, nous avons entrepris de fragmenter et de simplifier le modèle sous forme d'un logiciel-cadre réécrit en basic. Ce travail a été réalisé à Montpellier par les chercheurs DCV-Canne et DRN.

Ce logiciel simplifié permet de tester les modules principaux dans un ordre croissant de facteurs limitants (figures 1 et 2) :



(1) Leaf Area Index

- ▲ Potentialité radiative (rayonnement et température)
- ▲ Potentialité du climat (pluie)
- ▲ Potentialité pédoclimatique (nutrition, bilan hydrique)
- ▲ Potentialité technique (fertilisation, irrigation).

Les premiers travaux concernant les mesures locales nécessaires de certains paramètres culturaux (LAI) et l'utilisation du logiciel simplifié ont commencé à la fin 1990 et se poursuivent.

CONCLUSION

L'utilisation des modèles existants pose de nombreux problèmes. AUSCANE est un modèle très complet mais encore mal adapté à nos besoins vu nos connaissances actuelles.

La mise au point d'un logiciel spécifique fondé dans un premier temps sur le modèle AUSCANE, permettra de

tester les différents modules dans des conditions connues. On pourra ainsi juger de la pertinence des principales hypothèses adoptées et ultérieurement les modifier si besoin est.

Ce travail doit donner lieu à une concertation au sein du CIRAD et à une amorce d'actions communes au sein de différents groupes de travail dans les années qui viennent.

□ BIBLIOGRAPHIE

- ♦ WILLIAMS J.-R., JONES C.-A. and DYKE P.-T., 1988 : The EPIC model - U S D A - Temple - Texas.
- ♦ JONES C.-A. and al., 1989 : AUSCANE : Simulation of australian sugar cane with EPIC - CSIRO - Division of Tropical Crops and Pasture - N° 29 - Queensland - AUSTRALIE.

SELECTION DE LA CANNE A SUCRE

Danièle. ROQUES

□ COLLECTION IN VITRO

La collection variétale de canne à sucre établie *in vitro* compte actuellement plus de 200 génotypes dont 133 introduits à la Réunion via la vitrothèque du CIRAD - Montpellier.

Deux types de bactéries observées sur des vitroplants introduits, sont en cours d'identification. Une étude est entamée en vue de leur élimination

□ SORTIES DE VITROTHERQUE

Les 30 génotypes sevrés en plein champ en 1989 ont été suivis pendant toute la période de floraison 1990 en ce qui concerne les dates de montaison, d'épiaison et de floraison. La "fertilité pollinique" de chaque clone fleuri a été estimée par la coloration d'Alexander. Un relevé des maladies a été effectué en cours de croissance.

Comportement des clones introduits sur le site de la Bretagne (fertilité pollinique, précocité et intensité de floraison, maladies)				
clone	fertilité pollen(%)	précocité	floraison(%)	maladies
B 69 379			0	LS / RL
B 70 532	0	I	5.56	BSL
B 77 128	0	P	4.24	néant
B 78 002	0	P	10.04	RL / BS
B 78 360	3	P	5.32	GL
CB 47 355	0	T	6.58	néant
CO 312	10	I	4.9	CH+
CO 4 19	0	I	3.88	néant
CO 775			0	néant
CO 785	0	I	5.56	RL
CO 842	8	P	24.14	néant
CO 1148	0	P	63.16	G+ / RL
CO 1202			0	RL
CP 52 0048	8	P	11.45	R / GL
CP 61 0039	20	P	25.4	G+
F 148	0		25.71	néant
F 167	0	I	11.29	G+
FR 80 054			0	néant
FR 80 236	8	I	3.13	GL
FR 80 246			0	GL
FR 80 412	0	P	22.11	G++
FR 80 772			0	G+ / R+
FR 80 806	0	I	9.09	BSL
FR 80 914		P	9.33	LSL
FR 80 959		I	11.29	G+
ONO			0	GL
Q 95	0	I	1	néant
SP 70 1423	0	T	1.02	RL / GL / LSL
SP 70 3225	0	I	19.63	G++ / LSL

BS = Brown spot L = Symptômes Légers
G = Gommose + = Symptômes avec quelques lésions
LS = Leaf Scald ++ = Lésions nettes et nombreuses
R = Rouille I = Intermédiaire
CH = Charbon P = Précocité, T = Tardive

Vingt sept autres variétés ont été sevrées cette année. Tous ces génotypes nouvellement introduits, puis sevrés à la Réunion sont mis, après observation, à la disposition du centre de sélection local (CERF) sous forme de boutures pour enrichir leur pool génétique exploitable pour l'hybridation.

□ BIOLOGIE FLORALE

FLORAISON

Les premières montaisons ont été observées le 02 Mai 1990 dans notre collection variétale, soit 04 jours plus tard qu'en 1989. Le nombre de clones ayant développé au moins une inflorescence est comparable à l'année dernière (soit 50 %).

Les mesures de La fertilité pollinique (estimation par coloration d'Alexander) sont bien corrélées avec celles obtenues l'année précédente pour les mêmes clones (R = 0.88).

ETUDE DE LA STERILITE POLLINIQUE

L'étude des descendance (rapport annuel IRAT 1988, 1989) se poursuit pour tenter de connaître le déterminisme de cette stérilité et les anomalies cellulaires qui lui sont liées.

Soixante quatorze descendance issues d'autofécondation, de croisements frères-soeur, et de back cross ont été suivies pendant toute la période de floraison.

L'estimation de la stérilité pollinique a été effectuée pour chaque descendant florifère.

Les stérilités partielles et totales ont été étudiées par microscopie photonique et électronique.

Des anomalies méiotiques ont été dénombrées (chromosomes retardés en anaphase I et II et formation de micronucléi dans les tétrades). Dans les deux types de stérilité, le gamétophyte mâle avorte au stade uninucléé : noyau et cytoplasme de la microspore disparaissent progressivement avant la mitose pollinique.

Le déterminisme que laissent supposer les premières études de la stérilité pollinique (rapport annuel IRAT 1987) ne permet pas d'expliquer les pourcentages de stérilités obtenus sur certaines descendance.

Trente quatre combinaisons supplémentaires (autofécondations, back - cross et croisements frères-soeur) ont été réalisées pour approfondir cette étude.

□ ETUDE D'UNE POPULATION DE CANNE A SUCRE EN SELECTION RECURRENTE

Depuis 1986, nous avons appliqué une méthode de sélection récurrente à la canne à sucre, en vue d'évaluer sa faisabilité compte tenue des contraintes liées à la biologie de la plante.

DESCRIPTION D'UN CYCLE

Population source P₀

Constituée de 30 descendance pleins-frères (88 individus/famille) réalisées par le CERF et mises en expérimentation sur le terrain en 1986 (dispositif bloc à 2 répétitions comprenant des standards locaux dont R 570). Au total, 33 génotypes représentant 14 provenances sont à l'origine de ces 30 descendance. Les critères de choix de ces géniteurs sont propres au CERF.

Choix des géniteurs reproducteurs dans la population source

Ce choix a été effectué sur la valeur phénotypique de leur descendance.

critères de choix inter-familles : vigueur (tallage, hauteur, diamètre) comparée à un standard local (R 570) et résistance aux maladies (rouille).

critères de choix intra-familles : floraison (taux et précocité), sexe.

La sous-population sélectionnée P₀ est constituée de 5 familles de 24 individus (plus une 6^{ème} famille rajoutée à la plantation). Elle a été mise sur le terrain en 1987 (une ligne de 3m/individu)

Intercroisement de la sous-population P₀.

L'intercroisement de ces familles a été réalisé en 1988 par polycroisement (12). Les semences ont été récoltées sur des clones stériles mâles pour s'affranchir des autofécondations.

Population de sortie P₁.

Constituée de 12 familles de demis-frères (90 individus/familles), mise sur le terrain en 1988 avec deux standards locaux (R 570, R 576) selon un dispositif bloc à 3 répétitions. L'observation de la vierge (1989) et de la repousse (1990) a été effectuée pour les caractères tallage, hauteur et diamètre pour chaque individu.

RESULTATS - DISCUSSION

L'observation des variances intra familles de la population P₀ (et P₁) concernant les caractères végétatifs (tallage, hauteur, diamètre) montrent des variances dans les familles qui se différencient nettement entre elles (au seuil 0.005, l'hypothèse d'égalité des variances - test de BARTLETT - est rejetée aussi bien en vierge qu'en repousse de seedlings).

D'une manière générale, plus la moyenne est élevée, plus la distribution des individus est étalée. (corrélations variances-moyennes : 0.40 < R < 0.80).

D'autre part, l'héritabilité au sens large (h² f estimée à partir de la décomposition de l'analyse de variance de P₀) est élevée pour les caractères tallage, hauteur, diamètre (h² f = 0.96, 0.88, 0.85). Compte tenu de ces observations, une sélection combinée famille-individu nous a semblé la mieux adaptée et devrait être efficace pour les caractères étudiés.

La sélection entre familles a pu s'effectuer au stade une touffe en vierge de seedlings (bonne corrélation entre moyennes familiales en vierge et repousse). Toutes les familles de notre population ayant fleuries un minimum, la floraison n'a pas été un facteur contraignant pour le choix des familles.

Par contre, à ce stade, la sélection individuelle nous a obligé à un compromis entre vigueur et floraison. En effet, la proportion d'individus ayant développé au moins une fleur en P₀ a été de 29 % (13,5 % en P₁), avec une intensité moyenne de floraison d'environ 6 % (% de tiges fleuries par clone).

Aussi pour avoir un brassage génétique substantiel, tous les individus florifères de P₀ ont été retenus (taux de sélection de 10.9 %) puis replantés sur une ligne de 3 mètres par clone pour disposer d'inflorescences en nombre suffisant pour l'intercroisement des familles. (30 à 40 % de tiges florifères par clones ont été obtenues à ce stade).

Appréciation des effets de la sélection récurrente

Le standard R 570 présent dans les populations P₀ et P₁ nous a servi pour analyser le progrès moyen réalisé sur la population P après un cycle, l'observation de P₀ et de P₁ n'ayant pas été faite la même année.

Ce standard nous a permis, pour chaque caractère, de calculer un progrès moyen résultant du rapport :

$$\text{Progrès (en \%)} = \frac{XP_1 - X \text{ standard } P_1}{X \text{ standard } P_1} - \frac{XP_0 - X \text{ standard } P_0}{X \text{ standard } P_0}$$

Estimation du progrès moyen obtenu après un cycle de sélection sur la population P				
	Tallage	Hauteur (cm)	Diamètre (cm)	Volume touffe (cm ³)
Moyenne population P ₀ XP ₀	3,50	258,23	2,05	3289,21
Moyenne du standard de P ₀ X R 570	4,51	262,90	2,27	5016,04
Moyenne population P ₁ XP ₁	5,59	168,84	2,17	3816,17
Moyenne du standard de P ₁ XP ₁	5,26	211	2,55	5051,86
P : (% P ₀)	+8,42	-6,32	-5,21	+11

Des progrès élevés ont été réalisés pour le tallage et la vigueur, une régression est visible pour les autres caractères. Cette régression peut s'expliquer par une

absence de sélection directe sur les caractères hauteur et diamètre, la sélection ayant porté essentiellement sur la vigueur globale (exprimée par le volume touffe).

L'efficacité de la sélection pourrait être améliorée par l'utilisation d'un index de sélection famille-individu.

L'évolution de la variabilité génétique intrapopulation est difficilement appréciable, car la variance estimée d'un caractère dans nos populations englobe la variance due à l'environnement (effet milieu et année). L'examen de la seule variance phénotypique des

caractères revêt beaucoup trop d'imprécisions et ne nous permet pas d'accéder d'une manière stricte à la mise en évidence de la variance due au génotype.

Un dispositif spécifique (plan de croisement) permettrait d'estimer d'une part la variance génétique des caractères agronomiquement intéressants ainsi que ses composantes (variance d'additivité et de dominance) et d'autre part d'analyser les effets génétiques les plus importants à considérer dans la sélection.

PATHOLOGIE DE LA CANNE A SUCRE

J.-H. DAUGROIS

En 1990, le laboratoire de phytopathologie canne à sucre confirme son rôle de soutien à la sélection par :

- ▲ l'indexation, par rapport à quatre maladies, de variétés en cours de sélection,
- ▲ l'observation et la quantification des maladies dans des familles issues de croisements dirigés.

En marge de la sélection, des travaux concernant l'observation des maladies et leur diagnostic sont entrepris (visite de pépinières et introduction de nouvelles méthodologies).

□ RESISTANCE AUX MALADIES DES VARIETES CREEES PAR LE CERF

Treize variétés en cours de sélection au CERF sont inoculées en serre avec quatre agents pathogènes: *Xanthomonas albilineans* responsable de l'échaudure des feuilles, *Xanthomonas campestris* pv. *vasculorum* agent de la gommoze, *Puccinia melanocephala* champignon agent de la rouille et *Ustilago scitaminea* responsable de la maladie du charbon.

La sensibilité des plantes est évaluée en fonction des symptômes visuels qui apparaissent suite à l'inoculation avec l'agent pathogène. Les treize variétés sont comparées à cinq clones témoins de sensibilité connue.

Une variété (R 78149) s'est montrée résistante aux quatre maladies testées et six autres variétés présentent, dans l'ensemble, des résultats très satisfaisants. (tableau 1): R 75631, R 78712, R 78699, R 81963, R 81456, R 81447.

TABLEAU 1: Sensibilité des clones à la rouille, au charbon, à l'échaudure et à la gommoze.

Variété	Rouille	Charbon	Echaudure	Gommoze
R 574	R	S	R	R
R 469	T	T	R	T
R 570	R	T	T-R	T
H 495	SS	S	S	T-S
R 75631	R	T	T	R
R 78746	S	S	T	S
R 78149	R	R	B	R
R 78970	R	S	R	S
R 78712	T	R-T	T	R
R 78284	R	R-T	S-T	S
R 78167	SS	S	T	S
R 78699	R	T	T	R
R7 8398	T	S	T	S
R 81963	T	R	T	T
R 81420	T	S	SS	T
R 81456	R	R	R	T
R 81447	S	T	T	R

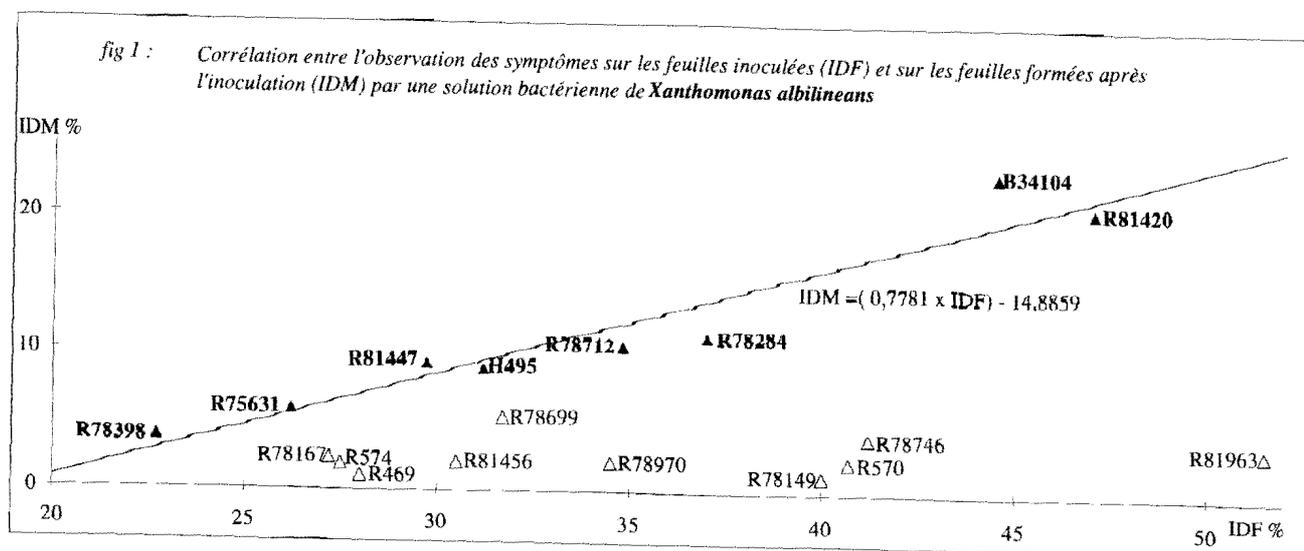
R= résistant S= sensible
T= tolérant SS= très sensible dans les conditions de l'essai

□ ANALYSE DES METHODES DE CRIBLAGE

Afin d'optimiser les tests en serre, des études sont menées sur deux des quatre méthodes de criblage mises en place.

TEST ECHAUDURE

Après inoculation, les variétés sont observées en serre pendant plus de quatre mois. Les clones de canne à sucre peuvent être classés suivant deux comportements :



▲ dans un premier groupe, l'intensité de la maladie sur les feuilles inoculées (IDF) est proportionnelle à l'intensité sur les feuilles formées après l'inoculation des plantes (IDM). La droite de régression est : $IDM = 0,7781 IDF - 14,8859$ avec un coefficient de corrélation de 0,9598. (figure 1).

▲ pour le deuxième groupe, quelque soit la notation obtenue sur les feuilles inoculées (IDF), l'indice de maladie (IDM) évalué sur les nouvelles feuilles reste à un niveau faible.

Cette différence de comportement pourrait s'expliquer par un ralentissement, voir une inhibition de la croissance des bactéries au niveau de l'apex ou du haut de la tige pour les variétés du deuxième groupe. La confirmation de ce phénomène nécessite des recherches complémentaires.

Ce résultat implique la nécessité d'effectuer le criblage des variétés non seulement sur l'observation des feuilles inoculées, mais aussi sur l'examen des symptômes sur les nouvelles feuilles formées.

TEST CHARBON

La méthodologie actuelle utilisée en serre (inoculation par injection de l'agent pathogène au niveau du bourgeon) demande un délai d'observation relativement long pour ce genre de test (jusqu'à six mois).

Afin de diminuer ce temps d'observation, une autre méthodologie est analysée actuellement en serre. Elle consiste à injecter le champignon au dessus du méristème. Les premiers résultats sont encourageants, le délai d'observation après inoculation est ainsi réduit à trois mois. (tableau 2).

TABEAU 2 : Pourcentage de foyers de charbon apparus suite à deux méthodes d'inoculation :

Variétés	Injection dans le cornet foliaire (3 mois)	Injection dans le bourgeon	
		(3 mois)	(6 mois)
H 495	71	5,1	85
R 78398	75	19	95
R 78970	100	9,3	100
R 78746	25	57	100
B 34104	43	00	90
R 81420	14	47	91

☐ OBSERVATION SANITAIRE:

Aucun cas grave de maladie due à des microorganismes phytopathogènes dans les plantations de canne à sucre de la Réunion n'a été signalé au laboratoire de phytopathologie; à l'exception du cas très localisé de la maladie des taches jaunes (*Mycovellosiella koepkei*) sur R 570 et d'intensité moindre sur R 575 dans les hauts de St Benoît (zone humide de moyenne altitude où la plantation de R 570 est déconseillée).

Pour conserver un état phytosanitaire satisfaisant des

plantations de canne à sucre, il est nécessaire que la propagation de boutures des variétés cultivées soit la plus saine possible. Dans cette optique, l'observation de plusieurs pépinières du CTICS a été réalisée dans le courant de l'année 1990: 18 pépinières de la zone Ouest et 8 de la zone Est. On a ainsi relevé:

▲ des symptômes foliaires d'échaudure (dû à *X. albilineans*) dans les pépinières zone Ouest et Est. Ces observations sont clairsemées. Une surveillance des cas d'échaudure dans les pépinières est nécessaire pour diminuer les risques de développement de la maladie.

▲ dans la zone Est, de nombreux cas de stries chlorotiques, parfois en forte densité. Cette maladie, dont l'agent responsable n'a pas encore été identifié, peut, suivant la variété, causer de forte perte en rendement. (30% de perte pour certaines variétés.).

▲ plusieurs cas de Pokkah boeng (fusariose due à *Gibberella moniliformis*) ont été observés sur la variété R 575.

Cas du virus de la striure du maïs:

Ce virus est responsable de cas de striure observés à la station de sélection du CERF (de la Saline) sur les variétés R 574 et R 577. Aucune extension de la maladie n'a été signalée. L'élimination systématique de *Setaria barbata* (grosse traînage), hôte préférentiel du vecteur de la maladie, ralentit fortement la propagation du virus dans les champs de canne à sucre.

☐ METHODE DE DIAGNOSTIC

L'identification de symptômes de maladie bactérienne est parfois difficile. Les conclusions peuvent être confirmées par des tests sérologiques tels que l'immunofluorescence ou le dot blot. Cette seconde technique, moins sensible, mais plus facile d'accès, a été introduite cette année au laboratoire. On peut ainsi diagnostiquer les cas de maladies dues à *X. albilineans*, *X. campestris* pv *vasculorum* et *C. xyli* subsp *xyli* responsables du rabougrissement des repousses.

☐ PUBLICATIONS

✦ Peros J.-P., Bonnel E. and Reynaud B., (1990)- In vitro culture of sugarcane infected with maize streak virus (MSV). Plant Cell and Organ Culture (1990) 23: 145-149.

✦ Peros J.-P. and Lombard H. 1991 : In vitro evaluation of sugarcane resistance to gumming disease and of *Xanthomonas campestris* pv *vasculorum* aggressiveness. Soumis à publication dans Plant Cell Tissue and Organ Culture.

✦ Peros J.-P., et Lombard H. - Evaluation rapide de la résistance de la canne à sucre à l'échaudure des feuilles. L'Agronomie Tropicale (1990) 45 (2) : 139-143.

LUTTE CONTRE LES INSECTES RAVAGEURS DE LA CANNE A SUCRE

B. VERCAMBRE

En 1990, deux programmes ont principalement retenu l'attention du Laboratoire d'Entomologie :

Hoplochelus marginalis : présence sur prairies, seuil de nuisibilité, évaluation de germes pathogènes, action de développement.

Perkinsiella saccharicida : biologie, dynamique des populations.

Les travaux concernant cet insecte ont été mis en oeuvre à la demande de la profession, et partiellement financé par une action CORDET (N° 89-151).

□ HOPLOCHELUS MARGINALIS (COL., MELOLONTHINAE) : VER BLANC

PRÉSENCE SUR PRAIRIES

Jusqu'ici les prairies, situées dans les Hauts (altitude > 800 m) avaient été épargnées par le ver blanc. Des attaques plus importantes ont été signalées en Juin 1990 sur les communes des Avirons et Saint-Leu, notamment pour des parcelles de Kikuyu situés à 600 mètres d'altitude. Une prospection a été réalisée sur 8 exploitations représentant 22 parcelles. On a trouvé globalement 251 larves âgées (L3) pour 398 trous, de 50 cm x 50 cm x 10 à 15 cm de profondeur, soit une densité de 2,5 vers blancs/m². On note cependant une répartition hétérogène car 20 % des parcelles étaient visiblement au-dessus du seuil de nuisibilité (couvert végétal s'enroulant comme un tapis) évalué à 8 vers blancs/m² dans les conditions locales.

Pour l'instant, le niveau d'attaque sur prairie reste en moyenne modéré. Néanmoins, le seuil de nuisibilité est déjà atteint sur certaines parcelles localisées, entraînant des pertes de fourrages pouvant à terme compromettre l'équilibre économique de certaines exploitations pratiquant l'élevage en basse et moyenne altitude.

SEUIL DE NUISIBILITE

Etabli selon une méthodologie standard (Cf. Rapport 1985, p. 67), le seuil se situe en 1990 à 7-8 vers blancs/souche de canne sur les 15 champs observés. Ce seuil semble s'élever progressivement, ce qui s'accorde avec la perte de vitalité progressive qui a été mise en évidence dans les rapports précédents (tableau 1).

Dans le même ordre d'idée, la fréquence de champs observés présentant des souches faibles passe de 67 % en 1984 à 33 % en 1990.

Tableau 1 : Estimation du seuil de nuisibilité (1982-1990)

Année	Nombre moyen de vers blancs par souche	Nombre de moyens de vers blancs par canne usinable
1982	3 - 5	-
1984	4 - 6	1,0
1986	5 - 6	0,7 - 1,0
1988	-	0,6 - 0,8
1990	7 - 8	1,0 - 1,1

EVALUATION DES GERMES ENTOMO-PATHOGENES

Metarhizium anisopliae souche Ma 139

Une partie des tests mis en place entre 1984 et 1987 est encore suivie. La présence du champignon est observée régulièrement à un faible niveau, sauf au site de la Rivière des Galets où l'on constate en fin de cycle des baisses de population significatives depuis plusieurs années (1985 : 30 % - 1986 : 23 % - 1987 : 76 % - 1988 : 71 % - 1989 : 64 % - 1990 : 41 %).

Beauveria brongniartii souche Rv 1905

Sur 5 tests mis en place en 1988-89, on obtient 75 à 100 % de mortalité larvaire en fin de cycle sur les parcelles traitées tandis que les parcelles témoins sont elles-mêmes infectées (10 à 25 %) montrant ainsi une extension naturelle du champignon.

Sur les 3 essais mis en place en 1989, on note sur les parcelles traitées des baisses de population variant de 26 % à 76 % dès le mois de Février, parvenant à 60-92 % en fin de cycle ; pour les parcelles témoins, l'évolution est de 0,6-1,4 % à 5-43 % respectivement. Pour les 3 essais mis en place en 1990, compte-tenu des faibles populations et de la méthode d'application (fond du sillon), seul le 3^{ème} prélèvement montre une différence significative du niveau de populations pour 2 essais. Cela illustre l'effet progressif de l'action d'un entomopathogène et l'importance de son positionnement (1989 : application de chaque côté de la souche).

Grégarine coelomique

Huit prélèvements ont eu lieu au cours de l'année 1990 sur un site de Saint-Paul, où un protozoaire (grégarine coelomique) se retrouve régulièrement. On note un poids de larves malades légèrement inférieur aux larves saines (environ 5 %). A la dissection, chez les

adultes femelles reconnues postérieurement porteuses de cette grégarine, on observe une diminution d'oeufs produits d'environ 25 %.

ACTION DE DEVELOPPEMENT

Par convention établie avec la FDGDEC, le laboratoire d'Entomologie vérifie le maintien de la virulence et le pouvoir germinatif de l'inoculum de base de *Beauveria* et la qualité de la production sur riz réalisée par l'Unité de Production d'Entomopathogène de Bois Rouge. A cet effet, 7 notes ont été fournies. On constate que la qualité des productions est satisfaisante.

Afin de parvenir à un produit commercial fiable, une série de consultations a eu lieu de Juillet à Novembre 1990, entre CALLIOPE S.A., Société fabriquant des granulés biocides, les services techniques et les opérateurs économiques. Il apparaît, après constitution et acceptation d'un dossier d'homologation (dossier agronomique et toxicologique), qu'on peut envisager un coût de 400-500 FF/ha pour le traitement d'environ 500-1000 ha avec le champignon. La mise sur le marché du produit commercial dépendra de la rapidité des financements mis en oeuvre.

□ PERKINSIELLA SACCHARICIDA⁽¹⁾ (HOMOPT., DELPHACIDAE)

BIOLOGIE

Un élevage sur feuilles de cannes coupées a été mis au point à partir de Mai 1990 ayant permis d'élever 4 générations successives à 25°C et 16 heures de lumière/jour. Tous les adultes sont macroptères et le sex-ratio est de 1 mâle : 1,2 femelle.

La durée du cycle est de 43 jours, l'incubation des oeufs étant de 15 jours. La durée moyenne de vie des adultes mâles et femelles est respectivement de 11,3 jours +/- 6,1 et 23,5 +/- 15,1 (n = 15). La durée de pré-oviposition est en moyenne de 8 à 11 jours (n = 29). Le nombre de pontes a été de 20,2 +/- 11,9 représentant 74,7 +/- 41,7 oeufs/femelle (n = 10). Le nombre

maximum d'oeufs pondus par une femelle a été de 145. Le nombre d'oeufs/ponte a été de 1 à 7, avec une plus grande fréquence à 4 oeufs/ponte.

DYNAMIQUE DES POPULATIONS

Les populations de *P. saccharicida* se maintiennent généralement à des faibles niveaux à La Réunion, avec éventuellement un pic pendant l'été austral. Les différences constatées entre la zone Sud et Ouest d'une part et Est d'autre part sont minimales et résultent probablement des conditions climatiques. La zone de Savanna est la seule à montrer une courbe de population régulière, avec un maximum pouvant être estimé à 500-600.000 adultes/ha (Figure 1). Bien qu'importantes, ces populations sont nettement moindres que celles trouvées en Australie (maximum multiplié par 10, BULL, 1981). En Floride (SOSA et al., 1986) ou dans l'Océan Indien de l'Ouest (WILLIAMS, 1956, pour Maurice ; SIGWALT, 1961, pour Madagascar), les populations sont faibles, du même ordre que celles observées en général à La Réunion.

□ BIBLIOGRAPHIE

- ♦ RIBA G., HAMDAOUI F., VERCAMBRE B., BOURNOVILLE R. (1991) : Ecologie des champignons entomopathogènes dans le sol. 1^{ères} Rencontres Caraïbes en lutte biologique, 9 p., sous presse.
- ♦ LENOIR L., MOREL G., VERCAMBRE B. (1991) : Contribution à l'étude de la dynamique des populations de *Perkinsiella saccharicida* Kirkaldy (Homoptera, Delphacidae) sur canne à sucre à l'île de La Réunion, 71 p., 9 annexes, 6 planches photos.
- ♦ VERCAMBRE B., GOEBEL O., RIBA G., MOREL G., ROBERT P., GUILLON M. (1990) : Programme de lutte biologique contre *Hoplochelus marginalis* (Coleoptera, Melolonthinae), nouveau ravageur des cultures à l'île de La Réunion. 1^{ères} Rencontres Caraïbes en lutte biologique, 9 p., sous presse.

(1) Insecte vecteur potentiel de la maladie de Fidji Travaux de L. LENOIR, VAT, chargé des recherches sur *P. saccharicida*, en liaison avec l'Université (G. MOREL)

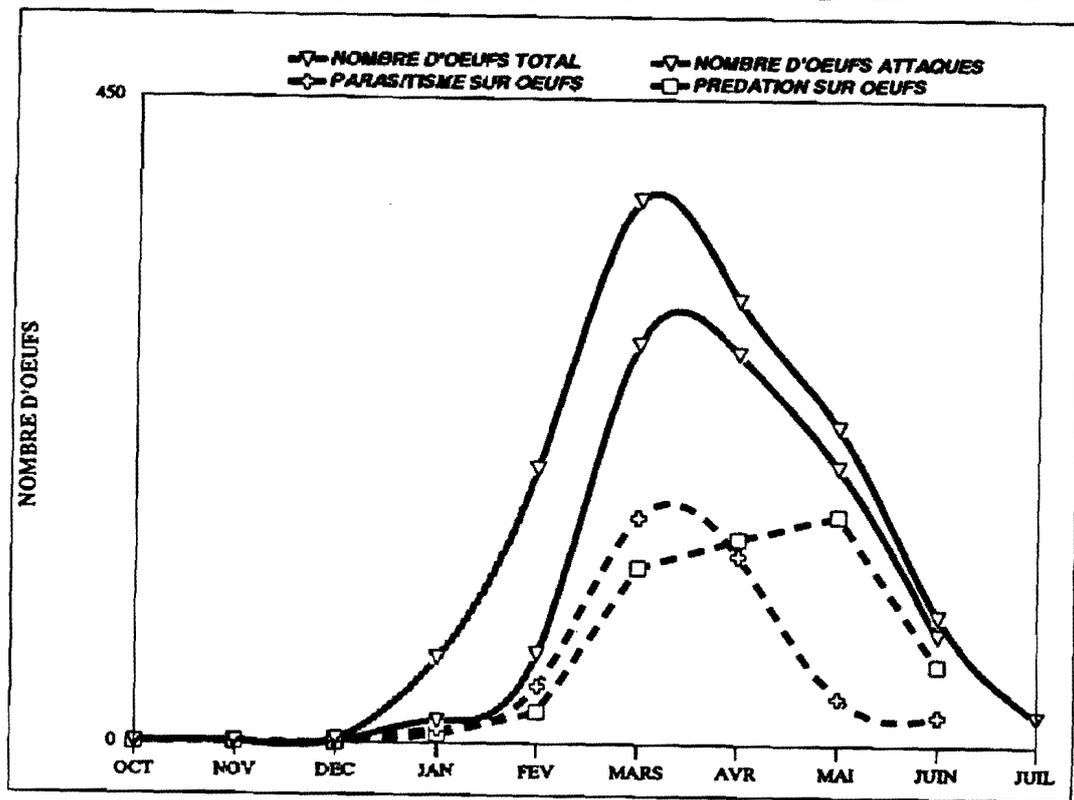


Figure n° 1 : Evolution du nombre d'oeufs de *P. saccharicida* pondus, parasités ou "sucés" sur une année

Courbes réalisées à partir des données récoltées à Savanna entre Octobre 89 et Juillet 90

DYNAMIQUE D'EVOLUTION DES PETITES STRUCTURES

LA PETITE REGION AGRICOLE D'ETANG SAINT LEU

J.-M. CHASTEL

□ LES PETITES STRUCTURES DE PRODUCTION

SITUATION ACTUELLE

La Surface Minimum d'Installation (SMI) demeure fixée à 5 ha pour la production de canne à sucre. On a donc choisi cette limite comme seuil des petites structures.

On dénombrait en 1989 12 693 exploitations répondant à cette définition ; elles représentaient 83,5 % de l'effectif total. Il s'agit là d'une caractéristique majeure de l'agriculture réunionnaise.

Par ailleurs, le secteur agricole représente encore 9,3 % de la population active ayant un emploi soit 12 746 emplois. Ceux-ci sont pour la moitié d'entre eux à temps partiel et faiblement rémunérés. L'agriculture apparaît donc à bien des égards comme un refuge face au chômage qui touche 37 % de la population active.

L'importance numérique des petites structures de production, l'enjeu économique et social qu'elles constituent nous ont conduit à nous interroger sur leur devenir.

PERSPECTIVES D'EVOLUTION

On conçoit bien que la faible productivité du travail agricole, l'augmentation des salaires dans les autres secteurs d'activité, la progression des prestations

sociales provoquent une démobilisation importante des petits agriculteurs. Il est donc nécessaire de raisonner l'avenir des petites structures en fonction de l'évolution globale de l'économie réunionnaise.

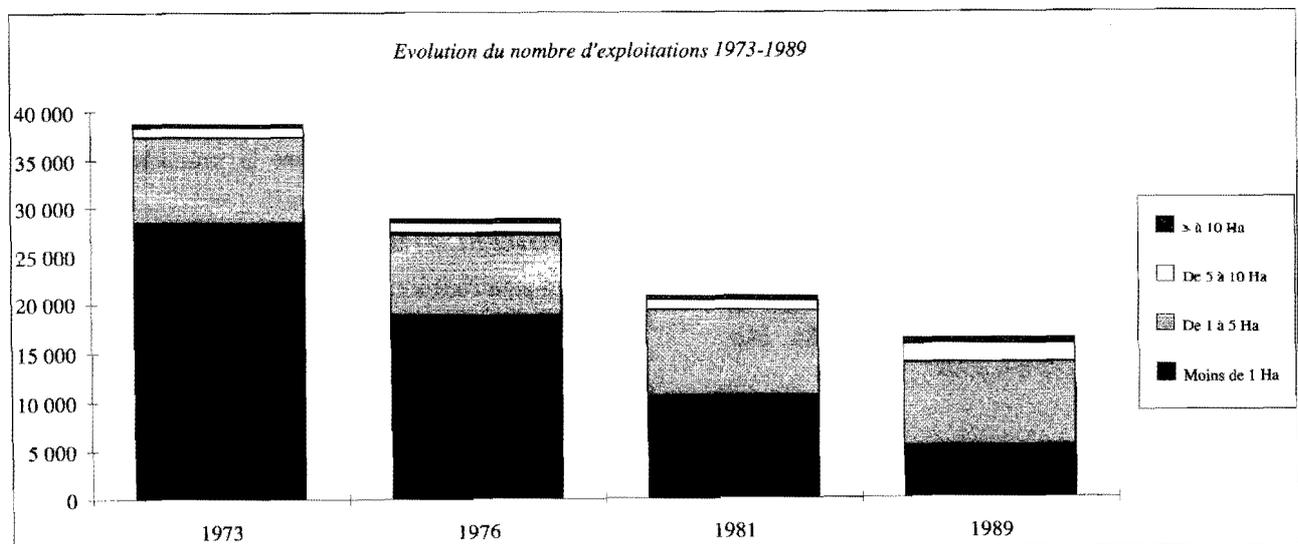
Les structures de production évoluent à la Réunion selon la même tendance qu'en Europe, c'est à dire qu'on assiste à une régression rapide des petites exploitations.

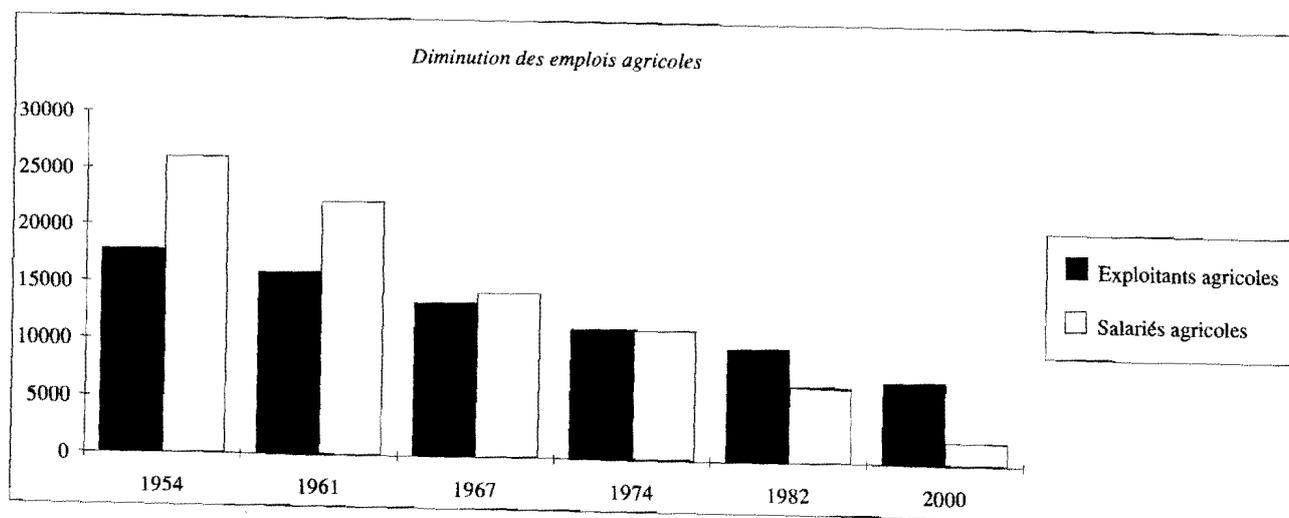
Au cours des dix dernières années le rythme annuel de disparition des exploitations a été de 3,4 %. Si les effectifs doivent être considérées avec beaucoup de précaution en raison des difficultés d'enquête, par contre la tendance est certaine.

En ce qui concerne la pyramide des âges des agriculteurs, 26 % sont âgés de plus de 50 ans contre 17,3 % en 81. Les départs à la retraite devraient donc s'accélérer sur la période 1989-2000. Ceci n'impliquent pas nécessairement la disparition de la structure de production, car il peut y avoir succession d'une génération à l'autre.

Si l'on poursuit les tendances le secteur agricole perdra encore 3 500 emplois d'ici l'an 2000. L'essentiel des emplois perdus provient des petites structures.

Cependant le rythme de disparition des petites structures et le devenir du foncier libéré demeurent incertains. Seuls les agriculteurs détiennent les réponses à ces questions. Nous avons mené une enquête qualitative pour cerner leurs stratégies d'évolution.





□ ENQUÊTES AUPRES DES PETITES STRUCTURES

OBJECTIFS

La non rentabilité du capital d'exploitation ou la non rentabilité du travail agricole n'entraînent pas forcément l'abandon de l'exploitation familiale. Le chef d'exploitation peut compléter son revenu par des activités extérieures, il peut rester à la terre afin de conserver son patrimoine foncier, etc...

Ces motivations ne peuvent être appréhendées qu'au niveau de l'individu. Les enquêtes menées à Etang St-Leu avaient pour objet de comprendre le fonctionnement des exploitations, de saisir la diversité des situations et de rendre compte des évolutions possibles à court et moyen termes (MASDONGAR, 1990).

METHODOLOGIE

Pour saisir les préoccupations extra-agricoles des chefs d'exploitation, les techniques classiques d'enquêtes nous ont paru inadéquates. On leur a préféré des suivis synthétisés sous forme de monographies. Plus que des chefs d'exploitation agricole, ce sont donc des familles rurales qui ont été interrogées. L'enquêteur habitait sur place, et l'étude s'est déroulée sur plusieurs mois.

On a limité le champ d'investigation à la petite région agricole d'Etang-St-Leu afin d'obtenir un environnement physique et humain homogène pour toutes les exploitations étudiées et de saisir les relations d'entraide et de voisinage.

On a dénombré 59 exploitations de moins de 5 ha, dont une vingtaine ont été contactées. Au total 12 monographies ont pu être utilisées, la taille des exploitations variant de 0,75 à 4,3 ha.

RESULTATS

La région d'Etang St Leu

La petite région d'Etang-St-Leu est située au dessus

de l'agglomération de St-Leu et s'étend sur environ 300 ha en zone canne à sucre. La situation foncière est très contrastée puisqu'au Sud on trouve une grande propriété foncière de plus de 100 ha et au Nord de nombreuses petites propriétés de moins de 5 ha qui se sont constituées dans les années soixante avec la vente de grandes propriétés.

L'étagement des cultures est nettement marqué en raison de la contrainte climatique qui varie avec l'altitude. La situation des parcelles est donc déterminante pour les rendements en canne à sucre et pour les possibilités de diversification.

Une économie agricole de subsistance

L'habitat est souvent précaire : cases en tôle sans sanitaires. L'autoconsommation est la règle : poulets dans la cour, cultures vivrières (maïs, pistaches, haricots, pomme de terre), bois dans la ravine, etc... En dehors de ces cultures d'auto-consommation la canne est présente sur 80 à 100 % de la surface cultivée.

Les colons autrefois les plus nombreux dans cette catégorie de structure deviennent de plus en plus rares. Les propriétaires proposent des statuts de fermage afin de s'assurer un revenu foncier régulier. Les charges foncières varient entre 4 et 25 % des recettes agricoles.

Beaucoup d'exploitants sont passés successivement du statut de journalier à celui de colon puis aujourd'hui à celui de fermier ou de propriétaire. L'accession à la propriété demeure un objectif prédominant chez les colons qui ressentent fortement la précarité de leur statut foncier.

L'organisation du travail

Pour la récolte l'entraide familiale est la solution la plus fréquente pour résoudre les problèmes de main d'oeuvre, toutefois, il peut arriver que le chef d'exploitation ait recourt à des journaliers malgré la faiblesse des tonnages (entre 27 et 100 tonnes). Les épouses ne participent pas aux tâches agricoles à l'exception de celles qui concernent les productions auto-consommées.

Les ressources agricoles et non agricoles

Le revenu agricole s'inscrit dans une fourchette allant de "moins 5 000 F" à 30 000 F, et n'intervient jamais pour plus de 20 % des ressources du ménage. Les prestations sociales (allocations familiales, Revenu Minimum d'Insertion, ...) représentent de 40 à 80 % des ressources. Le RMI a accéléré localement le processus d'abandon en augmentant le coût d'opportunité du travail agricole.

L'avenir des exploitations

Six exploitations sur 18 contactées avaient abandonné pendant l'inter-campagne 89-90, 4 pour des raisons de rentabilité du travail, 2 par rupture de contrat de colonage. Certains indices semblent indiquer une accélération dans le rythme des abandons. Il y a très peu d'aides familiales et les enfants ne souhaitent généralement pas reprendre l'exploitation.

Plusieurs types d'exploitations se dégagent avec des stratégies bien différenciées.

Pour le premier type **l'activité agricole est exclusive de toute autre activité** ; elle est par ailleurs nécessaire pour compléter les ressources du ménage. Cette catégorie est la plus défavorisée : pas de formation, précarité de l'habitat, éloignement des parcelles. Le revenu global de l'unité domestique est inférieur à 600 F/mois/individu. Il n'y a pas de ressources extérieures autres que les prestations sociales. Pour cette catégorie, le RMI constitue une alternative tentante.

Le deuxième type est formé de **pluri-actifs** qui ont choisi de consacrer l'essentiel de leur temps à leur activité non agricole. Ils conservent leur exploitation par sécurité et pour certains dans l'espoir d'accéder à la propriété. Le revenu global varie entre 600 et 1500 F/mois/individu selon la nature des emplois extérieurs, l'activité agricole n'apportant aucun revenu : elle permet de payer la main d'oeuvre journalière, de payer la rente foncière, et de pourvoir à une partie des besoins alimentaires. Si la situation économique du ménage évolue favorablement et si les projets fonciers aboutissent, une évolution vers le troisième type est possible.

Le troisième et dernier type rencontré sur la zone est celui des chefs d'exploitation qui ont un véritable projet agricole et qui se consacrent à **mi-temps à leur exploitation**. Ils ont tous reçu une formation, l'unité domestique se limite à la famille restreinte, les revenus sont supérieurs à 800 F/mois/individu. Contrairement aux deux types précédents, il existe un véritable capital d'exploitation. La tendance est à la diversification, car les conditions le permettent : camionnette, habitat proche de la parcelle, pluviométrie suffisante... L'exploitation n'est pas seulement un patrimoine familial, c'est un moyen de production à part entière.

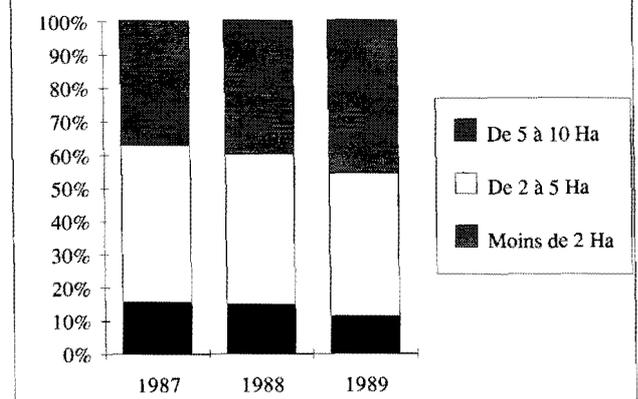
CONCLUSION

L'abandon de l'activité agricole dans les petites structures pose un problème social doublé d'un problème économique.

Les actifs agricoles qui ont perdu ou qui ont abandonné leur travail et leur statut social viennent gonfler un effectif de chômeurs qui est déjà très important. La zone d'Etang-St-Leu est fortement touchée par le chômage des jeunes et la délinquance se développe.

Le tonnage de cannes produit par les petites structures intervient pour plus d'un tiers du tonnage total de l'île. Cet apport est donc nécessaire au maintien de la filière sucre. Cependant, cette part est en régression rapide et on peut y voir une cause structurelle de la diminution de la production de canne à sucre sur l'île.

Production des tonnages livrés selon les classes de superficie en canne à sucre



Au plan foncier, les terres qui ont été abandonnées au cours de ces dernières années ne sont plus cultivées. C'est la friche qui succède à la canne, et l'abandon des uns ne permet pas actuellement l'agrandissement des autres.

BIBLIOGRAPHIE

- ♦ CTICS, 1987, 1988, 1989. Enquête planteur. Saint Denis, Centre Technique Inter-professionnel de la Canne et du Sucre.
- ♦ DAF, 1973, 1981, 1989. Recensement Général de l'Agriculture. Saint Denis, Direction de l'Agriculture et de la Forêt.
- ♦ INSEE, 1954, 1961, 1967, 1974, 1982, 1990. Recensement Général de la Population. Saint Denis, INSEE REUNION.
- ♦ MASDONGAR S., 1990. Dynamique d'évolution des petites structures en zone canne à sucre. Montpellier, Mémoire CNEARC.

PLANTES VIVRIERES

ET

MARAICHERES

AMELIORATION VARIETALE DU MAIS

J.-L. MARCHAND
B. REYNAUD

Les travaux d'amélioration variétale du maïs ont porté, en 1990 comme les années précédentes, sur deux grands thèmes :

- ▲ Création d'une gamme de variétés et d'hybrides répondant aux besoins des cultivateurs de La Réunion, sur le littoral comme dans les hauts ;
- ▲ Etude de la résistance aux viroses à stries dans le matériel végétal réunionnais comme dans le matériel introduit : rassemblement, concentration et transfert de cette résistance.

□ RASSEMBLEMENT, ETUDE ET CONSERVATION DU MATERIEL VEGETAL

MAINTIEN DE LA COLLECTION

Cette année, les reconductions ont concerné certaines variétés locales et rodriguaises, mais surtout des variétés intéressantes pour les Hauts, ainsi que 8 lignées sud-africaines.

Le passage du cyclone Firinga, en janvier 1989, qui a détruit le local semences, a provoqué de sérieux problèmes tant dans les variétés qui étaient encore en cours de conditionnement dans ce local que dans celles déjà stockées en chambre climatisée, l'électricité ayant manqué pendant 10 jours. La faculté germinative de nombreuses semences s'en trouve diminuée, parfois gravement.

Ceci, et le fait que l'exploitation des variétés, locales comme introduites, rassemblées depuis plus de 10 ans touche à sa fin, nous conduira à conserver en chambre froide uniquement (St-Denis et Montpellier) le matériel végétal sans intérêt marqué à l'heure actuelle.

MULTIPLICATION DE SEMENCES

Pour permettre aux agriculteurs intéressés de produire des semences de maïs, une multiplication à petite échelle a permis de récolter 200 kg de semences de Révolution et 150 kg de semences de Suwan 8331, proposée en remplacement de Tocumen (1) 7931.

Nous avons également pu récupérer les deux lignées parentales d'INRA 508, ce qui permettra de produire cet hybride, dont la fabrication est arrêtée en métropole, donc de poursuivre la production d'IRAT 143, de formule Révolution x INRA 508.

□ CREATION VARIETALE POUR LA ZONE CANNIERE

Un nouvel essai d'hybrides créés par les programmes IRAT du Burkina Faso et surtout du Brésil a été implanté en hiver. Les rendements, bien qu'un peu plus faibles que ceux de 1989, sont bons, avec 5 hybrides produisant plus de 70 q/ha de grains secs. Cependant, mis à part les hybrides de l'IITA et IRAT 279, tous ces hybrides sont sensibles aux viroses, ce qui limite beaucoup leur intérêt pour La Réunion.

L'amélioration des lignées de Révolution se poursuit pour la résistance au MStpV et, pour celles chez qui cette résistance est fixée, pour la résistance au MSV.

En terme de variétés, le progrès viendra du programme de transfert de résistances aux viroses.

□ CREATION VARIETALE POUR LES HAUTS

Les travaux se sont limités, cette année, à la poursuite des criblages pour la tolérance à l'Helminthosporiose et à un essai de maïs fourrage.

Au terme de cette campagne, nous aurons criblés 75 lignées et 130 variétés sur le critère résistance à *H. turcicum*. En ce qui concerne les variétés, on note des différences très nettes entre les origines. Les meilleures résistances se trouvent, et de loin, chez les hybrides du Zimbabwe. Les hybrides kenyans et un bon nombre de sélections du CIMMYT/Harare se classent bien, et sont au moins très prometteurs. L'éventail est plus ouvert parmi les variétés anciennes d'Afrique du Sud, comme dans les sélections du Cameroun dans le pool TZMSR de l'IITA. Les écotypes de La Réunion sont au mieux tout juste tolérants. Les pools d'altitude du CIMMYT/Mexique sont sensibles, à l'exception notable de Pool 9A et Pool 8A. Quant aux hybrides tempérés, leur utilisation directe n'est guère envisageable. Enfin, la présence du gène HtN apporte une excellente résistance.

Les lignées testées présentent en général une bonne à très bonne résistance, à l'exception de A 619, avec ou sans les gènes Ht2 et Ht3, et de lignées USA. Certaines lignées de Madagascar, mais aussi d'Afrique du Sud et du CIMMYT/Harare sont cependant "limite" sur ce caractère.

En conclusion, les meilleures résistances sont trouvées chez les hybrides (Zimbabwe Seeds) et les variétés

(CIMMYT/Harare) du Zimbabwe alors que l'éventail des origines est plus ouvert pour les lignées. Reste maintenant à répartir ces variétés sur des critères agronomiques et le rendement.

Le composite des Hauts, rassemblant les variétés les plus intéressantes, a subi son 3ème brassage, et a été copieusement enrichi.

Enfin, nous avons repris cette année les recherches concernant le maïs fourrage pour ensilage comme réserve hivernale. Un essai a été implanté chez un éleveur de la Plaine des Cafres. Malgré une gelée nocturne fin mai avant maturité, on peut conclure :

- ▲ à la possibilité de produire du maïs pour ensilage à 1 600 m d'altitude ;
- ▲ à la nécessité de semer tôt, et sans doute plutôt des variétés précoces ;
- ▲ à l'intérêt des hybrides du Zimbabwe, pour leur belle architecture et leur tolérance à l'helminthoporiose.

□ RESISTANCE AU MAIZE STREAK VIRUS (MSV)

ELEVAGE DE MASSE ET TRANSFERT DE RESISTANCE AU MSV

Comparativement à 1989, où les élevages avaient été totalement détruits par le cyclone Firinga, l'année 90 a permis une bonne production de *Cicadulla m'bilu* (environ 0,5 million). 20 infestations artificielles ont été réalisées soit pour les transferts soit pour les études génétiques. Néanmoins, un problème de chauffage dans nos installations au cours de l'hiver austral a ralenti les productions.

En novembre, de nombreuses cicadelles parasitées ont été observées dans l'élevage. Le parasite est *Eudorylas confusoides* (Lamb, 1922) (Diptera, Pipunculidae). Son élimination de l'élevage sera difficile car c'est un endoparasite au stade larvaire. L'élevage de masse devra donc être totalement régénéré en 1991.

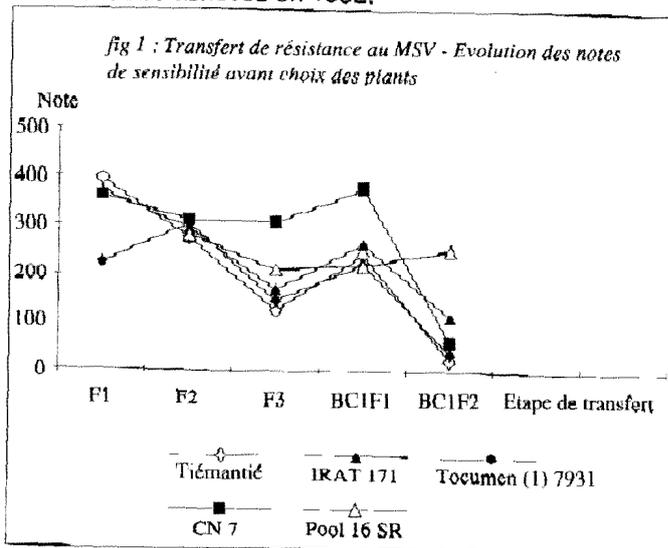
Les transferts sont en cours sur une douzaine de variétés. Les plus avancées ont été criblées aux stades F1 ou F2 du premier rétrocroisement, les autres aux stades F1 ou F2 du croisement de départ.

La figure 1, qui concerne les 5 variétés les plus avancées, met en évidence :

- ▲ l'efficacité des criblages au cours des générations, efficacité telle que le gain en résistance se conserve, au moins partiellement, après le premier rétrocroisement ;
- ▲ l'intérêt des criblages dès la F1 : Pool 16SR, non criblé en F1, montre une moindre résistance en F3.
- ▲ certaines différences variétales : CN7 semble mal prendre la résistance ;
- ▲ l'importance de la qualité des infestations : l'excellente note de Tocumen (1) 7931 en F1 n'est pas due à une résistance particulière, mais à une mauvaise réussite de l'infestation, pour cause de pluie deux heures après le dépôt des insectes.

L'intervalle entre le semis et l'infestation est également primordial, une infestation précoce provoquant une épidémie plus forte. Cependant, pour des raisons pratiques, nous conserverons l'infestation à 10 jours après semis.

Les transferts dans les cinq premières variétés devraient être achevés en 1992.



GENETIQUE DE LA RESISTANCE AU MSV

L'étude de la génétique de la résistance au MSV chez le maïs a été poursuivie par une stagiaire de DEA.

L'hypothèse de départ est qu'il existerait deux systèmes géniques distincts, l'un, monogénique, donnant des plants indemnes ou sensibles, l'autre, polygénique, donnant des plants plus ou moins résistants, les symptômes montrant une variation continue.

Les résultats obtenus sur lignées S2 d'IRAT 297 (CVR 3) ne permettent pas de conforter cette hypothèse, le principal argument contre étant la difficulté rencontrée pour fixer une résistance totale, mais la forme bimodale de certaines distributions ne permet pas non plus de l'écarter totalement.

Les modalités d'infestation influent sur l'expression des symptômes. C'est ainsi qu'une infestation sous bonnette, empêchant les insectes de changer de plants, et une augmentation du nombre d'insectes par plant aggravent la sévérité des symptômes. De même, les symptômes seront d'autant plus forts que l'infestation sera précoce.

Un essai, mené sous infestations artificielles de MSV, rassemblait les différentes étapes de sélection de notre donneur de résistance IRAT 297 et plusieurs variétés présentant une certaine résistance. La résistance de IRAT 297 a été fortement améliorée en 3 cycles de sélection (figure 2), de même que son rendement. Par contre, IRAT 143, Valdor x Révolution et même Révolution montrent, en cas d'attaque de streak violente, une sensibilité marquée. Enfin, les variétés résistantes de l'IITA se révèlent (tableau 1) trop sensibles dans nos conditions.

fig 2 : Résistance au maïze streak virus des différentes formes du Composite Viroses Résistant (CVR3)

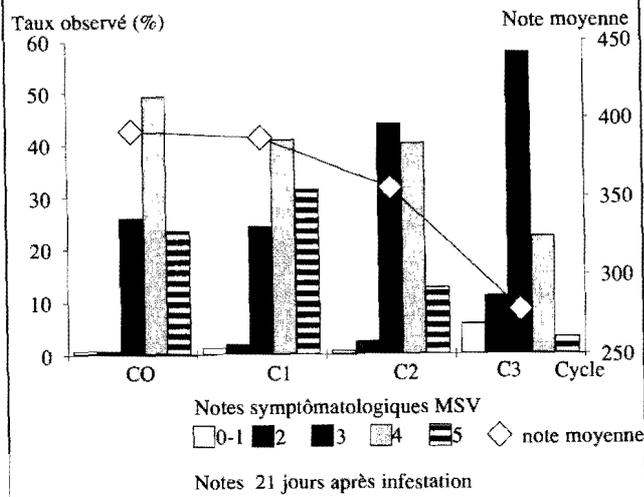


Tableau 1 : Essais formes de IRAT 297

Variétés	Plants Présents			Note viroses à 21 j	prolificité %	Rendement	
	D	R	P			kg/ha	g/épi
IRAT 297 CO	97	55	42	392	65	1428	79
IRAT 297 C3	92	68	24	278	81	3030	111
REVOLUTION	98	55	43	388	57	989	63
EV 8422 SR	90	48	42	418	54	1311	101

D = Démariage R = Récolte P = Perte P = D - R

RESISTANCE AU MAÏZE MOSAIC VIRUS (MMV) ET A SON VECTEUR PEREGRINUS MAIDIS

Les croisements contrôlés de *P. maidis* infectieux, n'ont pas permis l'augmentation de la capacité intrinsèque de transmission du MMV par cette espèce. Par contre, en maintenant les insectes en acquisition alimentaire prolongée (16 jours) on obtient jusqu'à 27 % d'insectes infectieux contre 7 % après 4 jours d'AAP.

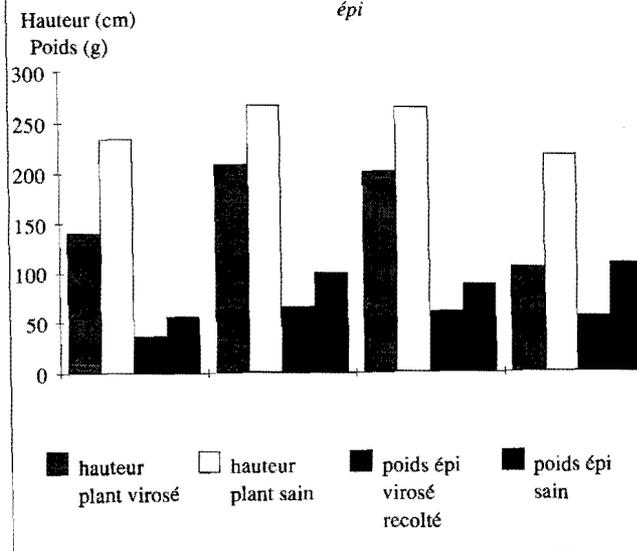
L'augmentation de la production de *P. maidis* et du taux d'insectes infectieux a permis de réaliser les premières infestations artificielles pour le MMV en tunnel insect-proof. Les taux de plants virosés, très proches de 100 % chez le maïs doux SAVOR, témoin sensible, prouvent la réussite de cette technique (tableau 2).

L'existence d'une résistance au MMV dans le matériel local (le composite IRAT 297, la lignée 168-10-1) soupçonnée en conditions naturelles, est confirmée dans ces 2 essais.

Les descendances d'autofécondation de plants d'IRAT 297 sensibles au MStpV (E 23) ou résistant (E 14) présentent des taux de plants virosés similaires. Les

résistances aux 2 virus semblent donc bien distinctes. Deux lignées sélectionnées pour leur résistance au MMV à Hawaï ont été également testées : Hi 26 a globalement un bon comportement alors que Hi 35 est significativement plus sensible. La vitesse d'apparition des symptômes est plus lente chez la lignée 168-10-1. On observe peu de symptômes atténués même chez les variétés résistantes (Hi 26 obtient la note moyenne la plus faible). L'incidence du MMV sur les résultats agronomiques est importante. De nombreux plants virosés des variétés sensibles ne donnent pas d'épis (17 % chez INRA 518) et ils présentent un très fort nanisme (plus de 60 % de réduction de hauteur chez SAVOR). Pour les variétés résistantes, les effets sont plus ou moins graves (Figure 3) mais restent non négligeables.

fig 3 : Incidence du MMV sur la hauteur des plants et le poids par épi



"DES RESISTANCES DIFFERENTES SELON L'ORIGINE DES VARIETES" :

Le MMV étant transmis comme le MStpV, par *P. maidis*, la résistance à la mosaïque est la résultante de la résistance au virus sensus-stricto, à l'insecte et à la transmission. L'antixénose a été quantifiée (rejet par l'insecte d'une plante ne présentant pas les caractères attractif d'hôte) par l'évolution au cours du temps du nombre moyen d'insectes par plant après l'infestation. La lignée 168-10-1 dans l'essai 1 et la famille E 23 dans l'essai 2 sont les plus résistantes à *P. maidis*. Une résistance à la transmission (caractère à seuil défini dans le rapport annuel 1989) peut être en outre suspectée pour E 23 car le taux de plants virosés est plus élevé à découvert⁽¹⁾ que sous bonnettes, où il augmente de 11,9 % lorsque l'on passe de 15 à 25 insectes par plant (tableau 2)

(1) Insectes pouvant se déplacer donc probabilité d'une piqûre par insecte infectieux plus élevée

Tableau 2 : Importance du taux de plants virosés par le MMV dans 2 essais 42 jours après différents types d'infestations artificielles

Variétés	Essai 1		Essai 2		
	à découvert	Variétés	sous bonnetto		à découvert
			15(2)	25(2)	
SAVOR	98,8 a	SAVOR	88,1 a	95,2 a	100 a
INRA 518	91,8 a	168-10-1	59,5 b	61,9 ab	47,6 c
DÉSIRADE	77,8 a	E 14	44,2 b	42,8 ab	66,7 b
Hi 35	79 a	E 23	30,9 c	45,2 ab	57,1 b
Hi 26	43,2 b	Hi 26	64,3 b	26,2 b	42,8 c
IRAT 297	46,3 b				
168-10-1	37,8 b				

(2) Nombre d'insectes

Une analyse discriminante par regroupement des variétés sur 11 variables permet de répartir les variétés résistantes selon leur origine géographique : d'une part, le matériel d'Hawaï et la variété Désirade des Caraïbes, d'autre part le matériel des Mascareignes. Il serait important de confirmer cette distinction et connaître son origine : type de résistance ou techniques de sélection employées ?

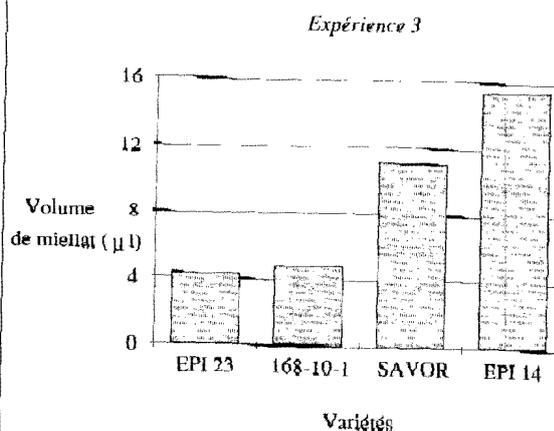
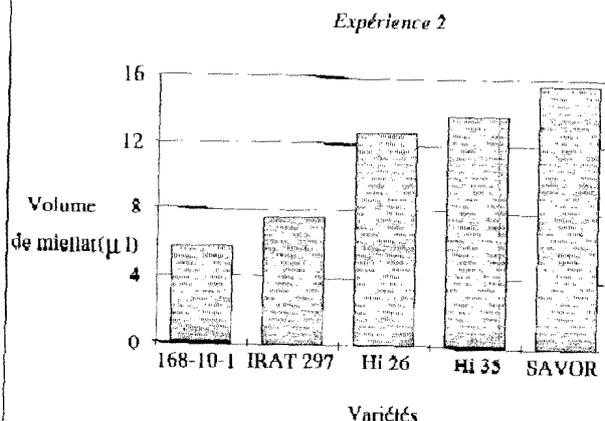
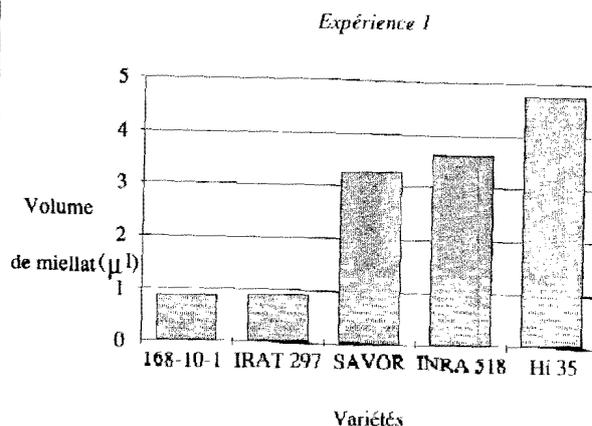
La recherche de critères pour caractériser les mécanismes de la résistance à *P. maidis* et à la transmission du MMV et MStpV a été poursuivie.

Le comportement alimentaire de *P. maidis* dans des sachets de parafilm fixés sur les plantes. Les miellats excrétés par les insectes sont ainsi récupérés et analysés quantitativement et qualitativement (figure 4).

La résistance à *P. maidis* est confirmée dans le matériel local (168-10-1, IRAT 297, E 23) : des quantités faibles de miellats sont produites dans les 3 expériences (60 sachets par variétés) Par contre, la production de miellats sur les lignées d'Hawaï (Hi 35, Hi 26) est comparable à celle sur le maïs doux SAVOR.

Les colorations des miellats effectuées soit à la ninhydrine (révélation de la présence d'acides aminés) soit au vert de bromocresol (indicateur de pH) pour différencier une alimentation dans les tissus du phloème de ceux dans les autres tissus (xylème, parenchyme...) n'ont pas donné de résultats très reproductifs. L'utilisation d'une technique d'électrophysiologie, l'actographie (Electrical penetration graph (EPG)) est envisagée en 1991 pour pouvoir différencier avec précisions les mécanismes de résistance afin d'orienter les travaux de création variétale.

fig 4 : Quantités de miellat produites en 48 h par variétés



□ **BIBLIOGRAPHIE**

- ♦ NEUVEGLISE C., 1990 : Etude des mécanismes de résistance du maïs au Maize Mosaic Virus (MMV) et à son vecteur *Peregrinus maidis* (Ashmead, 1890). DAA protection des cultures, ENSAR, 24 p.
- ♦ RODIER A., 1990 : Contribution à l'étude du déterminisme génétique de la résistance du maïs à trois viroses tropicales. DEA Biologie et Agronomie, Option Amélioration des Plantes, ENSAR, 44 p.
- ♦ REYNAUD B., SAUGER B., 1990 : Partial characterization of the vertical transmission of Maize Stripe Virus (MStpV) by *Peregrinus maidis* (Ashmead, 1890) (Homoptera, Delphacidae) and its possible genetic determinism, Poster présenté au 7th International Auchenorrhyncha Congress and 3rd International Workshop on Leafhoppers and Planthoppers of economic importance. Wooster (Ohio, USA).

PHYTOTECHNIE DES PLANTES MARAICHÈRES

PROGRAMME SOLANÈES

C. HAREL

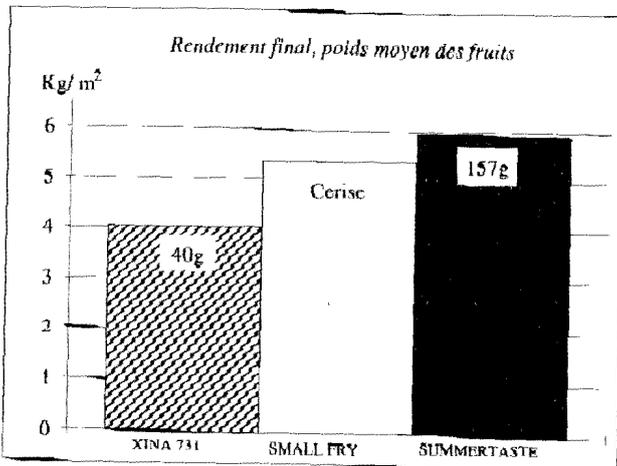
En vue d'améliorer la productivité et la qualité des tomates et aubergines cultivées en plein air, quatre essais ont été conduits en 1990.

Si le screening variétal, afin de rechercher des variétés résistantes au flétrissement bactérien causé par *Pseudomonas solanacearum*, est l'axe principal du programme de Recherche-Développement, l'amélioration des techniques de culture est également une condition importante pour obtenir une mise en marché plus régulière de produits de qualité.

□ ESSAI VARIÉTAL TOMATES DE GROS CALIBRES

La variété FMTT 23, introduite de l'AVRDC avec un rendement de **7.74 Kg/m²** et un poids moyen des fruits de **112 g**, a été supérieure à la variété témoin CARAIBO.

Dans la collection réalisée en 1988, ces variétés avaient présenté une bonne résistance au flétrissement bactérien.



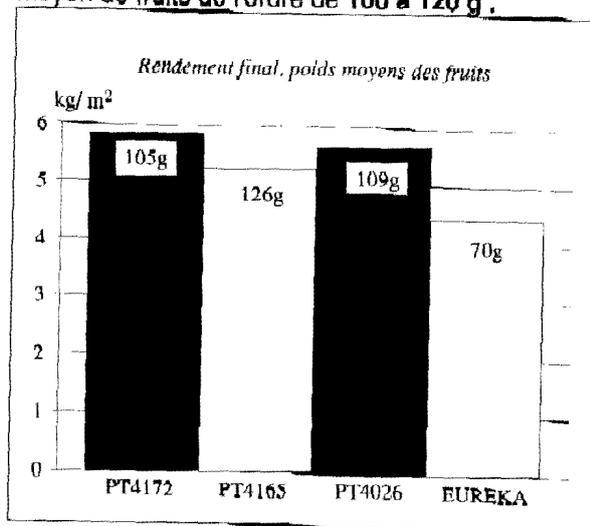
En bordure, la variété SUMMERTASTE (YATES) a également donné de bons résultats avec un poids moyen des fruits de l'ordre de **150 g**.

□ ESSAI VARIÉTAL TOMATES DE PETITS CALIBRES

Peu de recherches génétiques concernant la résistance au flétrissement bactérien sont entreprises sur les variétés de type "Roma".

Outre la variété traditionnelle Eurêka, les variétés XINA (Origine du SENEGAL) semblent présenter un intérêt. Elles possèdent une bonne nouaison pendant la période chaude mais les fruits sont de petits calibres (**40 g**).

Il existe cependant des variétés rondes, introduites de l'AVRDC, qui, conduites à plat donnent des rendements de l'ordre de **5 Kg/m²** avec un poids moyen de fruits de l'ordre de **100 à 120 g**.

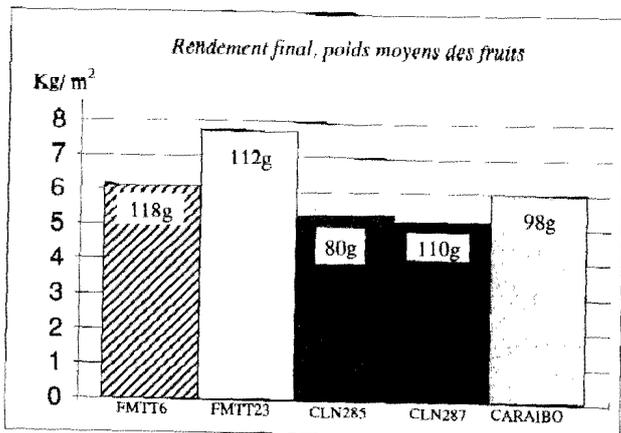


□ COLLECTION VARIÉTALE TOMATES

Vingt et une variétés ont été testées sur trois essais afin de connaître leur comportement sur des terrains préalablement infestés de *Pseudomonas solanacearum* (environ 10⁹ bactéries par mètre carré).

Outre les variétés en cours de sélection à l'AVRDC et à l'INRA, trois variétés commerciales présentent quelques niveaux de tolérance :

- ▲ XINA 731 et 409 TROPICASEM Très petits fruits allongés
- ▲ SUMMERTASTE YATES Gros fruits ronds
- ▲ MAXIM PS PETO



□ **ESSAI VARIÉTAL AUBERGINES**

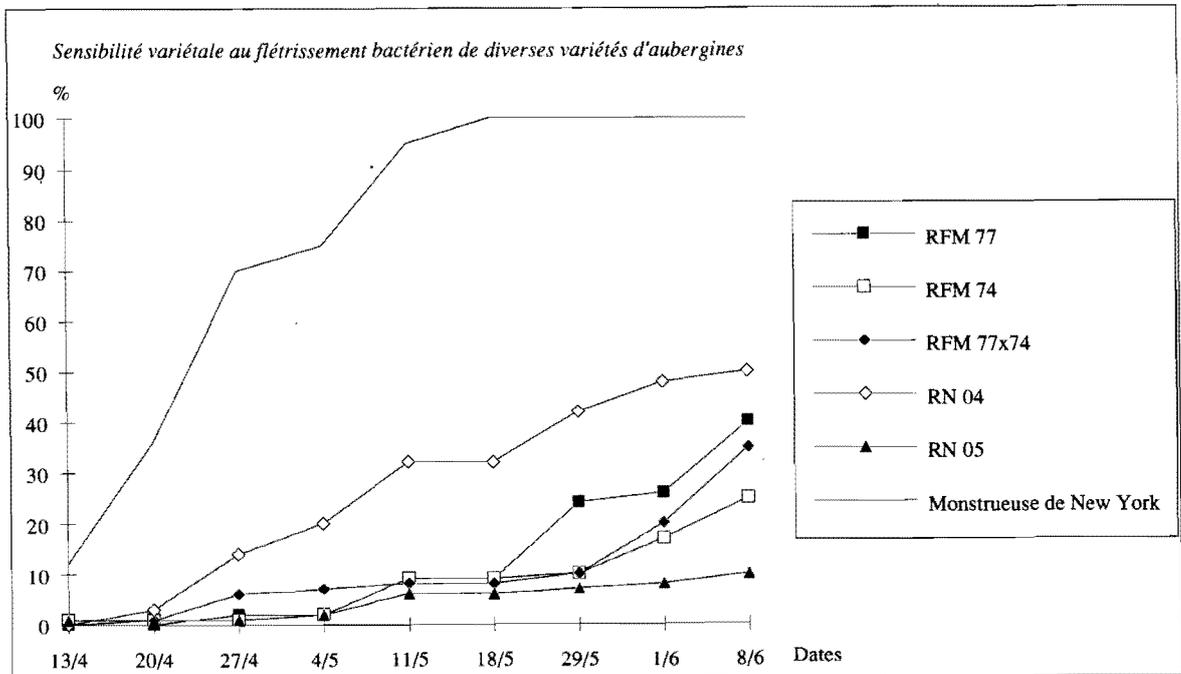
Cinq variétés d'aubergines en cours de sélection à l'INRA de la GUADELOUPE ont été testées vis à vis de leur résistance au *Pseudomonas solanacearum*.

Si aucune de ces variétés présente des fruits acceptables pour le marché réunionnais, quatre d'entre elles ont une bonne résistance au flétrissement bactérien et l'une est également tolérante au *Verticillium dahliae*.

L'utilisation de techniques culturales performantes permet d'augmenter la production de fruits de qualité

qui se valorisent mieux sur les marchés. Outre le choix variétal, il est souhaitable de développer les techniques suivantes :

- ▲ Rotation des cultures,
- ▲ Brise vents,
- ▲ Paillage plastique,
- ▲ Irrigation goutte à goutte,
- ▲ Ferti-irrigation,
- ▲ Traitements phytosanitaires adaptés en respectant les délais d'utilisation.



PROGRAMME ALLIACEES

L'ail et l'oignon sont des cultures traditionnelles du Sud de la REUNION. Ces productions sont actuellement en forte régression du fait des problèmes phytosanitaires et de l'absence ou l'impossibilité de mécanisation. Les coûts de production élevés ont favorisé les importations.

Une telle situation pénalise fortement l'économie agricole de deux communes de la REUNION.

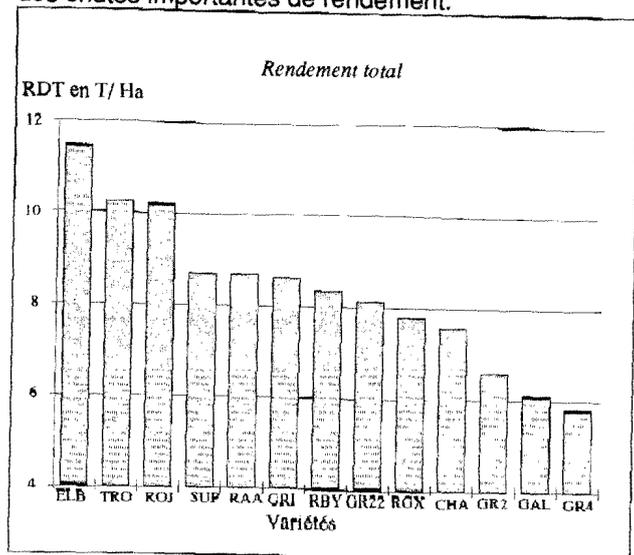
Le maintien de la production d'alliacées à la REUNION nécessite entre autre de :

- ▲ Diversifier les variétés,
- ▲ Améliorer les variétés locales,
- ▲ Améliorer les techniques de culture,
- ▲ Développer la mécanisation.

□ ESSAI VARIETAL OIGNONS

En liaison avec un producteur de semences de la variété locale d'oignons rouges (CHATEAUVIEUX), un essai comportant 13 variétés a été mis en place (6 variétés rouges et 7 variétés jaunes).

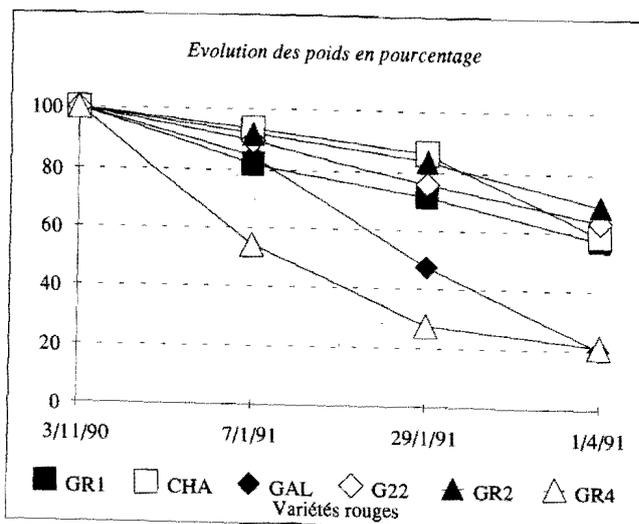
Une maîtrise insuffisante du désherbage a provoqué des chutes importantes de rendement.



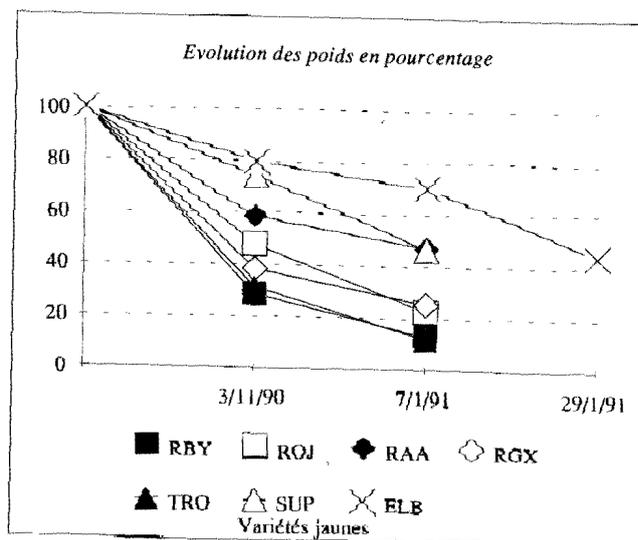
Les variétés jaunes se sont montrées les plus productives, en particulier la variété EARLY LUCKER BROWN avec un rendement de 10.55 t/Ha.

En variété rouge c'est la lignée N°1 de chez Mr GRONDIN qui avec 7.37 t/Ha, a donné les meilleurs résultats.

Les variétés rouges ont présenté une bonne aptitude à la conservation. A l'exception des variétés VIOLET DE GALMI et la lignée N°4 de Mr GRONDIN, le rendement commercialisable est de l'ordre de 70% après plus de 4 mois de conservation.



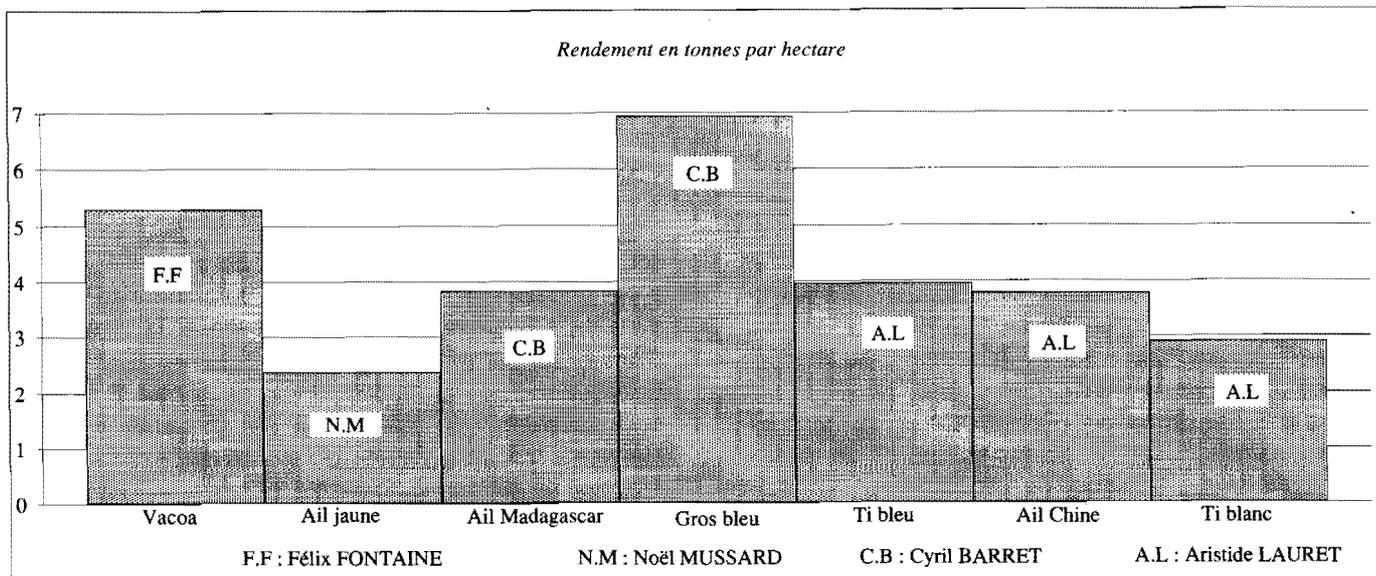
Parmi les variétés jaunes, seule la variété EARLY LUCKER BROWN présente de bons résultats avec 70% de commercialisables après 3 mois de conservation.



□ COLLECTION VARIETALE D'AULX

Deux actions ont été conduites:

- ▲ Des caïeux de la variété VACOA ont été adressés à l'INRA de MONTFAVET pour effectuer une régénération par la technique de culture *in vitro*. A partir de ces bulbes indemnes de maladies, un schéma de multiplication pourrait être mis en place en liaison avec les adhérents du groupement de producteurs de semences de la REUNION.
- ▲ Une prospection a été réalisée chez plusieurs producteurs du Sud de la REUNION. Les variétés suivantes ont été retenues:



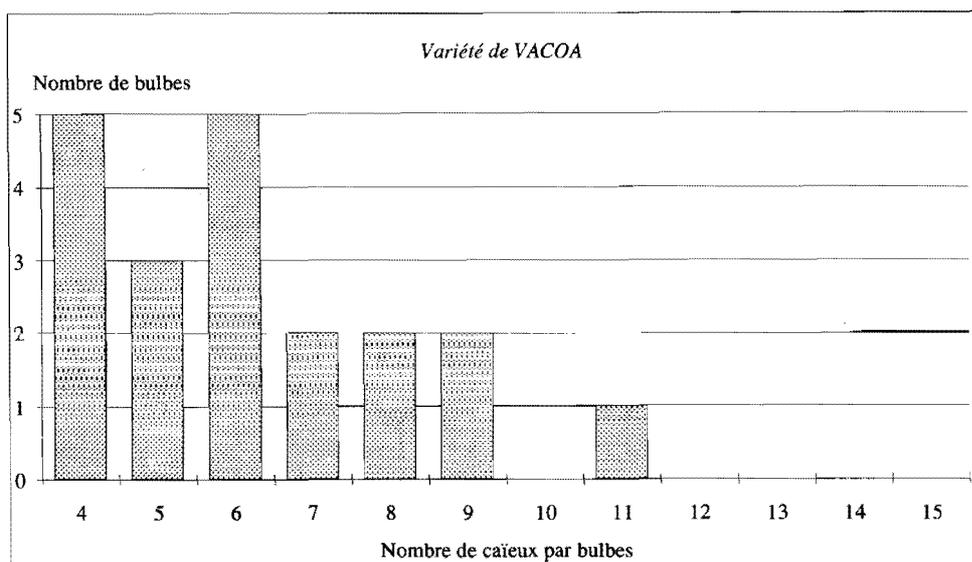
- * VACOA
- * AIL JAUNE
- * AIL MADAGASCAR
- * GROS BLEU
- * JAMAIQUE
- * AIL CHINE
- * TI VACOA
- * TI BLANC
- * TI BLANC
- * TI BLEU

La non maîtrise de l'enherbement a fortement diminué les rendements.

C'est la variété GROS BLEU qui a donné les meilleurs

résultats avec des rendements de 5 à 7 t/ha en fonction des origines.

La variété VACOA originaire de chez Mr FELIX FONTAINE présente la meilleure homogénéité avec un faible nombre de gros caïeux par bulbe (généralement 4 à 6 caïeux de 4g environ par bulbe).



PHYTOBACTERIOLOGIE DES PLANTES MARAICHES ET VIVRIERES

J.-C. GIRARD

Trois groupes de maladies bactériennes des plantes maraichères et vivrières ont fait l'objet de travaux de recherche en 1991 :

- ▲ Le flétrissement bactérien des Solanacées (*Pseudomonas solanacearum*) ;
- ▲ Les graisses du haricot (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* et *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) ;
- ▲ Un dépérissement de l'ail, associé à divers *Pseudomonas* du groupe "fluorescens".

D'autres phyto bactérioses ont été repérées et identifiées, mais n'ont pas donné lieu à des travaux de recherche particuliers : moucheture de la tomate (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*), galle bactérienne de la tomate (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*), chancre bactérien de la tomate (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*). Signalons que c'est la première fois que cette dernière maladie, qui peut provoquer un flétrissement grave, est identifiée à la Réunion.

□ LE FLETRISSEMENT BACTERIEN DES SOLANACEES

Cette maladie ayant déjà fait l'objet de recherches depuis plusieurs années à la Réunion, la priorité a été donnée, en 1990, à d'autres maladies bactériennes. Toutefois les travaux se sont poursuivis en certains domaines :

- ▲ La recherche de variétés de tomates et d'aubergines tolérantes à la maladie adaptées aux conditions de la Réunion et aux besoins du marché local (voir programme de phytotechnie du maraîchage) ;
- ▲ L'étude du facteur température sur les relations entre la race 1/biovar III, dominante dans les Bas et la race 3/biovar II, présente sur pomme de terre à la Plaine des Cafres. L'intérêt de ce travail est d'évaluer les risques d'une extension de la race 3 à d'autres régions de l'île. De premiers résultats -qui demandent à être confirmés- indiquent que les deux races peuvent cohabiter et infecter des plants de tomates concurrentement à une température de 22-23 °C.

Signalons que des plantes-hôtes nouvelles dans l'île ont été repérées, la plus inattendue étant le faux poivrier *Schinus terebenthifolius*.

Deux missions d'appui, l'une au Burkina Faso, l'autre à Madagascar, ont eu *Pseudomonas solanacearum* pour principal objet. Au Burkina Faso, il s'agissait de conseiller un jeune phytopathologiste pour entreprendre l'étude de *P. solanacearum* sur tomates et aubergines. A Madagascar, une collection de

souches de cette bactérie a été isolée et caractérisée après une prospection sur parcelles de pomme de terre dans le Massif de l'Ankaratra et dans la région d'Antsirabé.

Enfin, un exposé sur la découverte de la race 3 de *P. solanacearum* à la Réunion a été présenté à l'île Maurice, lors de la 2ème Conférence de l'Association Africaine de la Pomme de terre.

□ LES GRAISSES DU HARICOT

Cette nouvelle action de recherche a été initiée dans le but de répondre à une demande de semences de base de haricot (notamment de la variété locale très appréciée "Marla") exempte de graisses. En effet, les agriculteurs membres du Syndicat Réunionnais des Producteurs de Semences éprouvent de grosses difficultés à produire des graines de haricot qui puissent être garanties indemnes de graisses. Ces maladies sont transmises de manière très efficace par les semences et l'on peut penser que l'origine de leurs déboires réside essentiellement dans le fait qu'ils ne disposent pas de semences de base irréprochables sur le plan phytosanitaire. L'IRAT a donc été chargé de produire ces dernières.

Au moins quatre bactérioses graves du haricot sont susceptibles d'être transmises par les semences, mais seules deux d'entre-elles ont été identifiées avec certitude à la Réunion : *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (graisse à halo) et *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (graisse commune).

Dans le but d'obtenir des semences de base de haricot "Marla" exemptes de graisses, deux lots de graines préalablement triées ont été semés et cultivés dans des conditions assurant le maximum de garanties sur le plan phytosanitaire : traitement du sol à la vapeur, éloignement de toute culture de haricot, présence de brise-vents, culture en saison sèche sous irrigation au goutte à goutte, pulvérisation de composés cupriques. Parallèlement, un suivi régulier des populations épiphyllées de bactéries a été réalisé de façon à pouvoir éliminer toute microparcelle comprenant des plants porteurs des agents de la graisse commune ou de la graisse à halo avant que les maladies ne se déclarent. Malgré toutes ces précautions, l'une des parcelles de multiplication a produit des graines qui se sont révélées porteuses de *P. syringae* pv. *phaseolicola*. Il est donc nécessaire de reprendre ce travail en utilisant des techniques permettant d'abaisser le seuil de détection des bactéries phytopathogènes.

□ MALADIE DE L'AIL ASSOCIEE A CERTAINS *PSEUDOMONAS* DU GROUPE *FLUORESCENS*

Depuis quelques années, une maladie de l'ail se manifestant par des lésions des gaines foliaires pouvant, dans les cas graves, conduire à une pourriture de l'ensemble de la plante, se rencontre de façon sporadique à la Réunion. Plusieurs bactéries possédant la propriété de produire une réaction d'hypersensibilité sur feuille de tabac, c'est-à-dire susceptibles d'avoir un pouvoir pathogène, ont pu être isolées de plants d'ail malades : *Pseudomonas fluorescens* de biovar 1, *Pseudomonas fluorescens* de biovar 5 et des *Pseudomonas* spp. non fluorescents. Un *P. fluorescens* de biovar 1 occasionne dans le Sud-Ouest de la France, une maladie appelée "Café au lait de l'ail". *P. fluorescens* de biovar 5 n'est pas connu comme pouvant s'attaquer à l'ail. Certains *Pseudomonas* non fluorescents peuvent être associés à des pourritures de l'oignon (très proche de l'ail sur le plan botanique), mais nous n'avons pas exploré cette dernière voie compte tenu du faible nombre d'isolats entrant dans cette catégorie.

Des expériences d'inoculation artificielle ont montré que les souches de *P. fluorescens* de biovar 1 n'étaient pas ou étaient faiblement pathogènes sur l'ail. Par ailleurs elles diffèrent du *P. fluorescens* agent du café au lait par quelques propriétés biochimiques ainsi que sur le plan sérologique. En revanche certaines souches de *P. fluorescens* de biovar 5 se sont révélées

très pathogènes sur l'ail. L'étude de plus de 80 propriétés biochimiques a montré qu'elles étaient, pour la plupart, identiques à une bactérie pouvant attaquer le riz et quelques autres graminées : *Pseudomonas fuscovaginae*. Ces souches sont par ailleurs capables de provoquer des symptômes sur maïs et sur riz similaires à ceux de *P. fuscovaginae*. Bien qu'elles n'aient pas réagi positivement lorsqu'elles ont été confrontées à deux sérums anti-*P. fuscovaginae*, on peut penser qu'elles sont très proches du *P. fuscovaginae* compte tenu de la similitude de la plupart des autres caractères.

□ RAPPORTS

- ♦ GIRARD J.-C., 1990 : Bacterial wilt of potato in Reunion Island : detection of race 3 of *Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith - in Workshop on the production, post-harvest technology and utilization of potato in the warm tropics. 2nd triennial meeting and conference of the African Potato Association - Mauritius 23-27 July 1990 (Abstracts) : 16.
- ♦ NICOLE J.-F., 1990 : Etudes de souches de *Pseudomonas fluorescens* des biovars 1 et 5 pathogènes de l'ail isolées à la Réunion. Mémoire de maîtrise de Chimie et de Biologie Végétale de l'Université de la Réunion. 44 p + annexes 11 p.
- ♦ VILLEPOU C., 1991 : Etude bibliographique des graisses du haricot. Mise en place d'un projet de production de semences de qualité de haricot à la Réunion. Mémoire de fin d'étude de l'I.S.A.B. 67 p + annexes 12 p.

VIROLOGIE DES CUCURBITACEES

B. REYNAUD

Les cultures de Cucurbitacées sont largement répandues à la REUNION où elles sont cultivées toute l'année.

Ces facteurs sont extrêmement favorables à la prolifération de viroses qui, sur certaines espèces, ont une faible incidence économique (margoze), mais peuvent se révéler dévastatrices dès que l'on veut introduire et développer la culture d'autres espèces (melon, pastèque).

La culture du melon de type charentais, s'est fortement développée en 1990. Des dégâts importants liés à la présence de virus sont apparus sur l'ensemble des parcelles. Ces virus sont transmis par pucerons (*Aphis gossypii* principalement) selon le mode non persistant et on une incidence notable sur les rendements et la qualité des productions de melons. Il s'agit par ordre d'importance de:

- ▲ Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV-RE)⁽¹⁾ ;
- ▲ Papaya ring spot virus (PRSV, ex WMV1) ;
- ▲ Cucumber mosaic virus (CMV) ;

Les mesures prophylactiques⁽²⁾ ne suffisant pas à limiter les problèmes de viroses, il convient de s'orienter vers la recherche de variétés résistantes aux vecteurs et/ou aux virus.

Dans le cadre d'une collaboration entre l'INRA de Montfavet et l'IRAT Réunion, un essai variétal de melons charentais, résistants au ZYMV et à *Aphis gossypii*, a été mis en place à la REUNION.

Cet essai de 660 m² à 8 répétitions a permis de comparer six variétés expérimentales (ZUMO 1,2, ZOR 1,2,3,4) à 2 témoins (Védraçais et Jet) et à la lignée PI 414723 donneuse de résistance.

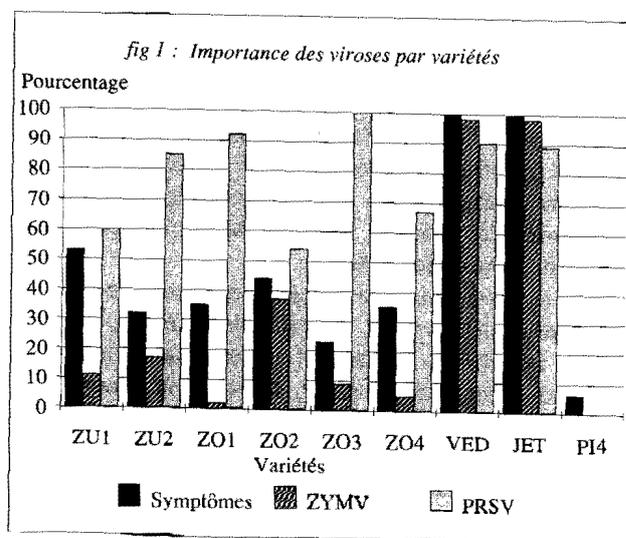
Tableau 1 : Rendements de melons par variété

Variétés	Rendements T/ha (melons consommables)	Rendements T/ha (commercialisables)
ZU1	20.0 ab(3)	8.9
ZO1	16.7 ab	5.5
ZO4	16.3 ab	8.5
ZO3	15.4 abc	5.3
ZU2	13.7 abcd	7.6
ZO2	12.7 bcd	7.9
PI4	10.8 bcd	9.8
VED	7.2 cd	5.3
JET	6.2 d	2.9

Les témoins, Védraçais et Jet, ont été fortement affectés par les viroses; les autres variétés testées l'ont

été beaucoup moins avec cependant l'apparition de très légers symptômes.

Sur un total de 457 échantillons analysés en DAS ELISA, 143 se sont révélés positifs pour le ZYMV-RE, 324 pour le PRSV et aucun pour le CMV. Le ZYMV et le PRSV sont présents en complexe dans seulement 16% des cas (figure 1).



Le matériel végétal testé est donc globalement résistant aux deux principales viroses présentes à la REUNION sur cucurbitacées : le ZYMV et le PRSV. la souche de ZYMV de la REUNION, bien que distincte par ses propriétés sérologiques et biologiques, présente une agressivité identique à celle des souches communes, comme le montre la non infection de la lignée PI 414723.

L'importance des symptômes varie en fonction des virus présents et des variétés résistantes.

▲ Pour le PRSV, seulement 50% des plants atteints présentent des symptômes.

▲ Le ZYMV, seul ou en complexe, provoque dans plus de 75% des cas des symptômes.

Les plants de ZU1, ZO4, et ZO2 comportent une majorité de plants virosés avec des symptômes. Par contre de nombreux plants des variétés ZU2 et ZO3 qui se révèlent positifs en ELISA (particulièrement pour le PRSV) n'extériorisent aucun symptôme sur les apex.

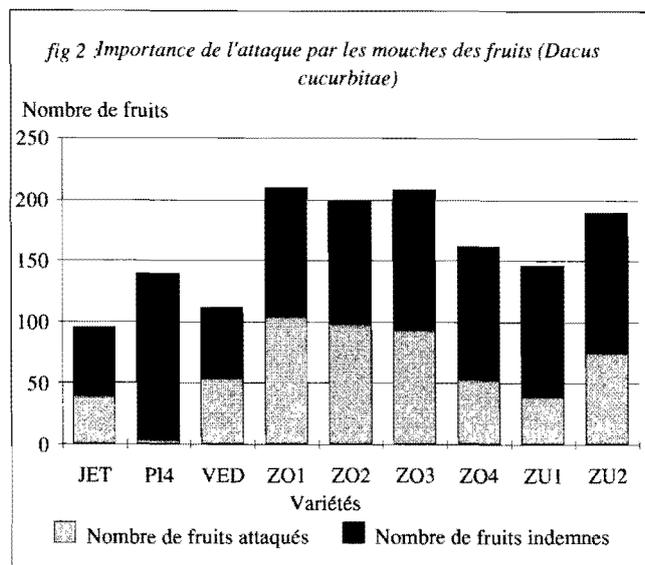
(1) Souche de ZYMV spécifique de la Réunion

(2) Lutte aphicide, protection des pépinières, destruction des plantes réservoirs etc...

(3) Test de NEWMAN-KEULS seuil de 5 %

La résistance aux pucerons est excellente. Les deux traitements aphicides appliqués ne se sont justifiés que pour pouvoir amener les variétés témoins aux stades de récolte.

Les rendements obtenus, d'environ 20T/ha, par certaines variétés résistantes sont relativement bons et bien supérieurs à ceux des témoins Jet et Vedrantaïs (tableau 1) ; ceci malgré les très forts dégâts causés par *Dacus cucurbitae* (figure 2).



Les dégâts, faibles sur quelques variétés (ZU1 et ZO4) et inexistant sur la lignée PI 414723, montrent l'intérêt

de ces géniteurs car les mouches des fruits sont l'une des contraintes majeures au développement de la culture du melon à la REUNION.

Les fruits des variétés résistantes sont d'une belle présentation, par contre leur qualité gustative reste moyenne (tableau 2).

Tableau 2 : Aspects qualitatifs des fruits par variété

Variétés	Parfum	Goût	Consistance	Couleur	Peau	Cavité centrale
JET	Moyen	Moyen	Ferme	Orange	Epaisse	44%
VED	Moyen	Moyen	Tendre	Orange	Mince	50%
ZO1	Moyen	Moyen	Ferme	Orange	Mince	50%
ZO2	Prononcé	Bon	Ferme	Orange foncé	Très épaisse	48%
ZO3	Faible	Bon	Ferme	Orange	Mince	54%
ZO4	Prononcé	Mauvais	Farine	Orange pâle	Epaisse	46%
ZU1	Prononcé	Mauvais	Ferme	Orange pâle	Epaisse	50%
ZU2	Prononcé	Moyen	Ferme	Orange foncé	Mince	47%

Quelques variétés présentent un potentiel certain. les variétés ZO2, ZU2, ZO3 sont les plus prometteuses par la qualité des fruits, leur degré de résistance et leurs niveaux de rendements.

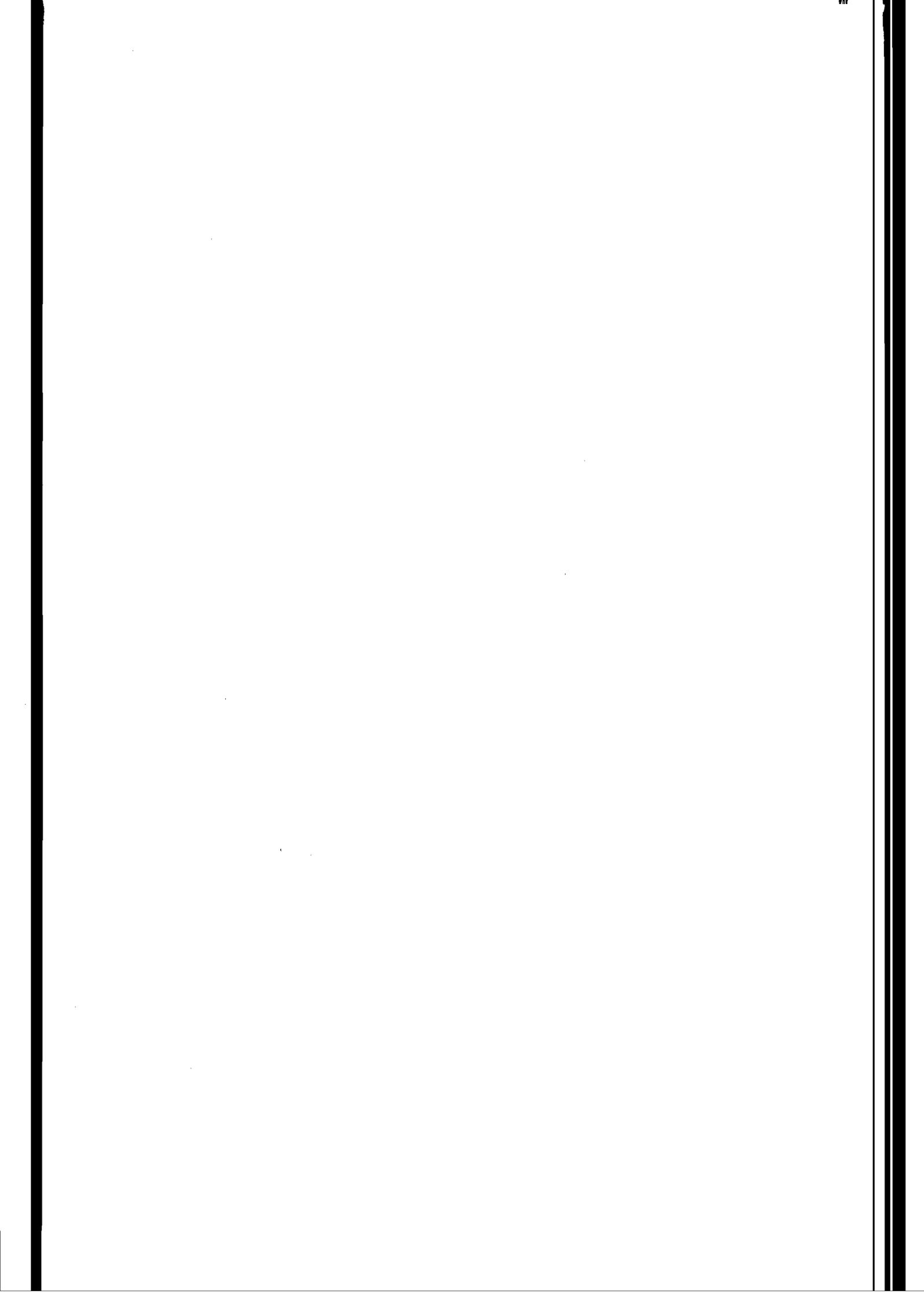
Par contre, dans nos conditions de culture, les variétés ZU1 (fruits de gros calibre) et ZO4 se sont avérées plus décevantes du fait, essentiellement, de leurs mauvaises qualités gustatives.

Les résultats de ce premier essai sont très encourageants et laissent espérer l'obtention dans un proche avenir de variétés commercialisables répondant à la demande locale.

PLANTES A PARFUM

ET

SYSTEMES DE CULTURES



LES PLANTES AROMATIQUES ET A PARFUM

F.-E. DEMARNE

L'activité du service des plantes aromatiques reste centrée sur le programme de génétique des *Pelargonium* à parfum qui poursuit normalement ses objectifs de connaissance et d'amélioration variétale du "Géranium rosat". Le service poursuit simultanément l'étude des caractères des essences des *Pelargonium* aromatiques avec leur transmission dans les générations successives, et la création et l'évaluation de nouveaux hybrides.

En 1990, nous avons avancé l'étude analytique des huiles essentielles de trois nouvelles espèces intéressantes pour la qualité de leurs huiles essentielles, à savoir *Pelargonium hispidum*, *P. crispum*, et *P. citronellum*.

En matière de création et de sélection, les hybrides 295/85, 303/85, et 307/85 semblent confirmer leurs potentialités agronomiques et terminent les dernières épreuves de sélection. Les hybrides créés en 1989 ont été mis en parcelles pour les premières observations de leur comportement. Par ailleurs, plus de 500 nouveaux hybrides ont été créés.

Parallèlement à ces études, le service des plantes aromatiques a concrétisé 3 actions de recherche-développement-formation, en collaboration avec des partenaires locaux.

□ LES MINI-BOUTURES DE "GERANIUM"

A La Réunion, le "géranium rosat" est normalement propagé par boutures. Les agriculteurs mettent en terre de longues tiges feuillues (30 à 40 cm), plus ou moins lignifiées, directement prélevées sur des plants en production dans un champ voisin. Dans le meilleur des cas, ces boutures sont fanées à l'ombre et au frais pendant une dizaine de jours ("mises en nourrice"), avant d'être plantées directement au champ. Au moment de la plantation les agriculteurs pratiquent de plus en plus souvent un hormonage de la base des boutures, par trempage rapide dans un mélange d'acide indole-butyrique (AIB) et de captane. Dans ces conditions, le taux de reprise des boutures varie énormément (de 40 à 80 %), en fonction de l'état physiologique et sanitaire des boutures, de la saison de plantation, et de l'alimentation en eau pendant le premier mois qui suit la mise en terre.

Pour remédier de façon simple aux taux de reprise insuffisants, et au mauvais contrôle de l'état sanitaire des pieds-mères et des boutures, l'IRAT a expérimenté et divulgué avec le concours de la Coopérative Agricole des Huiles Essentielles de Bourbon (CAHEB),

une technique de propagation du "géranium rosat" qui s'appuie sur la mise en place de pépinières rustiques chez les agriculteurs, et assure la production de jeunes plants racinés.

Des mini-boutures (8 à 10 cm), sont prélevées sur les parties sommitales de pieds-mères en bonne santé, cultivés à cet effet dans des parcelles réservées. A l'exception des 2 jeunes feuilles qui entourent le bourgeon terminal, on retire toutes les feuilles, qui seront normalement distillées. La base de ces boutures, est sectionnée en biseau au-dessous d'un noeud, et subit l'hormonage classique à base d'AIB et de captane. Ces boutures sont ensuite plantées à "touche-touche" (550 boutures/m²) dans des fosses ou dans des cuves drainées, contenant un mélange léger à base de terre, de sable, et de fumier de "géranium" bien décomposé (compost des résidus de la distillation). Ces boutures sont arrosées tous les jours pendant 5 minutes par une irrigation de type brouillard. Au bout de 6 semaines, on obtient de jeunes plants avec un système racinaire suffisamment développé qui autorise la transplantation au champ dans de bonnes conditions.

Les avantages d'une telle technique sont multiples :

- ▲ Seuls les jeunes plants en bonne santé sont repiqués en culture, et dans ces conditions, le taux de reprise observé avoisine les 100 %. Il s'en suit une très bonne densité au champ dès la plantation, avec un travail ultérieur de remplacement des manquants considérablement réduit, voire inutile la première année.
- ▲ La croissance des jeunes plantes est beaucoup plus rapide, et la première récolte peut intervenir dès 4 mois après la mise en terre.
- ▲ L'architecture des plantes est améliorée ; les mini-boutures se ramifient très bas, et développent des touffes compactes et très branchues. A la première récolte, la taille de formation des plants revêt une importance moindre que dans la plantation traditionnelle.
- ▲ La mise en place de pépinières permet de prévoir et de régulariser la disponibilité en boutures sur l'exploitation. Les bacs ou les fosses de bouturage sont faciles à protéger à moindres frais, ce qui permet de diminuer le risque cyclonique. Une replantation rapide des champs peut intervenir dès la fin de la saison des pluies, avec des boutures de bonne qualité qui auront été préparées 2 mois plus tôt.

▲ L'impact du prélèvement de boutures sur la production en huile essentielle est réduit. Il est possible de distiller les feuilles des tiges utilisées pour faire les boutures. Une bonne organisation des chantiers permet même de préparer les boutures à l'alambic, avant de distiller le reste de la matière verte.

▲ A court terme, et dans les exploitations où la topographie le permet, cette solution autorise la mécanisation totale des opérations de plantation.

Il est à noter que, grâce à l'intervention de la CAHEB qui produit désormais des boutures pour ses adhérents, la technique tend à se vulgariser rapidement, surtout dans le sud de l'île.

□ L'HUILE ESSENTIELLE DE COMBAVA.

Le combava (*Citrus Hystrix* A. P. De Candolle) est un agrume très prisé par la cuisine réunionnaise qui utilise tout à la fois l'arôme de ses feuilles et celui de son zeste. Les travaux de l'IRFA permettent aujourd'hui de disposer d'arbres qui tolèrent le virus de la Tristeza, et peuvent faire l'objet de vergers à La Réunion.

En collaboration avec le laboratoire d'Agrochimie de l'Université, nous avons étudié les composants aromatiques des huiles essentielles et de divers extraits de zestes et de feuilles de combava, pour mieux cerner une utilisation possible de ces produits en aromatisation alimentaire.

Cette étude révèle que les extraits de combava sont complexes et renferment plus de 100 produits. Elle met aussi en évidence des différences de composition importantes, d'une part, entre les produits extraits des feuilles et ceux extraits des zestes, et d'autre part, entre les produits obtenus à partir de combava de La Réunion, de Thaïlande¹ ou des Philippines², et ceux obtenus sur des combavas de Madagascar³.

Pour ce qui concerne les combavas de La Réunion, les produits extraits des feuilles renferment surtout du (l)-citronellal (85 à 90 %) et du linalol (4 à 6 %). Par contre, les produits extraits des zestes sont beaucoup plus riches et beaucoup plus aromatiques et renferment notamment du β-pinène (15 à 25 %), du sabinène (12 à 18 %), du limonène (4 à 6 %), du linalol (4 à 6 %), et du (l)-citronellal (22 à 33 %).

Quant aux différences avec les produits obtenus dans les autres pays producteurs, elles apparaissent surtout au niveau de la teneur en (l)-citronellal des huiles essentielles de zeste ; les pourcentages observés dans

les huiles de zeste de combava de Madagascar (de 3 à 7 %) sont notablement inférieurs à ceux relevés dans les huiles essentielles de zeste des autres provenances qui varient de 17 à 33 %.

□ LA FORMATION AUX CULTURES IN VITRO

Le secteur de l'horticulture florale réunionnaise amorce aujourd'hui une nouvelle étape avec l'émergence de quelques entreprises importantes, structurées et très professionnelles, qui exploitent des créneaux bien ciblés. Des besoins nouveaux apparaissent, pour satisfaire en particulier la demande en plantes de qualité régulière, destinées, soit à la vente directe, soit à la production en masse de fleurs coupées.

Les techniques de multiplication *in vitro* répondent en grande partie à ces préoccupations. Mais la plupart des entreprises horticoles locales ne dispose ni des compétences ni des laboratoires indispensables à la mise en oeuvre de ces techniques ; elles doivent encore sous-traiter la production des jeunes plants à des entreprises métropolitaines, avec comme corollaire un certain nombre d'inconvénients majeurs (délais, quantités, fret, protection des obtentions, prix de revient...).

Ainsi, l'entreprise Réunion-Fleurs produit et commercialise des hibiscus et des orchidées. En s'appuyant sur une collection importante d'espèces sauvages d'orchidées, elle réalise même ses propres hybridations, et produit de nouvelles variétés. Compte tenu des volumes de plantes traitées, il est intéressant de réaliser localement les semis et la multiplication des plantes nécessaires au fonctionnement de l'exploitation.

En obtenant l'aide de l'Etat et de la Région au travers une convention CORTECHS, l'entreprise Réunion-Fleurs nous a demandé d'assurer, sur un an, la formation de sa technicienne supérieure aux techniques *in vitro*.

Cette formation a été menée à bien pour l'ensemble des techniques de culture *in vitro* appliquées aux orchidées (semis, repiquage, culture de bourgeons, culture de méristèmes, sevrage), et a abouti à la production de plusieurs dizaines de milliers de jeunes plantes. L'appui de l'IRAT s'est normalement étendu à la conception et l'ingénierie du futur laboratoire de l'entreprise.

(1) Sato & al., 1990. J. Ess. Oil Res., 2(4).

(2) Tanchino & al., 1933. Philippines J. Sci., 52.

(3) Moreuil & al., 1973. Fruits, 26(10).

Pierribatesti, 1982. Thèse d'Etat, Univ. Aix-Marseille.

□ PUBLICATIONS

- ♦ DEMARNE F.-E., Van der Walt J.J.A., 1990 : *Pelargonium tomentosum*, a potential source of peppermint-scented essential oil. *In* South Afr. J. of Plant and Soil, 7(1) : 36-39.
- ♦ DEMARNE F.-E., 1990 : Essential oils in *Pelargonium*, sect. *Pelargonium*. *In* Proc. 1st Int. *Geraniaceae* Symp., Stellenbosch (RSA) : 245-268.
- ♦ DEMARNE F.-E., Michellon R., 1990 : Mise en place de la culture de "géranium", bouturage et plantation. *In* Manuel des Techniciens du Géranium : 14 p.
- ♦ DEMARNE F.-E., Roque C., Pieribattesti J.-C., Wajda-Dubos J.-P., 1990 : Etude analytique des huiles essentielles de zeste et de feuille du combava de La Réunion (*Citrus hystix*). Cong. Int. Huiles Essentielles de Digne.

□ NOTES

- ♦ DEMARNE F.-E., 1990 : Le "Géranium rosat" : Histoire de la culture, Botanique et Systématique. Doc. Cirad-Irat-Réunion : 3 p.
- ♦ DEMARNE F.-E., 1990 : Le Bouturage du "Géranium rosat". Doc. Cirad-Irat-Réunion : 4 p.
- ♦ DEMARNE F.-E., 1990 : Les opérations de récolte du "Géranium rosat". Doc. Cirad-Irat-Réunion : 5 p.
- ♦ DEMARNE F.-E., 1990 : La distillation du "Géranium rosat". Doc. Cirad-Irat-Réunion : 5 p.
- ♦ DEMARNE F.-E., 1990 : La qualité Bourbon des huiles essentielles de La Réunion. Doc. Cirad-Irat-Réunion : 2 p.

□ COLLOQUES

- ♦ Septembre 1990 : Participation au Congrès de Digne (présentation d'un poster)
- ♦ Octobre 1990 : Participation au 1er Symposium International sur les *Geraniaceae* en Afrique du Sud (présentation d'une conférence).

PLANTES DE COUVERTURE ET TRAVAIL MINIMUM DU SOL

EN ZONE GERANIUM

R.MICHELLON

□ LES OBJECTIFS

L'intervention de la recherche agronomique dans les Hauts de l'Ouest s'inscrit dans le cadre des orientations du Plan d'Aménagement des Hauts et de la politique de coopération régionale.

Les programmes concernent en effet la protection de l'environnement, dans le domaine de la défense et restauration des sols, et le développement agricole de la zone grâce à l'augmentation de la production d'essence de géranium et à la diversification des cultures.

Localement, le système traditionnel itinérant, après jachère arborée, s'est marginalisé et les surfaces cultivées se sont sédentarisées progressivement, sans changement d'itinéraire technique jusqu'à une époque récente.

Avec l'abandon de la jachère, la restauration de la fertilité par l'*Acacia* n'est plus assurée. Après quelques années, la monoculture entraîne une baisse de rendement liée à l'appauvrissement des sols, en l'absence de lutte antiérosive et de restitutions suffisantes, la prolifération des adventices et des dépérissements du géranium. Les temps de travaux et en particulier de sarclage, sont tels que la main d'œuvre n'est plus suffisamment valorisée.

Des systèmes de culture diversifiés à base de géranium ont été mis au point avec les agriculteurs, formateurs de l'A.P.R. (Association pour la Promotion en milieu Rural) et conseillers agricoles. Ces systèmes, susceptibles de se pérenniser, qui permettent de stabiliser et d'améliorer les revenus agricoles, sont en cours de diffusion. L'apport récent des techniques associant couverture permanente et travail minimum du sol, adaptées à partir du Brésil et étudiées aussi à Madagascar, permet d'enrichir rapidement ces propositions.

□ DISPOSITIF D'ETUDE

Les études sont réalisées par comparaison de systèmes de culture intensifs, en sol nu (actuellement diffusés) et avec couverture. Ils comportent du géranium avec intercalaire et en culture pure, ainsi que des productions maraîchères ou vivrières (haricot, tomate, maïs, ...), et plus récemment fourragères, en rotation.

Trois situations caractéristiques ont été choisies :

▲ Après jachère d'*Acacia decurrens*,

▲ Sol érodé après monoculture du géranium,

▲ Sol non dégradé après canne à sucre.

Lors de la mise en place, les résidus de la défriche ou de la culture précédente détruite au glyphosate (adventices, cannes et ses pailles, ...) sont soit mis en andains (cordons antiérosifs), soit conservés en place pour constituer une première couverture morte. Des plantes destinées à renouveler cette couverture (graminées ou légumineuses) sont ensuite introduites progressivement.

L'intérêt de ces techniques nous a conduit en 1990 à étendre leur étude grâce à un dispositif plus complet, financé par le Ministère de la Recherche et de la Technologie. Il permettra de mieux associer l'élevage aux cultures et de s'affranchir des accidents climatiques grâce à un embocquement de parcelles.

□ APPORT DES COUVERTURES MORTES AUX PROPOSITIONS ACTUELLES

En sol nu, la fertilité du sol peut être restaurée progressivement grâce à des apports réguliers de matière organique et maintenance par des aménagements antiérosifs. La conservation des résidus de végétation assure une protection antiérosive plus efficace et accroît les restitutions de matière organique, stimulant ainsi l'activité microbienne du sol. La couverture morte conduit aussi à une amélioration de l'humidité du sol et à des modifications du développement de la faune (ver blanc, ...).

Elle permet généralement d'accroître le rendement des cultures comparées aussi bien des vivrières et maraîchères que du géranium.

De plus, la productivité du travail est améliorée grâce à la réduction de la prolifération des adventices, limitant ainsi les sarclages. Pour les semis, le recours à des cannes planteuses permet de réduire très sensiblement les temps de travaux.

□ MISE AU POINT DES TECHNIQUES AVEC COUVERTURE VIVE

Cette couverture qui se décompose progressivement doit être renouvelée pour ne pas perdre ses effets bénéfiques, soit en introduisant une plante adaptée dans les rotations annuelles multiples (*Desmodium*, avoine, ...), soit en conservant une plante pérenne compatible avec les cultures mises en place.

L'orientation de nombreuses exploitations de polyculture de la zone vers un élevage complémentaire pour disposer de fumier conduit à étudier des associations avec des plantes fourragères.

La rusticité et l'agressivité du Kikuyu, *Pennisetum clandestinum*, ont amené sa quasi-généralisation dans les pâturages d'altitude. Son intérêt comme plante de couverture a été mis en évidence dans des tests préliminaires : le développement du géranium bouturé dans une prairie installée apparaît alors nettement amélioré par rapport à un sol nu.

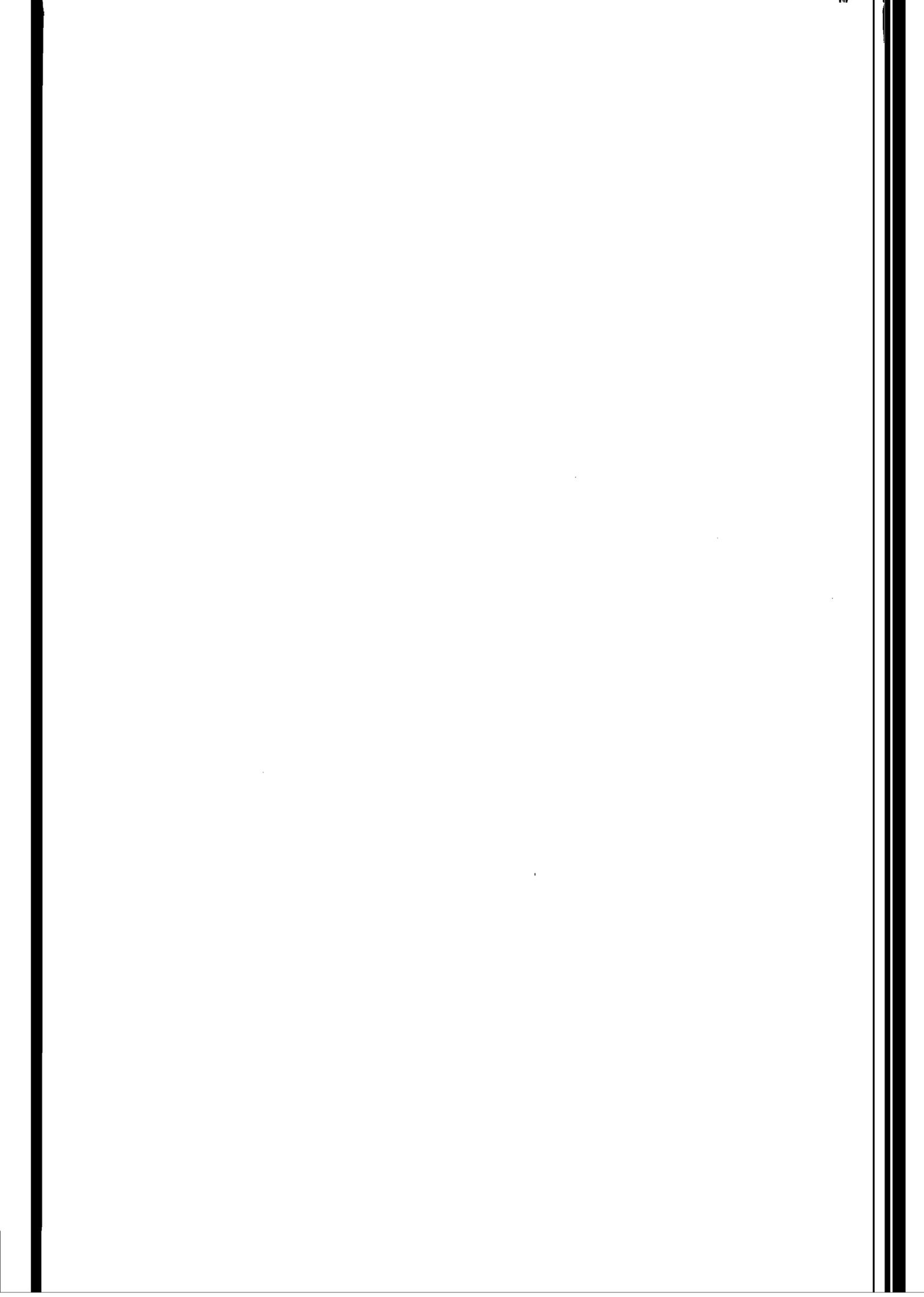
Par contre la mise en place du Kikuyu dans une plantation de géranium réalisée pour disposer plus rapidement de références peut conduire à une forte concurrence pendant sa période d'installation. Il apparaît donc impératif d'implanter la culture dans la couverture installée. Le Kikuyu peut alors être maîtrisé par des applications régulières et à très faible dose de Fluarifop-p-butyl (Fusilade x2 à raison de 0,25 l par ha), graminicide sélectif du géranium.

Parmi les nombreuses introductions réalisées, le lotier, *Lotus uliginosus* Maku semble présenter un grand intérêt : cette légumineuse rampante constitue un tapis très dense pouvant éliminer les adventices. Son installation peut être facilitée par des herbicides sélectifs (losajnil) et sa maîtrise parfois nécessaire semble aisée.

□ CONCLUSION

Les techniques de travail minimum du sol associées à sa couverture permanente devraient permettre d'améliorer les revenus agricoles des exploitations de la zone tout en réduisant les temps de travaux nécessaires. Même sans intrants, ils devraient pouvoir être étendus à de nombreuses situations tropicales.

Mission au Brésil en Décembre 1989-Janvier 1990 sur les systèmes de culture avec travail minimum et couverture permanente du sol.



NOUVELLE IMPRIMERIE DIONYSIENNE
25, Rue Gabriel de Kerveguen
Z.I. du Chaudron - 97490 Ste-Clotilde
Ile de la Réunion
Dépôt Légal N° 505 - Août 1991