



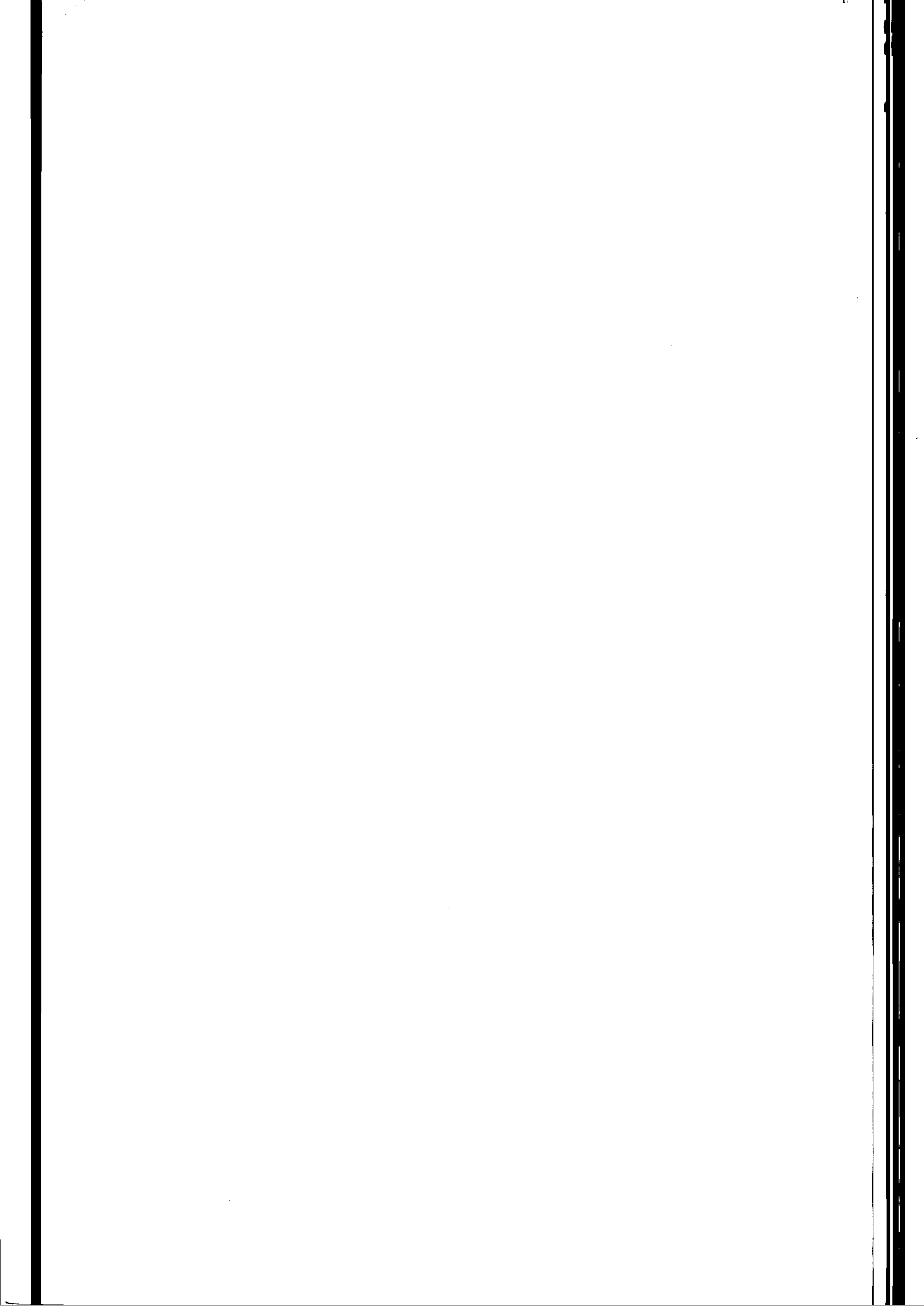
REUNION



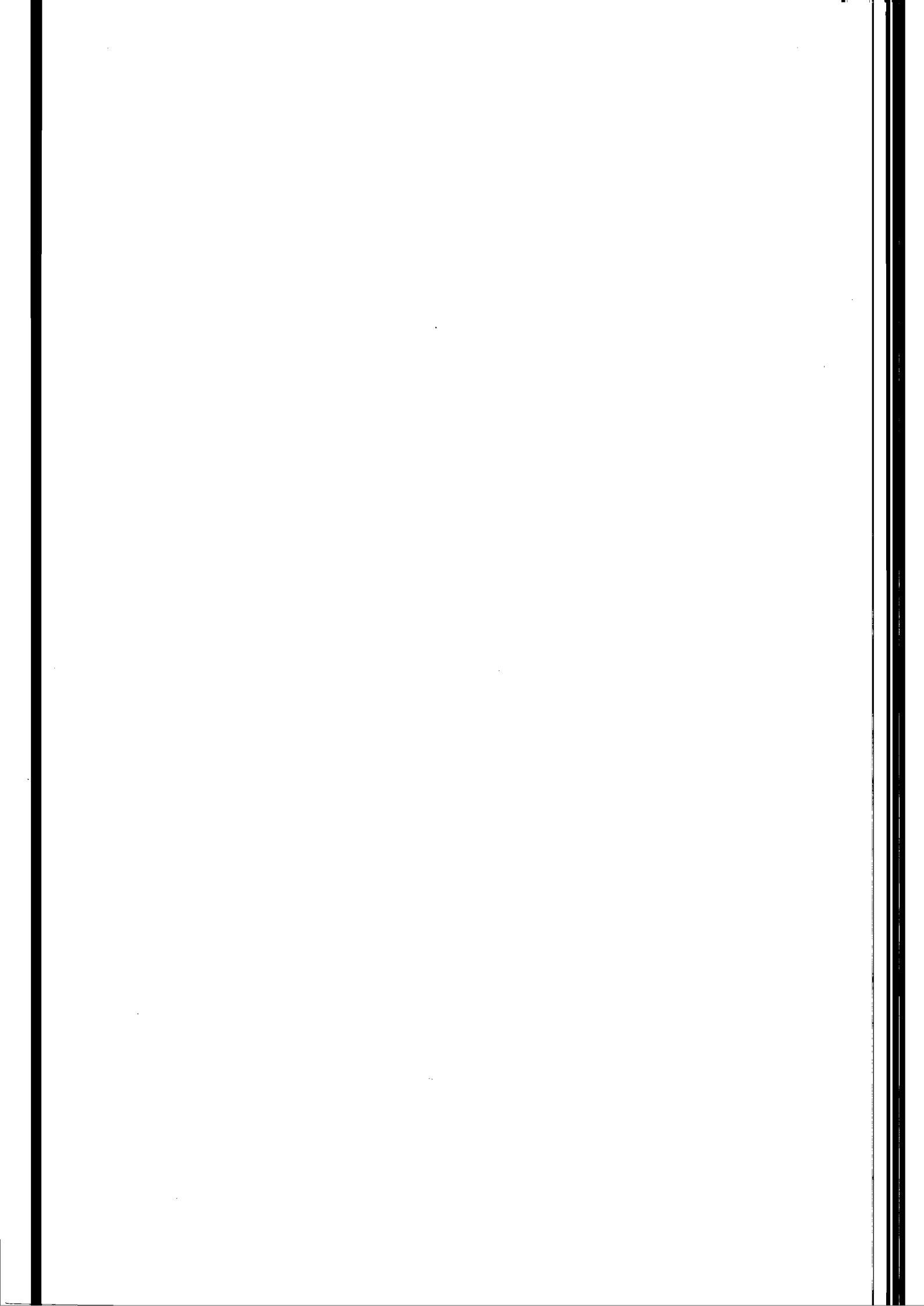
RAPPORT ANNUEL 1985

Département du Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
Établissement public à caractère industriel et commercial
(CIRAD)

PHOTO DE COUVERTURE :
Laboratoire d'analyses : spectrophotométrie
(F. DEMARNE)



PREAMBULE



L'année 1985 aura été marquée par deux événements importants pour la vie de l'Institution.

En premier lieu, l'entrée en activité effective du C.I.R.A.D. qui s'est substitué au G.E.R.D.A.T. et aux Instituts qui composaient le Groupement.

A la Réunion, cet événement n'a pas, il est vrai, bouleversé la vie quotidienne de chacun. La collaboration entre les Instituts y était en effet ancienne et effective ; la programmation des activités et des moyens faisait l'objet d'une concertation étroite, voire d'une véritable coordination pour les actions de recherche communes et surtout pour les investissements du Centre.

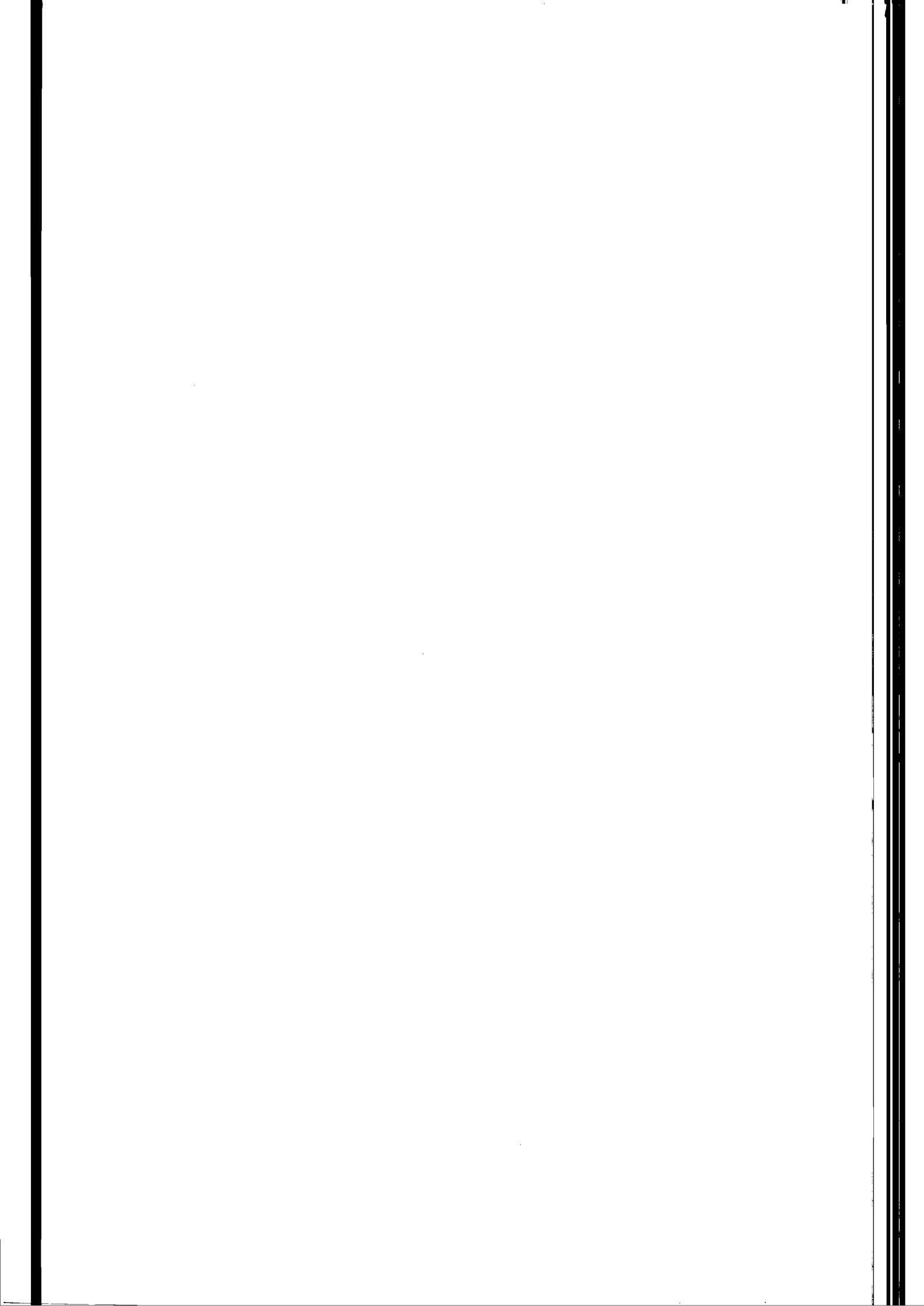
Il ne faudrait pas cependant mésestimer l'évènement ; il donne un cadre administratif et juridique à ce qui n'était qu'une volonté de personnes. Il peut également engendrer dans la période de mise en place des structures nouvelles, grâce à la vigilance et à la compréhension de tous. La qualité de nos travaux en dépend.

Le second événement majeur pour le Centre - second chronologiquement, mais tout aussi important pour nous que le premier - a été la signature officielle du Contrat de Plan Particulier entre les deux collectivités locales - REGION et DEPARTEMENT - et le C.I.R.A.D.

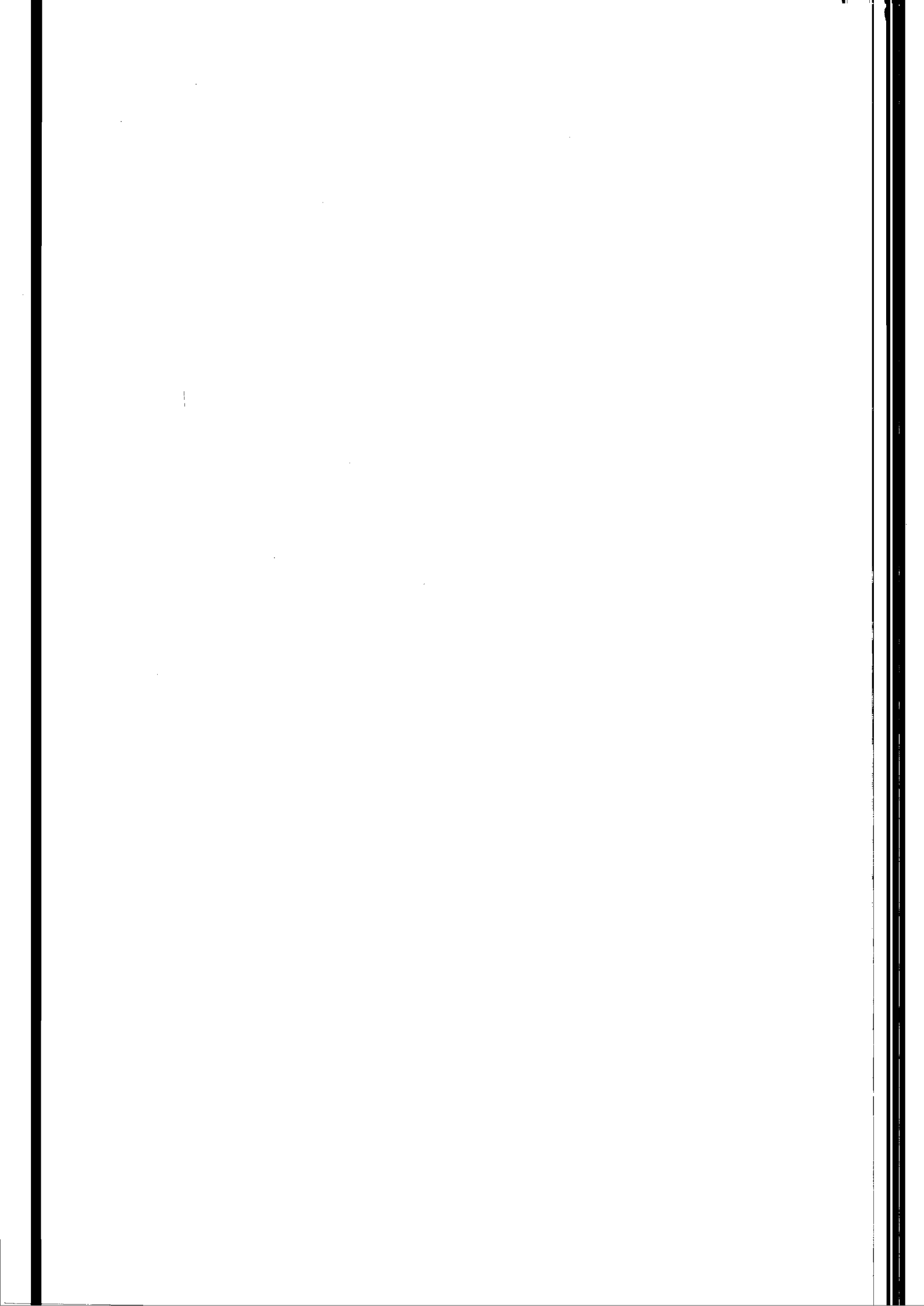
Ce document fixe, pour la période 1985-1988, les objectifs de notre action et son contenu, et détermine les modalités financières de sa mise en oeuvre. C'est un acte fondamental qui assure le temps et la continuité indispensables pour une bonne recherche.

Chacun de nous en mesure la portée. Chaque chercheur doit également se sentir, individuellement et collectivement, responsable de l'engagement de résultat auquel ce contrat nous contraint à l'égard des pouvoirs publics qui financent notre activité, mais aussi et surtout envers les agriculteurs et le développement économique auquel notre action doit contribuer.

Alain DEREVIER
Directeur du CIRAD
à la REUNION



INTRODUCTION



INTRODUCTION

1985 a été la première année d'exécution du Contrat de Plan Particulier "Recherche Agronomique".

Cela ne constitue en rien une rupture avec le passé, ni dans les programmes conduits, ni dans les moyens mis à la disposition de l'IRAT-REUNION. Malgré tout, c'est la première fois que la programmation, s'appuyant sur une large consultation de partenaires, s'inscrit clairement dans la durée, 4 ans, à partir d'objectifs précis et dans un cadre financier cohérent et durable.

Au niveau des programmes, l'équilibre entre les trois dimensions disciplines horizontales, filières de production et opérations de Recherche-Développement est maintenant bien établi.

Concernant les disciplines horizontales, on notera plus particulièrement :

* En Agro-pédologie, les progrès réalisés dans l'étude de la fertilité des sols et de son application aux conseils de fumure.

La connexion entre le Laboratoire de recherche et le Laboratoire d'analyses agricoles démontre son efficacité ; une première ébauche du zonage des carences se concrétise dès cette année.

* En Défense des cultures, le problème majeur reste incontestablement la situation du "Ver blanc" de la canne à sucre.

Son extension se poursuit inexorablement. Malgré tout, des progrès sensibles dans la recherche de méthodes de lutte biologiques se dessinent, notamment grâce à Metarizium anisopliae. Parallèlement, des indices d'affaiblissement du pouvoir biotique des femelles ainsi que des anomalies génétiques ont pu être observées, sans que l'on puisse actuellement en prévoir les conséquences sur l'évolution du parasite.

En Phytopathologie des cultures maraîchères et vivrières, le programme mis en oeuvre fin 1984 s'est concentré sur l'étude du flétrissement bactérien des solanées et l'Helminthosporiose du maïs, avec quelques enseignements intéressants à confirmer.

* En Irrigation-Bioclimatologie, le dispositif d'étude est maintenant totalement opérationnel. Il a permis de mettre en évidence la complexité et la variabilité du fonctionnement hydrodynamique des sols de la REUNION.

Il importe maintenant, sans attendre la fin des études théoriques, de mettre en place un volet de valorisation des résultats au travers de conseils à l'irrigant.

* En Agro-Economie, la cellule s'est attachée, malgré ses faibles moyens et la part importante de son activité consacrée au groupe Système, à développer des études plus spécifiques. C'est ainsi qu'en 1985, un travail sur l'analyse de l'évolution des structures agraires du Tampon a été réalisé. Il permet de mieux comprendre la différenciation dans l'évolution entre cette zone et celle de l'Ouest, toutes deux centrées sur la production du géranium 15 ans plus tôt.

Les recherches en filières de production restent centrées sur quatre axes principaux : la canne à sucre, le maïs, le géranium et les cultures maraîchères, les productions fourragères.

* En canne à sucre, deux actions principales sont poursuivies, en dehors de l'irrigation et de la lutte contre le ver blanc :

- L'étude de la fertilisation raisonnée en s'appuyant sur un diagnostic de fertilité du sol (analyse) et de l'état nutritionnel de la plante (DRIS).

On notera que les espoirs fondés sur le DRIS en tant qu'outil opérationnel de diagnostic doivent être modérés.

- La poursuite du programme de création variétale, complémentaire de l'activité du CERF, en évaluant la place des vitro-méthodes.

Un bilan de ce programme aura lieu en 1986 qui déterminera les inflexions à apporter.

On notera, en 1985, les résultats probants obtenus au niveau de la maîtrise des tests phytopathologiques.

* Pour le maïs, le programme de mise au point de méthodes d'infestation contrôlée des viroses est bien avancé ; cet outil devrait très rapidement porter ses fruits au niveau de la création de matériel résistant.

L'axe de sélection de matériel végétal pour les Hauts pourrait conduire à engager également sur l'Helminthosporiose un travail de fond.

* Pour le géranium, le programme de sélection est bien avancé. La reconstitution de la généalogie de "rosé", hybride stérile, a été réalisée, et les premiers hybrides ont été obtenus en 1985.

Parallèlement, les actions en milieu réel, en accompagnement du Plan de relance, sont devenues pleinement opérationnelles en 1985.

* En matière de productions fourragères, l'affectation en 1985 d'un Agrostologue de l'IEMVT est venue renforcer l'action de l'IRAT. Ce programme sera progressivement restructuré en conséquence.

La Recherche-Développement reste, pour l'instant, centrée sur les systèmes de culture et de production des Hauts de l'Ouest.

Les recherches visent à définir les assolements possibles autour du géranium. Les problèmes de restauration ou de maintien de la fertilité apparaissent, avec le contrôle de l'enherbement, comme les facteurs principaux d'équilibre du système.

Au plan agro-économique, l'analyse se concentre sur l'étude des flux de trésorerie et la connaissance des modes de gestion de la main-d'oeuvre. Ces deux facteurs sont en effet apparus comme les indicateurs les plus pertinents de la stratégie de l'exploitation.

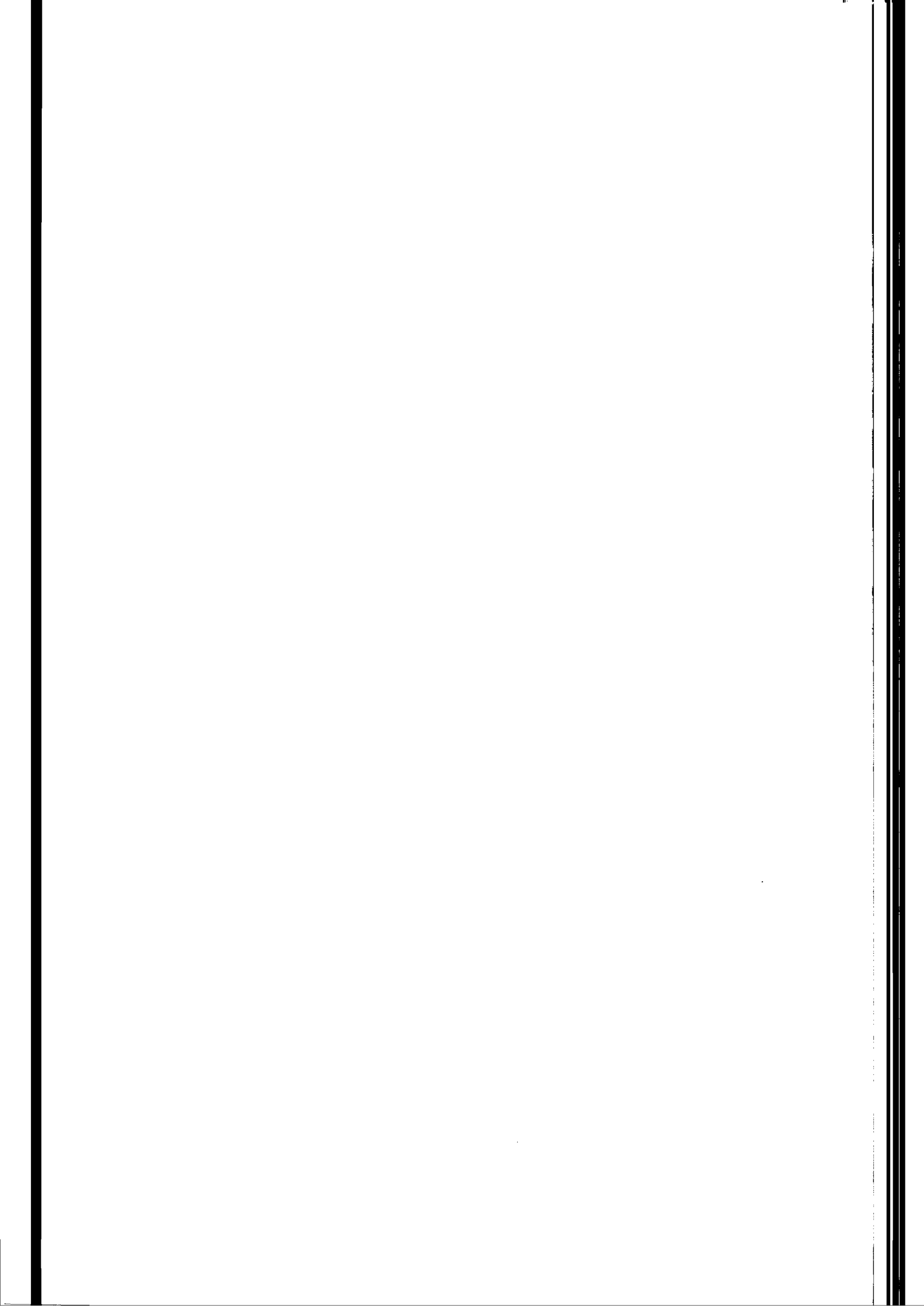
Enfin, et pour conclure sur l'activité 1985, il faut souligner l'effort de formation et d'échange avec l'extérieur.

J'indiquais dans le rapport de 1984 que l'IRAT-REUNION, et plus largement le CIRAD, disposait désormais d'un outil qui avait vocation à occuper une place majeure au niveau régional. Cette vocation s'est traduite soit par l'accueil de missions et stagiaires, soit par des missions d'appui dans l'environnement régional.

Sans être encore à la hauteur des ambitions que nous affichons, cette orientation se confirme chaque année un peu plus.

L'année 1985 a donc confirmé les orientations choisies depuis 1980, précisées et complétées pour la période 85-88 dans le Contrat de Plan.

Alain DEREVIER
Directeur de l'Agence
Directeur du CIRAD-REUNION



EFFECTIF DES CADRES
DE L'IRAT-REUNION AU 31 DECEMBRE 1985

--

Station de La Bretagne

M. Alain DEREVIER	Directeur de l'Agence Directeur du CIRAD à LA REUNION Délégué Régional INRA à LA REUNION
M. Pierre-François CHABALIER	Responsable de la Division d'Agropédologie
M. Bernard VERCAMBRE	Responsable de la Division d'Entomologie
M. Frédéric DEMARNE	Responsable des Recherches liées au Géranium
M. Jean-Pierre PEROS	Phytopathologiste Canne à Sucre
M. Eric BONNEL	Responsable de la Génétique de la Canne à Sucre
M. Serge QUILICI	Entomologiste, chargé des Recherches liées aux Cultures Fruitières
M. Bernard BRIDIER	Responsable de la Cellule d'Economie Rurale
M. Philippe SCHOETTEL	Cadre Administratif
Melle Claudette GONTHIER	Chef du Laboratoire d'Analyses de Sols et Plantes
M. François MAHEU (remplacé par Melle Olivia FONTAINE au 01.07.85)	Assistant de Recherches, chargé des Etudes sur les Prairies de la zone surhumide)

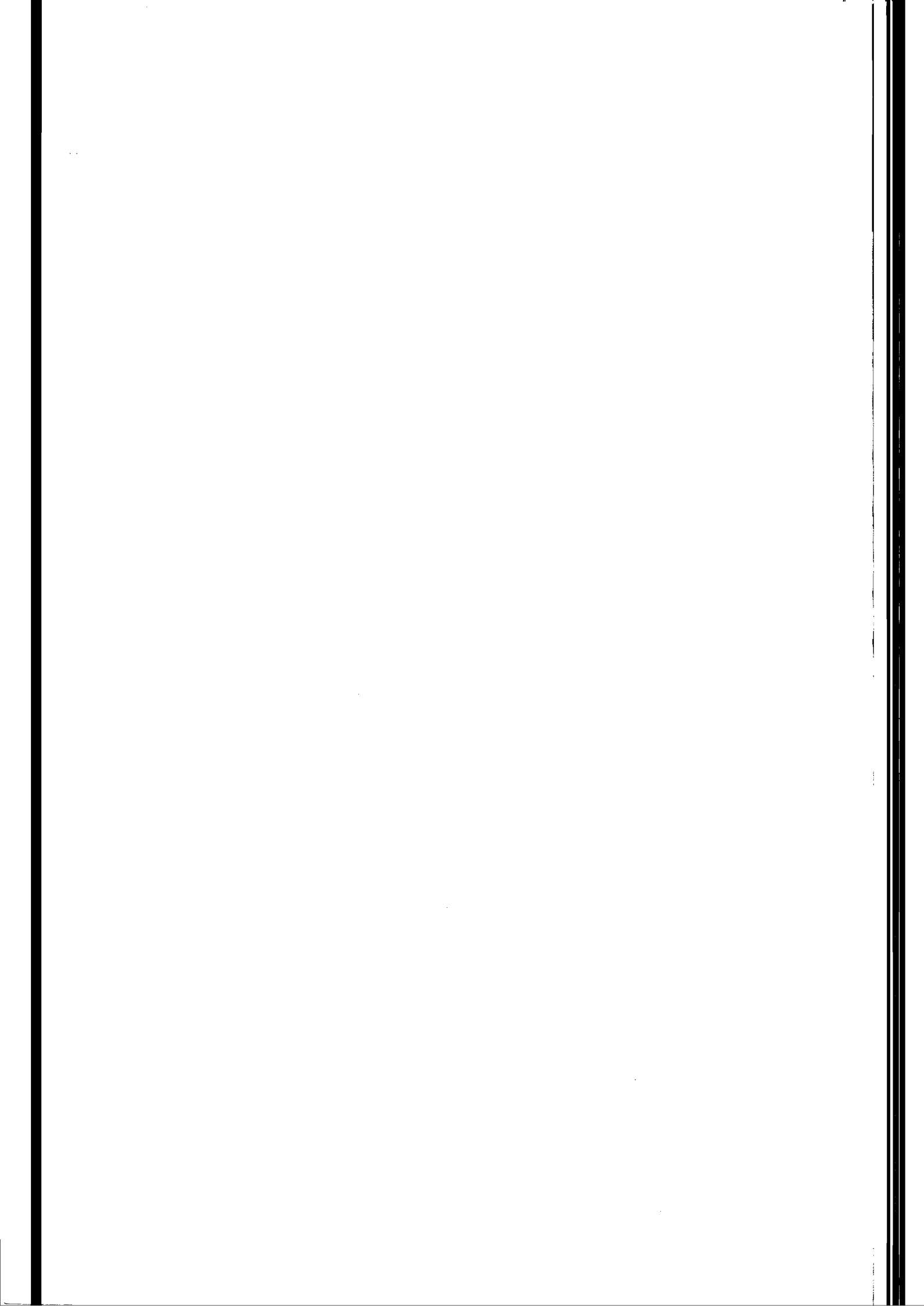
Stations des Hauts (Colimaçons et Petite France)

- M. Roger MICHELLON** Responsable des Recherches liées au Plan
d'Aménagement des Hauts
- M. Alix RASSABY** Assistant de Recherches, Responsable de
la Station de Petite-France
- M. Patrice GARIN** V.A.T. affecté au Programme de Recherche
Système des Hauts de l'Ouest

Station de Mon Caprice

- M. Jean-Leu MARCHAND** Responsable des Recherches sur le Maïs
Chef de Station
- M. TRAN MINH DUC** Responsable de la Division "Etudes et
(remplacé par Pierre Valorisation de l'Eau". (D.E.V.E.)
LANGELLIER-BELLEVUE
en Mai 1985)
- M. Etienne HAINZELIN** Chercheur, affecté au Programme Maïs
(remplacé par Mme Isabelle
GUINET en Décembre 85)
- M. Benoît GENERE** Chercheur affecté au programme Irrigation-
Bioclimatologie, chargé des études de
Bioclimatologie
- M. Serge MARLET** V.A.T. à la Division Etudes et Valorisation
de l'Eau
- M. Jean-Claude GIRARD** Phytopathologiste chargé du Programme de
Phytopathologie des cultures maraîchères et
vivrières
- M. Michel WAKSMANN** Thésard, en appui au Programme Irrigation-
Bioclimatologie
- M. Bernard REYNAUD** Thésard, chargé des Etudes Entomologiques
sur la vection de viroses

AGRO - PEDOLOGIE



AGRO - PEDOLOGIE

A. Etudes Sols : Résultats 1985 et fertilisation raisonnée

I. LA FERTILISATION RAISONNEE

La fertilisation est une opération coûteuse puisqu'elle peut, dans une exploitation de grande culture, représenter 30 à 40 % des charges opérationnelles.

On constate pourtant que les agriculteurs se préoccupent peu de ce facteur du rendement. Ils ne consacrent pratiquement aucun temps à l'acquisition de données, au contrôle de fertilité et au raisonnement de la fertilisation, excepté dans quelques rares exploitations gérées par des techniciens compétents. L'agriculteur est habitué à utiliser un engrais ternaire N P K standard, déterminé avant tout en fonction des besoins de la culture et non des caractéristiques du milieu. Cette simplification excessive a certainement engendré de mauvaises habitudes, à la fois chez les agriculteurs, les techniciens et les fournisseurs d'engrais.

La fertilisation raisonnée, qui n'impose pas, dans son application, de contraintes matérielles très fortes, entraîne une diminution des coûts ou du moins une meilleure rentabilité des dépenses. Elle existe et est opérationnelle, mais se heurte dans son développement à une inertie de la profession. Cette inertie devra être combattue à tous les niveaux, et particulièrement au niveau du terrain, par un meilleur encadrement et une meilleure formation-information des agriculteurs.

L'analyse de sol fournit des indications indispensables mais souvent insuffisantes pour donner à l'agriculteur un conseil de qualité. Le conseiller agricole est le mieux placé au niveau du terrain pour élaborer le conseil définitif. L'agriculteur reste libre des décisions qu'il juge adaptées aux exigences de son entreprise.

1.1. - L'analyse de sol

L'analyse de sol doit être crédible et concrète. L'agriculteur doit être renseigné sur les insuffisances de son sol ou ses excès, pour pouvoir apporter des corrections lors de la fertilisation. Chaque conseil doit être interprété comme une correction de la conduite de la fertilité, notamment dans le cadre d'un contrôle périodique (5-10 ans) de la qualité du sol.

Le conseil porté par le spécialiste ne doit cependant pas s'éloigner trop de la pratique raisonnable, et rester dans des limites raisonnables. Si l'on voulait suivre rigoureusement les prescriptions agronomiques pour chaque parcelle, il faudrait utiliser des engrais simples, et multiplier le temps consacré à la fertilisation par deux ou trois. Le plan de fumure théorique n'est donc qu'une référence agronomique que l'on transformera en un plan plus pratique, économe en temps et réalisable simplement avec les engrais du commerce (prix, disponibilité).

Le document de sortie du laboratoire doit donc répondre à plusieurs fonctions :

- **archivage** : les résultats d'analyse constituent une photo instantanée de la fertilité du sol de la parcelle,
- **diagnostic et conseils** : ils sont apportés en fonction de la connaissance actuelle des problèmes de fertilité, des capacités techniques des agriculteurs, de la disponibilité locale des produits d'amendement et de fertilisation.

1.2. - Réalisation d'un programme d'interprétation automatique

Le développement de la micro-informatique professionnelle et son extension à tous les secteurs d'activité nous a naturellement amené à envisager son application au problème de l'interprétation des résultats. Cette tâche, dans le cas d'un laboratoire destiné surtout à l'analyse de série, nécessite en effet beaucoup de temps. De plus la majorité des échantillons traités sont de provenance locale et présentent donc des caractéristiques assez groupées, en quelques grandes familles. Le traitement d'un grand nombre d'éléments similaires étant le domaine privilégié du traitement informatique, nous nous sommes donc tournés vers cette solution.

1.3. - La méthode

Nous avons eu recours à la méthode classique d'interprétation à partir d'un tableau de normes. Les particularités des sols locaux rendent impossible l'utilisation des normes choisies par d'autres organismes pour d'autres milieux. Nous avons donc eu recours à une méthode originale, très simplifiée dans un premier temps. En effet, la systématisation des interprétations doit avoir recours à des normes choisies en fonction de référentiels de terrain, obtenus par expérimentations. Ceux-ci sont encore trop peu nombreux à la Réunion pour en faire une synthèse facile. Ne pouvant élaborer un modèle complet avec une présentation très précise en fonction de nombreux facteurs cultureux (sol, climat, techniques culturales, etc ...) nous avons dû faire des hypothèses simplificatrices :

- La première est la prise en compte uniquement de l'horizon supérieur cultivé. On estime à priori que la richesse du sous-sol est à l'image de celle du sol, à un coefficient de réduction près dans le cas de sols profonds.

- La deuxième est le choix de normes simples, avec pour critère des conditions assurant une certaine polyvalence à plusieurs types de sols en culture intensive. Pour ce faire, nous avons choisi, pour chaque caractéristique, un classement en cinq zones d'étendues variables. Ce choix permet d'être certain des cas de carence ou au contraire de richesse. Les trois zones comprises entre ces limites extrêmes seront soumises à des réajustements ultérieurs, en fonction des chiffres obtenus.

Le diagnostic est obtenu par comparaison entre les valeurs d'un échantillon et cette échelle.

- Les dernières hypothèses adoptées portent sur l'utilisation de méthodes de fertilisation aptes soit à corriger un défaut ou un déséquilibre, soit à profiter d'un excès.

Ne disposant pas d'analyses granulométriques pour nos sols locaux, (constitués en majorité de produits non cristallisés), nous avons utilisé pour plus de sûreté dans le diagnostic certains tests ou calculs sur des variables faciles à déterminer :

. Exemples :

- . le test NaF pour mettre en évidence la présence d'allophanes
- . phosphore assimilable (Olsen-Dabin) et phosphore total pour le diagnostic P,
- . potassium échangeable et K % de la CEC pour le diagnostic K,
- . Mg échangeable et rapport Mg/Ca pour le diagnostic Mg.

Pour calculer les doses de correction, nous avons choisi d'apporter les quantités capables de ramener le sol aux niveaux suivants :

- 4 meq pour 100 g pour le calcium,
- 2 meq pour 100 g pour le magnésium,
- 150 ppm de phosphore assimilable pour le phosphore.

Le choix de ces niveaux découle d'une première série d'interprétation de données existantes. Malgré le choix un peu arbitraire de ces normes, le taux de résultats incohérents est à l'heure actuelle très faible, mais il demeure évident que certains sols sortent, pour des raisons parfois obscures, de la moyenne des sols traités.

Le logiciel a été développé sous DBASE III sur un micro-ordinateur Olivetti M 24 avec disque dur (10 Mo).

1.3.1. - Le document de sortie

- * A partir des fiches de demande d'analyse, sont extraits :
 - l'identification du sujet et de la parcelle, avec une localisation chiffrée par les coordonnées rectangulaires du quadrillage Gauss-Laborde-Réunion (carte IGN au 1/25.000),
 - l'identification de la zone météorologique (de 1 à 22),
 - l'identification du service ou organisme demandeur, avec les dates de prélèvement,
 - le résumé du système de culture, à savoir culture précédente et culture à venir.

* A partir du fichier informatisé des sols est extrait le bulletin d'analyse.

La présentation s'inspire de l'ancien bulletin de la SCPA. L'édition des résultats se fait sur un tableau indiquant, pour chaque élément :

- la teneur de l'échantillon, le niveau souhaitable et une échelle colorée de 5 zones permettant de visualiser chaque caractéristique par rapport aux normes d'interprétation.

Sur la partie droite du bulletin figurent les conseils de fumure. Ces conseils sont élaborés selon plusieurs critères, notamment le type de culture.

Nous disposons à l'heure actuelle de deux types de culture donnant lieu à une procédure automatique :

- la canne à sucre,
- les cultures diversifiées à base de géranium (+ maraîchage),

Il est prévu d'installer des procédures pour :

- les fruitiers,
- l'ananas ,
- les fourrages.

Les conseils de fumure apparaissent sur le bulletin sous plusieurs rubriques :

- par élément, avec, s'il y a lieu, les doses nécessaires pour remédier aux carences ou les réductions possibles en cas de forte richesse,
- fertilisation optimisée, avec la correction des graves défauts avant plantation et la fumure d'entretien ou d'entretien renforcé pour les repousses, (cas de la canne à sucre),
- autres conseils, portés sur le suivi de la fertilité après l'application des corrections précédentes.

Les conseils de fumure pour la canne à sucre :

Nous avons tenu compte des résultats d'analyse sol et des besoins d'une culture ayant un rendement d'environ 100 T/ha. Pour corriger les défauts lors d'une replantation et entretenir les besoins sur les repousses, nous avons été amenés à définir une gamme d'engrais dont plusieurs sont nouveaux. Combinés, ils permettent d'améliorer la qualité du sol soit par des fumures de correction, soit par des fumures d'entretien renforcées en 1 ou 2 éléments. Ces engrais sont :

- le ternaire NPK 15-7-24. Il reste l'engrais standard utilisable chaque fois qu'aucun problème particulier ne se pose,
- les engrais simples :
 - . phosphatés : pour corriger les carences en P
 - . azotés : pour renforcer les fumures N dans les sols pauvres en cet élément.
 - . azotés et soufrés : (sulfate d'ammoniaque),
 - . potassiques : pour corriger les carences en K (chlorure de potasse)
- les binaires N-K (urée potasse) :
(ou engrais préconisés par les experts Hawaïens - Rapport 1985)
 - . le 20-0-33 qui permet l'entretien en N et K parallèlement à une fumure phosphatée faible ou nulle (en cas de richesse du sol) ou très forte (en cas de carence)
 - . le 15-0-40 qui, associé ou non à des phosphates, permet le renforcement de la fumure en potasse.

Ces engrais sont solubles et peuvent donc être apportés par l'irrigation ou autre apport liquide (herbicidage).

En plus de ces engrais, sont préconisés des amendements :

- calciques pour remonter le pH du sol,
- calco-magnésiens, pour le pH et le déficit en magnésium.

La procédure canne prévoit 12 combinaisons différentes basées sur la correction des teneurs en phosphore et en potasse, donc 12 programmes de fertilisation différents. Une fumure azotée se rajoute à la fumure d'entretien sous forme d'apport complémentaire en cas de déficience marquée en N ou avec le sulfate d'ammoniaque si une déficience en Soufre est prévisible.

Dans le cas de la canne à sucre, il serait préférable d'associer de façon systématique l'analyse de sol et les analyses foliaires, ceci pour deux raisons :

- mieux établir les diagnostics et éventuellement modifier les grilles d'interprétation,
- contrôler l'effet des modifications apportées au niveau de la fumure sur la nutrition de la plante.

Les conseils de fumure pour les cultures diversifiées (zone des Hauts de l'Ouest)

Les indications sont faites essentiellement pour les corrections en fonction du système cultural. La fertilisation optimisée reprend les quantités de phosphore et d'azote conseillées actuellement pour les principales cultures de la zone.

1.3.2. - Avantages du système informatisé

Cette recherche appliquée nécessite de poser clairement les principes de base d'Agronomie afin de les mettre immédiatement au service de la pratique agricole (REMY). En l'absence de références précises, nous avons dû avancer des hypothèses afin de donner des informations applicables au plus grand nombre de cas. Le programme d'interprétation devra être révisé périodiquement, à chaque amélioration de nos connaissances et pour chaque problème nouveau. Ce travail est facilité par le mode de programmation par procédures.

Les avantages sont réels :

- le stockage des données sur disque et disquettes permet d'effectuer des recherches par zone, de cartographier des carences, etc...,
- l'interprétation est très rapide, environ 10 fois plus que celle réalisée par un agronome entraîné, et sa présentation est simple et compréhensible,

- l'emploi d'une interprétation simple et classique des analyses du sol permet une automatisation des diagnostics. C'est la solution largement utilisée par tous les organismes agricoles dans le monde.

Dans son état actuel, cette interprétation automatique répond aux besoins suivants :

- contrôle périodique de la fertilité qui, effectué tous les 5 à 10 ans, permet la gestion d'une politique de fertilisation,
- dépistage des carences, des acidités, des excès et des déséquilibres,
- expertises nécessitées par la cession de parcelles (bail - remembrement) ou par la mise en valeur de terres non cultivées,
- lutte contre l'abus des fertilisants chimiques qui peuvent occasionner des pollutions locales.

1.4. - Conclusions

Les bulletins d'analyse sont des documents indispensables dans l'agriculture moderne, et doivent aider l'agriculteur à faire des choix dans l'amélioration du rendement de son exploitation.

Pour que l'application de ces méthodes de fertilisation raisonnée ne se heurte pas à des contraintes matérielles, il faut étoffer le réseau d'information et de connaissance en matière de fertilisation.

Il y a une exigence croissante de technicité et de compétence pour les conseillers, prescripteurs et animateurs du développement, à faire des observations de qualité sur le terrain, et à en tirer des conclusions justes sur l'emploi de tel ou tel facteur de production.

La fertilisation, nettement laissée pour compte depuis des années par les techniciens et les agriculteurs, est le principal facteur facilement modifiable du rendement. Il faut donc lui redonner une place prépondérante dans les processus de décision des agriculteurs. On cherchera à localiser les principales faiblesses du savoir-faire en matière de fertilisation et à accroître :

- les recherches sur la fertilisation,
- les compétences des acteurs du développement au niveau de la parcelle,
- les prestations de services extérieurs aux exploitations en matière de fertilisation,

- la formation des agriculteurs et des techniciens aux méthodes de diagnostic de terrain,
- l'information reçue par les agriculteurs sur la fertilisation (engrais disponible, choix de la qualité et quantité des engrais en fonction du sol, du rendement, du système de culture).

Sans cette démarche parallèle des organismes de recherche et des organismes de développement et d'encadrement, l'amélioration de la technicité, et par la suite de la rentabilité de l'activité agricole, ne se fera pas.

II. ETUDE REGIONALE DES SOLS

2.1. - Présentation

En 1985, le laboratoire sol de la Réunion a traité 2165 échantillons, essentiellement dans le cadre de la convention PCES.

Comme l'année précédente, on constate une grande variabilité dans les résultats d'analyses. La répartition a été faite par sous-région correspondant à un grand type de climat, et donc à des séries de sols relativement homogènes. Le comptage et le calcul de fréquence par classe (correspondant aux normes d'interprétation) pour chaque caractéristique a été fait automatiquement à partir du fichier informatisé. Il diffère donc de celui réalisé en 1984 sur 1.500 échantillons où l'on avait effectué des comptages avec intervalles réguliers.

2.2. - Résultats

Ils sont présentés sur les figures 1 à 10. Une distribution moyenne par élément sur l'ensemble de l'île a été établie et c'est à cette moyenne que nous ferons référence dans les paragraphes qui suivent. L'examen des résultats fait ressortir les caractéristiques de fertilité de chaque zone, que l'on peut résumer ainsi :

2.2.1 - La Région Nord

Elle présente des pH dont les fréquences varient peu par classe jusqu'à pH 7. Il y a donc une grande variabilité, avec beaucoup de sols acides (46 % < pH 5,5). Ceci se retrouve sur les caractéristiques liées au pH : CEC en général faible, peu de Ca et Mg. Le potassium présente par contre une répartition presque normale autour de la moyenne de l'île.

Les teneurs en matière organique sont inférieures à la moyenne, avec 65 % à moins de 2 ‰ d'azote (environ 3,5 % de matière organique).

Le phosphore est lui bien centré sur la moyenne, avec toutefois 10 % de sols carencés et un peu plus de 10 % où la carence est possible.

2.2.2. - La Région du Littoral Ouest

Les pH sont neutres, avec peu de sols acides (8 %), peu différents de la moyenne de l'île.

Il en va de même pour la CEC, le calcium, le magnésium et le potassium (26 % de sols carencés en K cependant).

Pour le phosphore, les distributions sont proches de celles de l'ensemble des sols réunionnais, soit 25 à 30 % des sols carencés.

Même phénomène pour l'azote, avec une distribution très proche de la moyenne, à savoir 45 % de sols à moins de 2 ‰ d'azote et 38 % de sols fortement humifères (> à 3,5 ‰ de N).

2.2.3. - La Région des Hauts de l'Ouest

Les sols s'y distinguent surtout par leurs faibles teneurs en matière organique (97 % ont moins de 3,5 % de M.O.), ce qui montre que l'on a presque toujours des andosols dont l'horizon A, humifère, a été érodé, sous culture de géranium en général. Ils sont un peu plus désaturés en bases que la moyenne, et surtout plus pauvres en potassium (35 % des sols sont carencés). Les pH restent cependant corrects dans l'ensemble (15 % seulement à pH < 5).

La teneur en phosphore est inférieure à la moyenne de l'île, 35 % de sols carencés contre 23 % en moyenne.

2.2.4. - La Région des Plaines

(Plaine des Cafres - Plaine des Palmistes).

Nous ne possédons que 58 échantillons de ces sols, qui se distinguent cependant nettement des autres.

D'abord par leur teneur en matière organique qui est très élevée, ensuite par la désaturation du complexe en bases. Ces sols sont fortement désaturés, pauvres en potassium (46 % sont carencés), et gardent malgré tout un pH peu acide (17 % très acides) du fait du pouvoir tampon de la matière organique.

2.2.5. - La Région Sud

Les sols y sont mieux fournis en bases que la moyenne, les pH y sont donc moins acides. Les carences en potassium sont assez rares (14 % seulement). Le phosphore a une répartition voisine de la moyenne locale, soit environ 20 % de sols carencés. Il en est de même pour l'azote.

2.3. - Interprétation

2.3.1. - Exploitation des analyses

La méthode globale permet de visualiser la fertilité d'une zone et de la région. Cette méthode est l'objet de critiques connues, notamment dues au fait qu'on ne travaille pas forcément sur un échantillonnage représentatif de la zone. Néanmoins, si elle porte sur un grand nombre d'échantillons on peut la supposer fidèle.

Par absence d'un référentiel agronomique performant (étude des courbes type de sol/plante sur de longues durées) on utilisera les connaissances régionales à grande échelle (fertilité P-K-Ca-Mg) et quelques données agronomiques plus précises, pour améliorer la qualité du diagnostic. On choisira notamment de nouvelles normes d'interprétations plus personnalisées.

On pourrait ainsi déterminer la teneur optimale en un élément à partir de l'histogramme des teneurs observées sur les terres les plus productives d'une région.

De la même façon, on pourrait déterminer la teneur critique pour laquelle les rendements sont limités. La précision de ces modèles d'interprétation régionaux est directement fonction du nombre de références culturelles disponibles. Il nous est impossible pour l'instant de faire mieux, mais nous stockons nos résultats afin de pouvoir les interpréter plus tard.

Par contre, une utilisation des données à court terme est de redéfinir les échelles de distribution et d'interprétation de certaines caractéristiques. Dans le cas de l'azote par exemple, le choix des classes que nous avons fait est peu pratique : 80 % des sols se retrouvent sur les 2 classes extrêmes et 20 % seulement dans les 3 classes intermédiaires. Les andosols perhydratés (Est et Plaines) sont humifères, alors que les autres types de sols réunionnais ne le sont pas (sols bruns, andosols dégradés, ferrallitiques...). Nous devrions donc revoir, peut-être zone par zone une échelle plus adaptée à l'azote.

2.3.2. - Fertilité et connaissance agricole

On retrouve des résultats très proches de ceux de 1984 mais avec des spécificités par zone qu'on n'avait pu jusqu'alors mettre en évidence.

Les sols cultivés n'ont pas, dans l'ensemble, un potentiel de fertilité très élevé et demandent un certain investissement financier pour rendre leur fertilité compatible avec une agriculture plus productive et plus intensive. Les corrections générales à apporter sont :

- correction en phosphore sur 30 à 40 % des sols,
- chaulage sur 30 à 40 % des sols,
- renforcement de la fumure potassique sur 40 % des sols.

Ces chiffres sont à moduler région par région.

2.4. - Conclusion

Ces premières séries d'analyses permettent pour l'instant d'acquérir des connaissances régionales dans le domaine de la fertilité chimique. L'interprétation de ces données permet déjà de diagnostiquer un grand nombre de carences variables suivant les zones.

Nous avons mis en place un réseau d'informations et de savoir en matière de fertilisation (techniciens SUAD-SICA-SAFER) qui devrait répondre aux demandes des agriculteurs. Les techniciens, les industriels, les chercheurs se mettent à leur service (par exemple dans le cadre Canne-Progrès) pour leur apporter le soutien nécessaire. Si dans les années à venir, les corrections de fertilité sont faites et si le suivi agronomique de la fertilité est assuré par des analyses périodiques, on pourra mesurer effectivement l'évolution de la fertilité des sols d'une zone, par comparaison avec l'évolution des rendements.

La recherche s'efforcera de son côté d'améliorer ses diagnostics, de mettre au point des méthodes de bilan prévisionnel par objectif de rendement selon les potentialités régionales (en liaison avec l'agrométéorologie) et d'assurer, en conséquence, aux agriculteurs un conseil de plus en plus pertinent.

Le consensus recherche-développement-agriculteur ne s'établira qu'à travers une information simple mais de bonne qualité pédagogique, distribuée par des conseillers formés et compétents.

Il semble qu'à l'heure actuelle, ce consensus ne puisse être trouvé qu'avec 20 % des agriculteurs, souvent les plus jeunes, mieux formés et plus motivés.

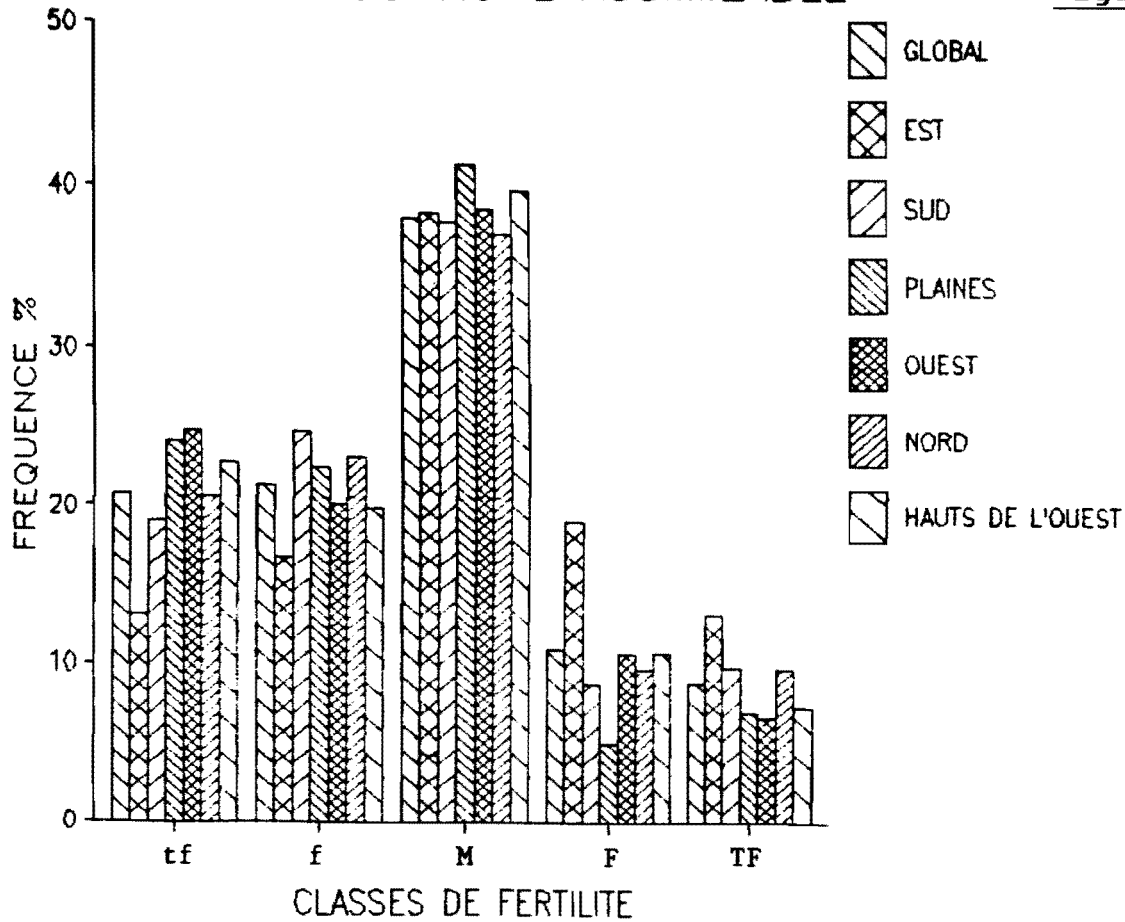
Si tout le monde joue le jeu et si les améliorations sont réelles dans les pratiques et la rentabilité, nul doute que le phénomène touchera progressivement la plupart des agriculteurs. Ce type de vulgarisation en "tache d'huile" est assez communément observé dans le monde paysan.

**NORMES D'INTERPRETATION UTILISEES EN 1985 POUR LE CLASSEMENT EN 5 NIVEAUX DE FERTILITE
DES CARACTERISTIQUES ANALYTIQUES DES SOLS**

pH eau	Très faible	Faible	Moyen	Fort	Très fort
	< 5	5 - 5,5	5,5 - 6	6 - 7	> 7
MATIERE ORGANIQUE					
Azote N °/°°	< 2	2 - 2,5	2,5 - 3	3 - 3,5	> 3,5
Carbone C °/°°	< 2	2 - 2,5	2,5 - 3	3 - 3,5	> 3,5
C/N	< 8	8 - 10	10 - 15	15 - 18	< 18
PHOSPHORE P					
P assimilable ppm (olsen-dabin)	< 50	50 - 100	100 - 300	300 - 500	> 500
P total ppm	< 1000	1000 - 1500	1500 - 2000	2000 - 3000	> 3000
COMPLEXE ABSORBANT					
BASES ECHANGEABLES (en me / 100 g)					
Ca	< 2	2 - 4	4 - 6	6 - 10	> 10
Mg	< 1	1 - 2	2 - 3	3 - 5	> 5
K	< 0,10	0,10 - 0,2	0,2 - 0,5	0,5 - 0,99	> 1
SOMMES DES BASES S (en me / 100 g)	< 3,2	3,2 - 6,3	6,3 - 10	10 - 17	> 17
CEC (Cobaltihex) (en meq / 100 g)	< 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20
SATURATION V % ($V = S / CEC$)					
K (en % de la CEC)	< 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	> 8
Mg / Ca	< 0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 0,8	0,8 - 1,5	> 1,5

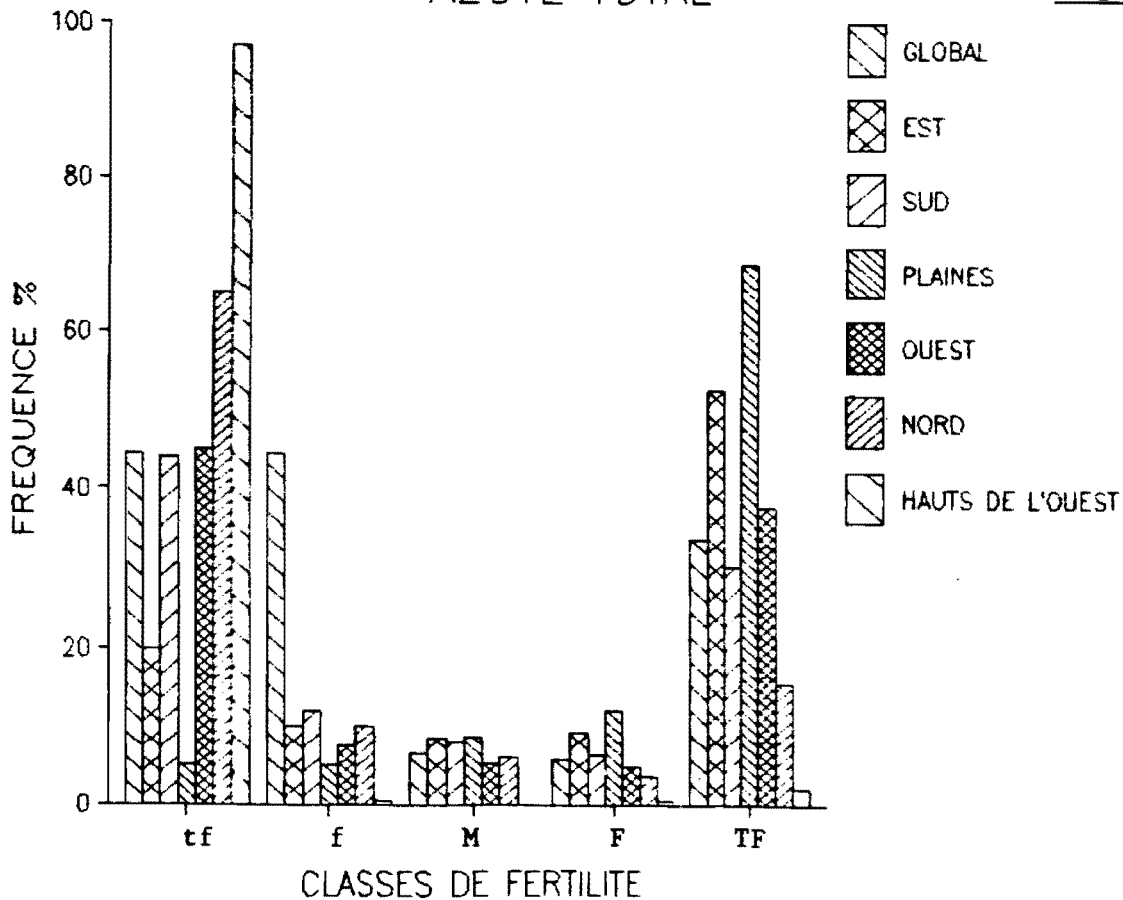
PHOSPHORE ASSIMILABLE

Figure 1



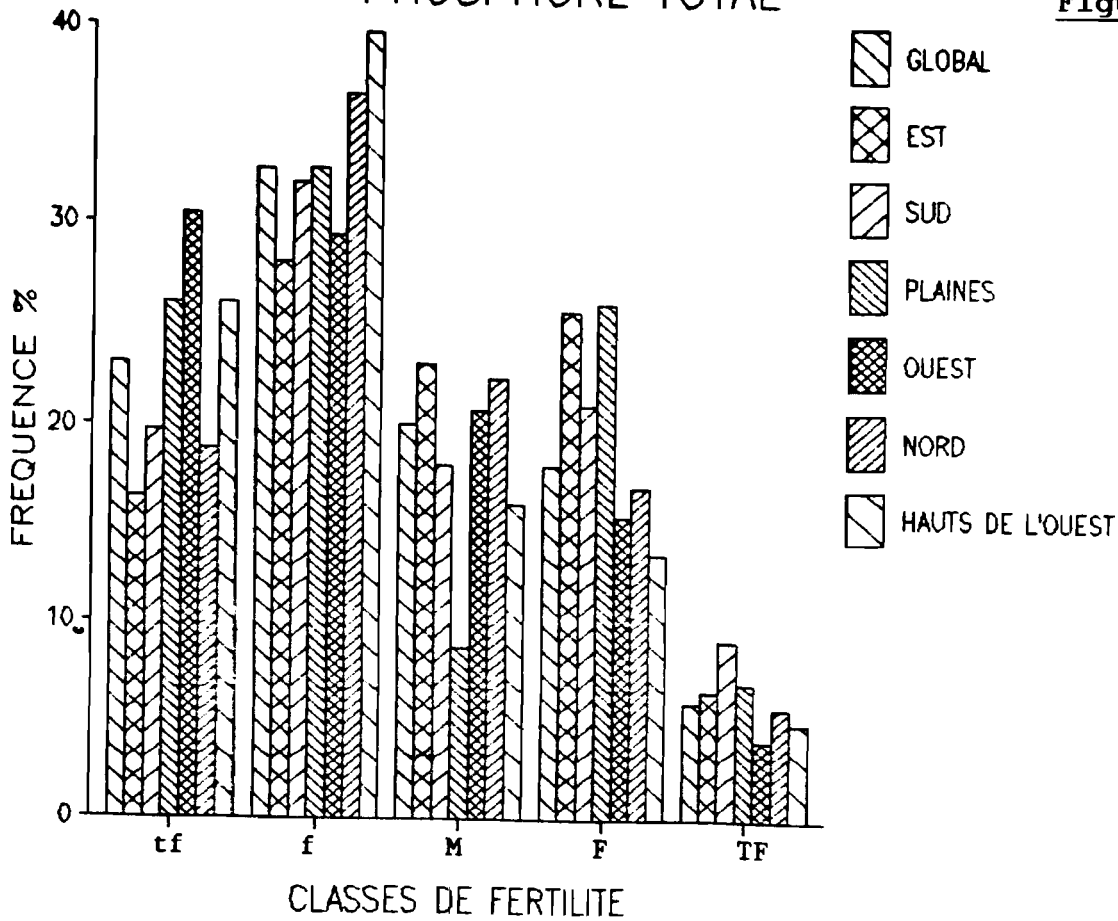
AZOTE TOTAL

Figure 2



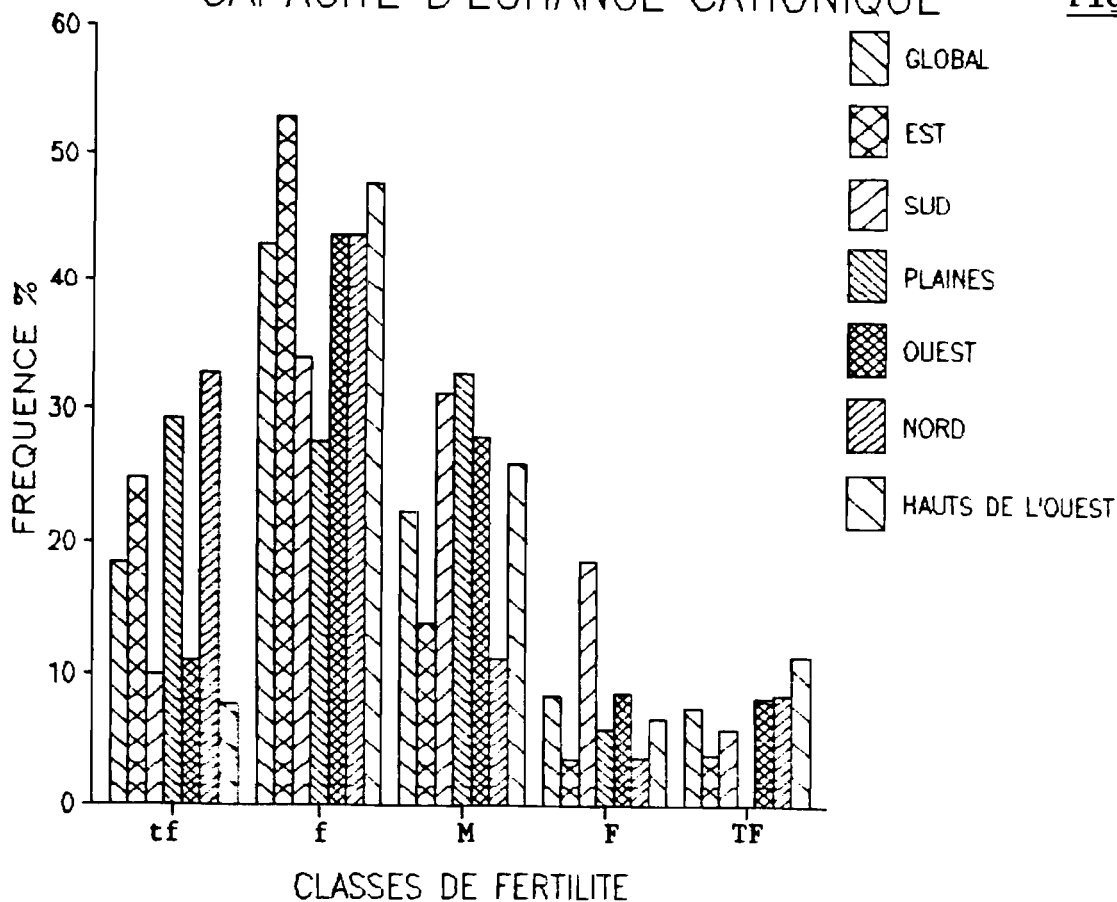
PHOSPHORE TOTAL

Figure 3



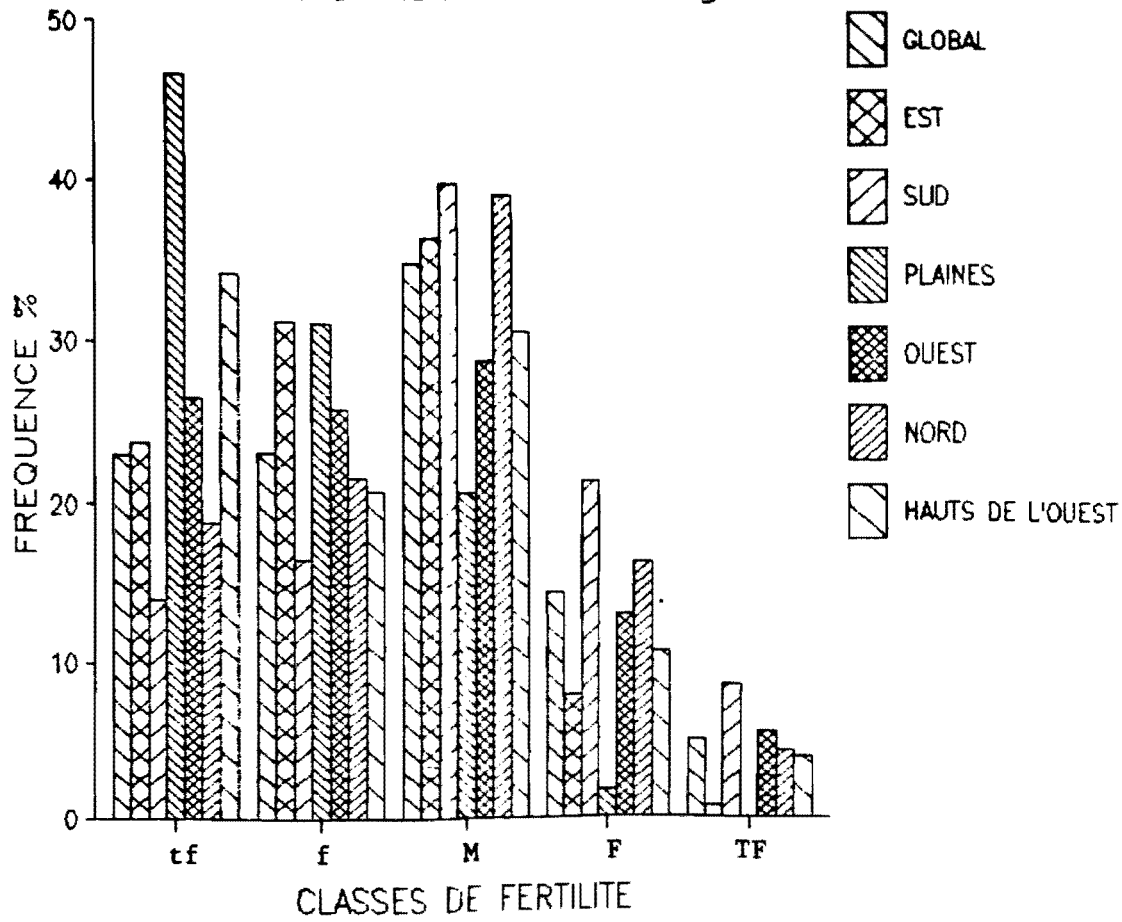
CAPACITE D'ECHANGE CATIONIQUE

Figure 4



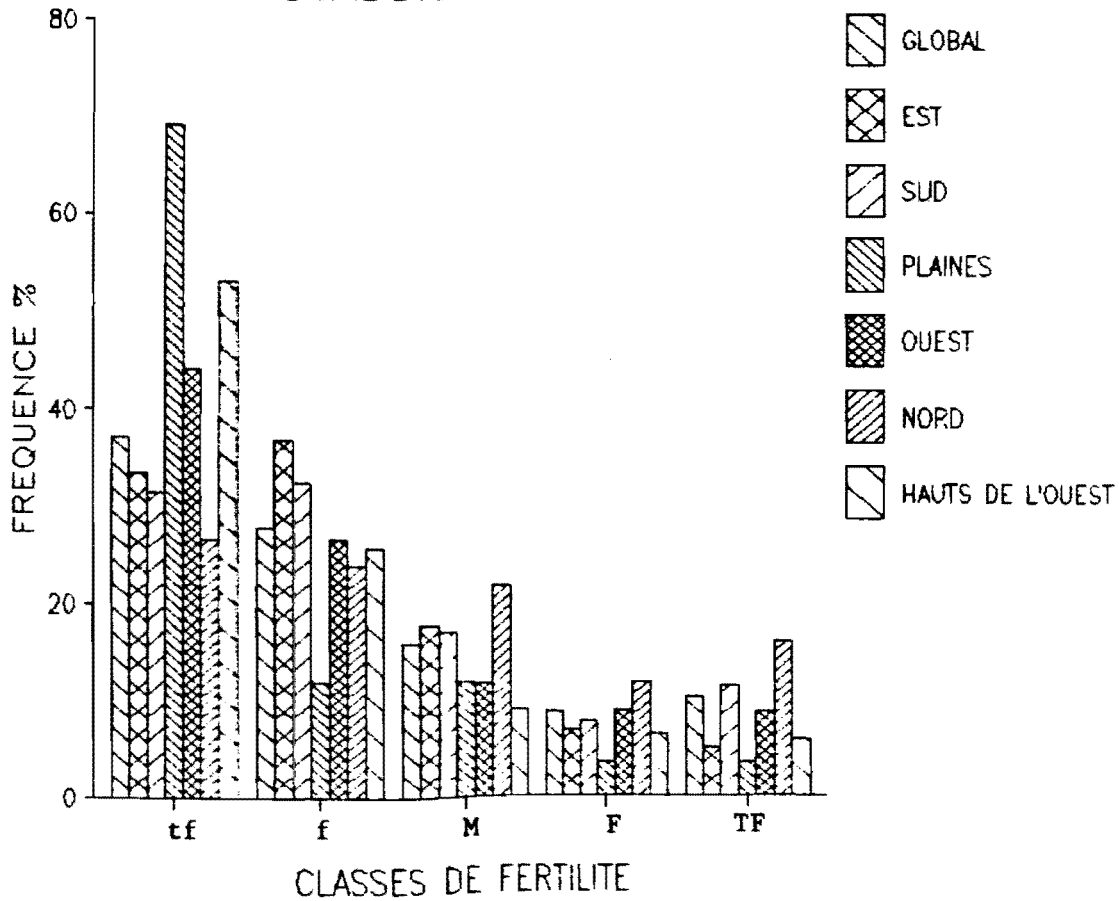
POTASSIUM échangeable

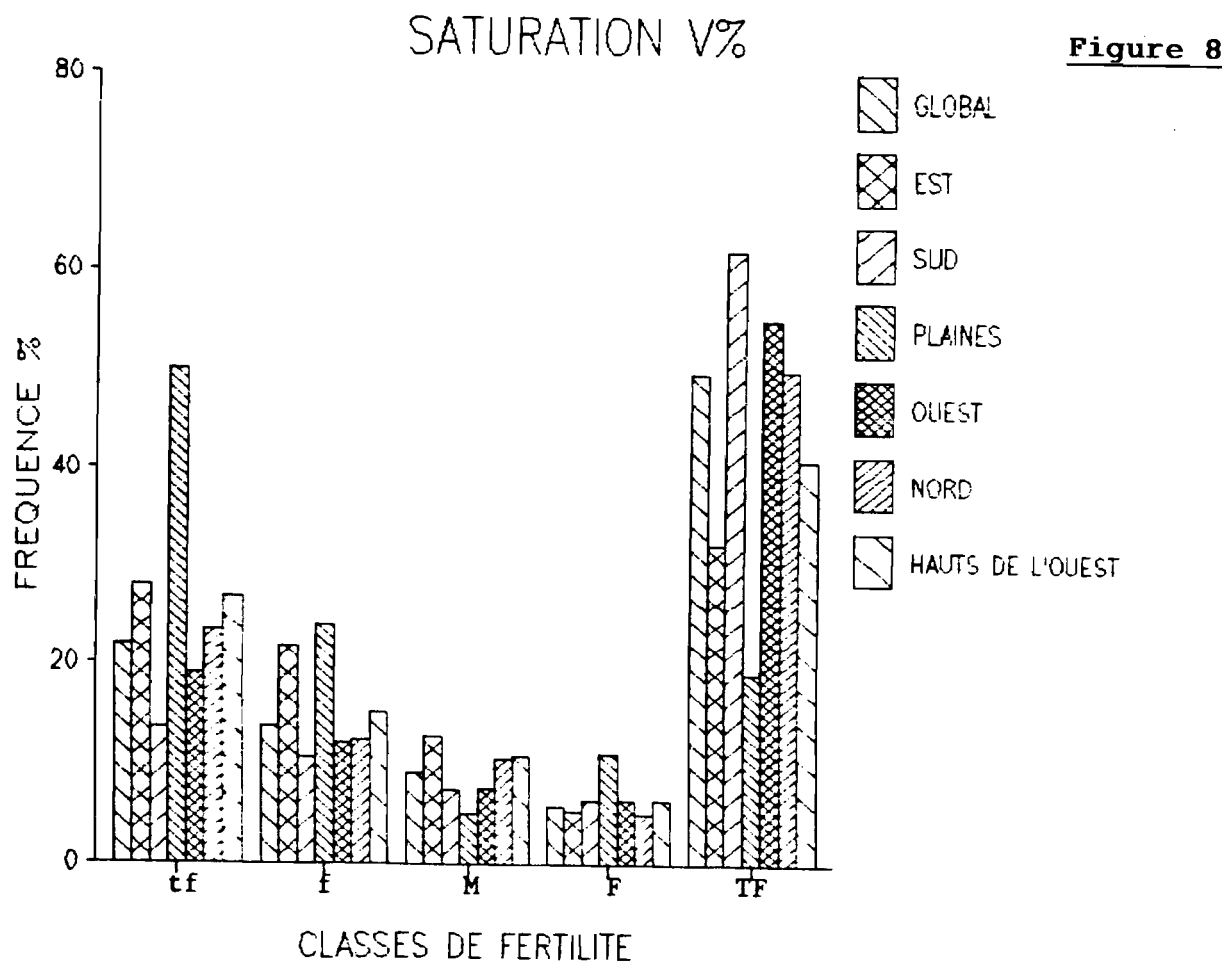
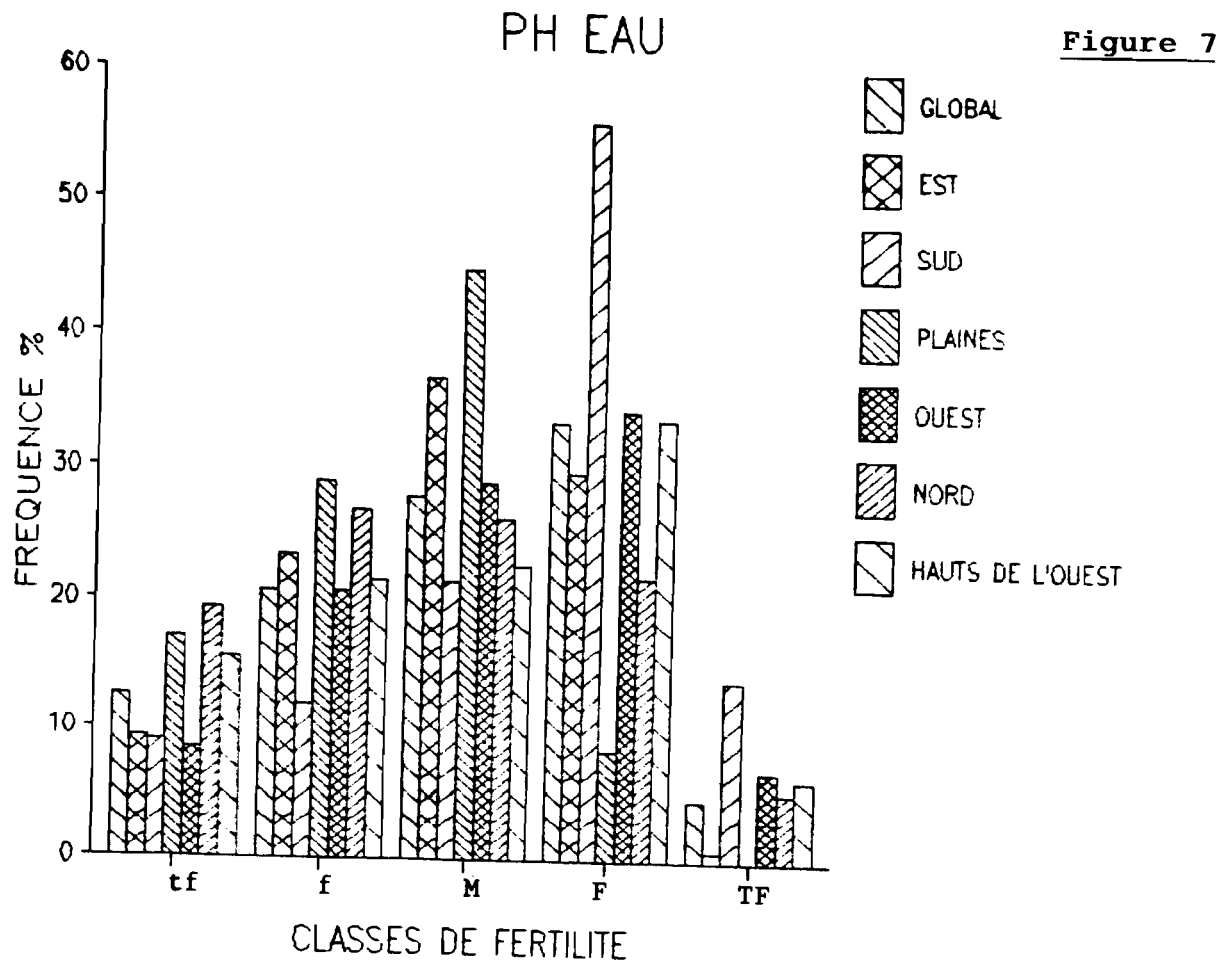
Figure 5



POTASSIUM EN % DE LA CEC

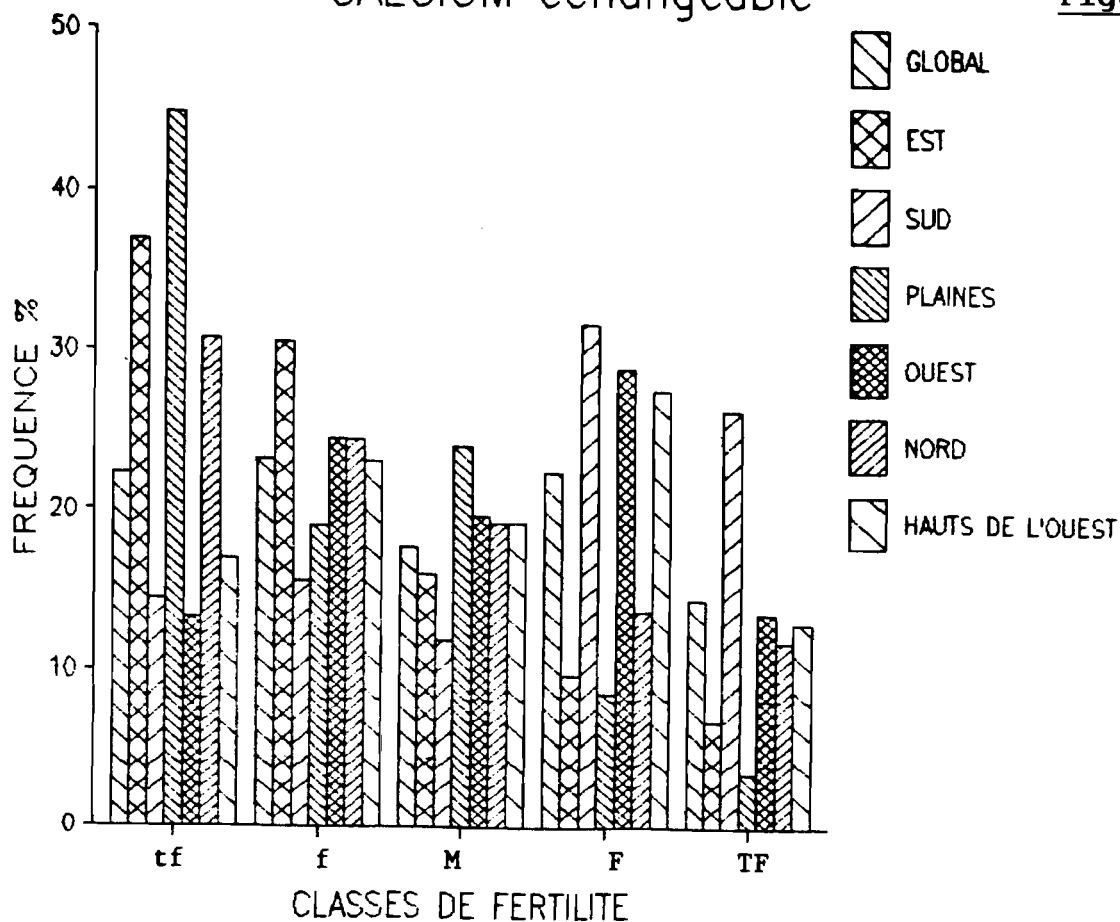
Figure 6





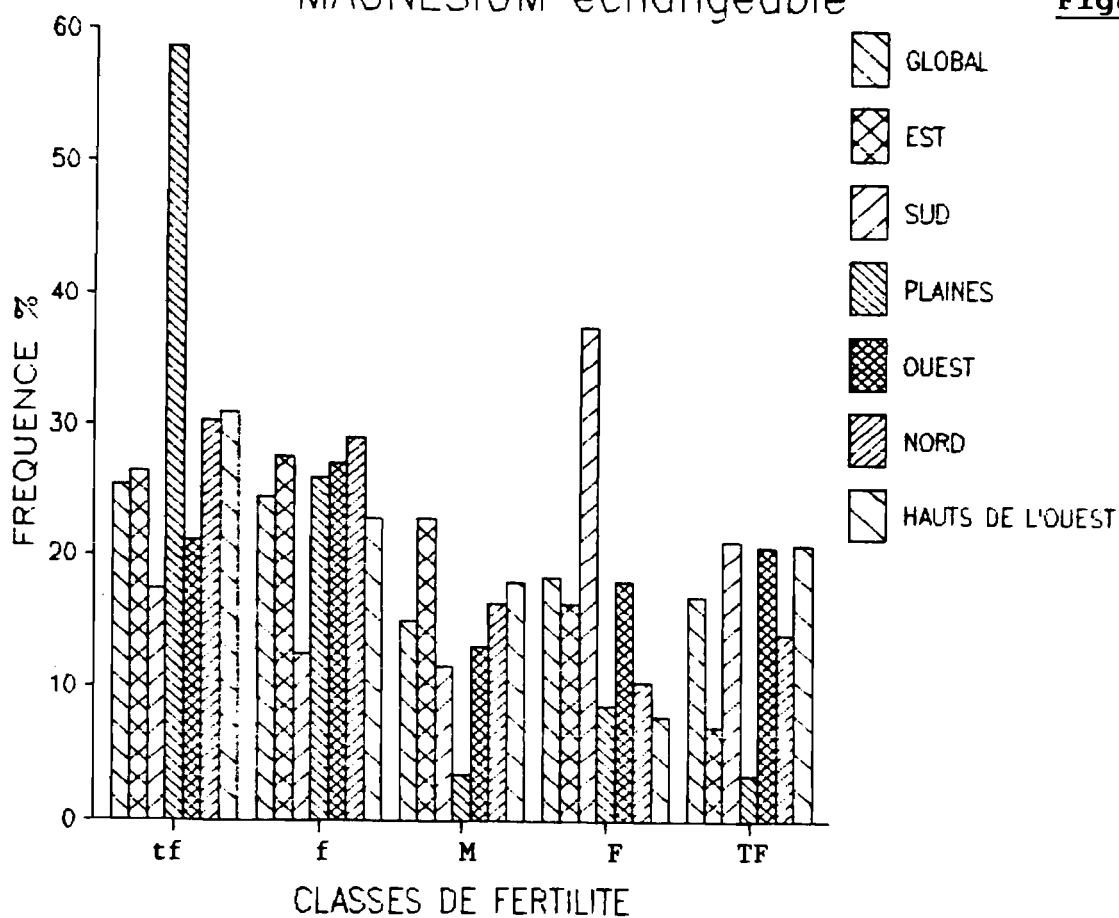
CALCIUM échangeable

Figure 9



MAGNESIUM échangeable

Figure 10



REVUES A CONSULTER CONCERNANT LES ANALYSES DE SOL

In Perspective Agricole - Spécial fertilisation - n° 43 - 1980

- . L'interprétation de l'analyse d'un sol
D. BALLAND - ITCF
- . L'interprétation : exemple du SAS
M. LEPINE - sas
- . L'interprétation : exemple du LARA
B. GUIGOU - LARA
- . Programme - CERES
B. COLOMB - INRA

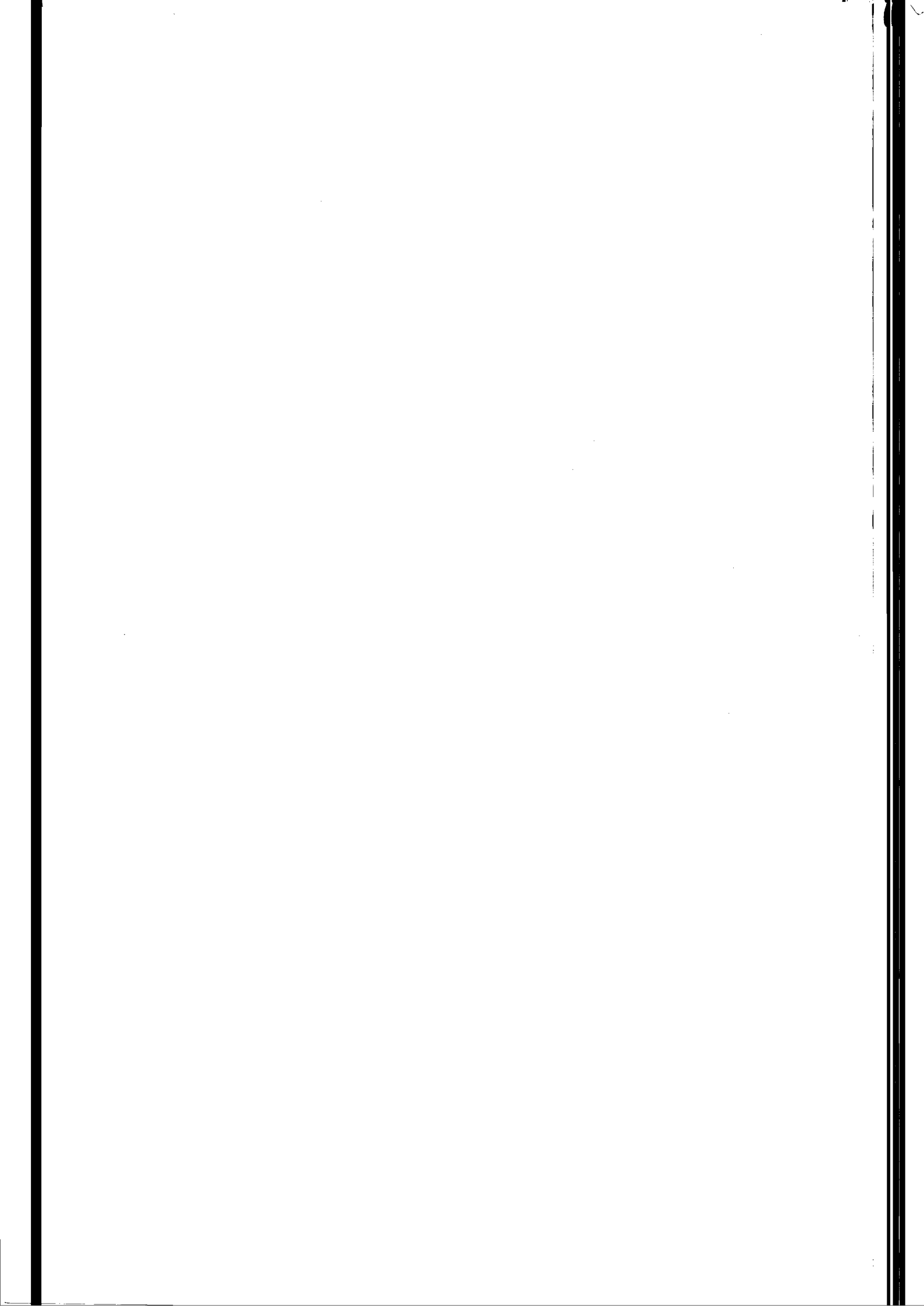
In Cultivar - "Sols et sous-sols + dossier analyse" - n° 184 - Juin 1985

- . Dossier analyse
L. GACHON - INRA
- . Le prélèvement d'échantillons
J. DECROUX - AZF
- . En quoi consiste l'analyse au laboratoire
J. DECROUX - AZF
- . L'interprétation des analyses
J. QUEMENER - SCPA
- . Conséquences agronomiques
J.C. REMY - INRA
- . Les analyses dans l'agriculture américaine
G. de BEAUCORPS - SCPA
- . Organisation des laboratoires
M. de SOUMAGNAT

Chez S. C. P. A.

- . La pratique de la fertilisation raisonnée : grande culture et prairie - Région Sud-Ouest
SCPA 1984
- . La fertilisation raisonnée - P et K - Région Centre
SCPA 1981
- . Pratique de la fertilisation raisonnée : pommier et poirier
Bassin de la Garonne
SCPA 1984
- . Informatique en agriculture : une nouveauté SCPA -
L'interprétation personnalisée de votre analyse de sol.
SCPA

IRRIGATION - BIOCLIMATOLOGIE



IRRIGATION - BIOCLIMATOLOGIE

La campagne de 1985 a constitué la suite logique de ce programme et a fourni les premiers résultats de récolte du réseau d'essais dont nous rappelons les objectifs :

- Evaluation de l'intérêt économique de l'irrigation. Et d'une façon plus spécifique, établissement pour la zone Sud essentiellement, des besoins en eau et des plannings d'irrigation.
- Zonage des potentialités de la culture de la canne à sucre irriguée.
- Etude du déterminisme des facteurs climatiques sur le rendement.
- Mise au point du référentiel technique de l'irrigation au goutte-à-goutte.

Les travaux s'appuient notamment sur la mise en place et la gestion de stations automatiques d'enregistrement des données climatiques.

Pour réaliser ces travaux, deux sous-programmes sont développés :

- 1) - Irrigation - Relations eau-sol-plante
- 2) - Bioclimatologie

I. METHODOLOGIE

Le programme est réalisé sur six sites d'études :

- PIERREFONDS	42 m d'altitude
- BERIVE	320 m d'altitude
- PITON ST LEU	550 m d'altitude
- COLIMACONS	780 m d'altitude
- TROIS BASSINS	990 m d'altitude
- ST BENOIT	45 m d'altitude

Seuls les essais de ST BENOIT ne sont pas irrigués, constituant une référence pour la côte Est de l'île.

Protocole expérimental

Sur chaque zone sont implantés en canne de DEBUT et FIN deux binômes irrigués - non irrigués avec deux variétés différentes.

Les irrigations sont pilotées au Bac Classe "A" et les bilans hydriques réalisés par de fréquentes mesures neutroniques et tensiométriques.

A chacun de ces sites est adjointe une station météorologique automatique CIMEL.

Liste des variétés sur les divers sites

	BERIVE	COLIMACONS	PIERREFONDS	PITON ST LEU	ST BENOIT	TROIS BASSINS
R 574					D	
R 571		F				
R 570	D F	D F	D	D F	D F	D F
R 569					F	D
R 568		D				
R 567				F		
R 526			D			
472			F			

D = cannes de début de campagne
F = cannes de fin de campagne

II. SOUS-PROGRAMME IRRIGATION

1985 fut une année charnière où prirent fin les deux essais PEYRON (comparaison aspersion : goutte-à-goutte et dates de sevrage) et où furent réalisées les dernières mises au point des réseaux d'irrigation. Cette campagne a comporté une mise en place d'essais nouveaux ; des cannes d'âge différents ont été récoltées en fonction des dates de plantations et les doses d'eau sont encore peu précises. Les résultats de campagne sont ainsi donnés à titre indicatif et devront être considérés avec prudence. Il faudra attendre les campagnes suivantes pour commencer l'exploitation agronomique des résultats.

2.1. - Fertirrigation

Tous nos réseaux ont été équipés de dispositifs de branchement pour un fertiliseur. Déjà, des fertilisations d'appoint ont été réalisées sur quelques essais. Lors de la prochaine campagne, la **totalité** de la fertilisation pourra ainsi être réalisée par le réseau goutte-à-goutte. Les avantages en sont multiples :

- meilleure disponibilité de l'engrais pour la plante,
- gain de temps et de main-d'oeuvre,
- possibilité d'automatisation,
- valorisation totale du système.

Cette dernière disposition permet ainsi de suivre en milieu contrôlé les effets sur le rendement d'un système intégral (l'irrigation au goutte-à-goutte). Toutefois, un certain nombre de problèmes de qualités et de modalités d'apport des engrais se posent qui sont étudiés en étroite collaboration avec la laboratoire d'Agronomie de l'IRAT à ST-DENIS.

2.2. - Résultats de campagne

2.2.1. - Bérive

En plus du protocole général d'étude des potentialités régionales de la canne à sucre irriguée, le site de BÉRIVE comporte un dispositif de rationnement concernant seulement les cannes de fin.

Variété : R 570

Protocole de rationnement sur cannes de fin

- * Cannes de fin :
- un témoin pluvial P₁
 - quatre parcelles pour le rationnement.

N°	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄
% ETM	60	80	100	120

Dates de récolte : DEBUT : 22 Août
FIN : 19 Novembre

Fertilisation : 700 Kg de ternaire 15-7-24 épanchés en surface à raison de 400 Kg après coupe et 300 Kg en 5 mois (60 Kg/mois)

Dispositif : Deux parcelles en début et cinq en fin, sans répétition.

Dimensions des parcelles : 15 x 20 m

	TRAITEMENTS	TC/ha	YSE/ha	R %
DEBUT	I ₅	93	11.1	13.6
	P ₂ (Pluvial)	95	11.3	15.4
FIN	I ₁	85	11.1	16.7
	I ₂	80.7	9.9	15.9
	I ₃	83.7	10.9	16.7
	I ₄	-	-	17.3
	P ₁ (Pluvial)	90.8	12.4	17.4

On note des résultats peu significatifs entre l'irrigué et le pluvial allant à l'encontre de toute attente. On attendra, pour se prononcer, les résultats des campagnes suivantes.

Toutefois, on peut d'ores et déjà avancer des hypothèses quant à l'importance du stock d'eau du sol qui, correctement géré, permettrait d'espérer des tonnages importants avec des doses d'eau faibles relativement à celles actuellement appliquées.

Bilan des irrigations

	D	F	
Σ Ev. bac	2.102	1.880	
Σ ETP	1.325	1.250	
Σ Pluies	1.034	964	
Σ Doses	840	I ₁	330
		I ₂	465
		I ₃	610
		I ₄	795
I _s . I	2,1	I ₁	1,26
		I ₂	1,40
		I ₃	1,52
		I ₄	
I _s . I.	0,85	0,67	

L'indice de satisfaction I_s est le rapport du besoin en eau théorique (K x Ev. bac) à l'eau totale reçue (irrigation + pluie).

On remarque, dans tous les cas, que les apports dépassent de beaucoup les besoins en eau de la plante ; et que le pluvial avec 85 % et 67 % de satisfaction des besoins a donné des résultats équivalents aux traitements irrigués. D'ores et déjà, on peut avancer que le surplus d'arrosage a perturbé le développement racinaire (voir profils racinaires - 3 - suivi agronomique).

2.2.2. - Pierrefonds

La première observation à faire est que l'irrigation est absolument nécessaire à PIERREFONDS. On constate, en effet, sur les cannes de DEBUT une nette supériorité des rendements en culture irriguée. Par contre, en FIN, les cannes étaient desséchées sur pied plus d'un mois avant la récolte qui n'a donc pas été faite. A la reprise, les cannes de fin n'ont absolument rien donné, et les cannes de DEBUT ont attendu le mois de Novembre pour émettre quelques maigres repousses. Les traitements sont donc abandonnés et seront remplacés par des cannes irriguées pour la prochaine campagne.

		TRAITEMENTS	TC/ha	TSE/ha	R %
I	DEBUT	R 570	131	14	14,1
		R 526	149	14,9	13,3
P		R 570	81	8,1	13,4
		R 526	50	4,7	12,8
J	FIN	R 570	112,8	13,7	15,7
		R 472	101,1	12,8	16,3

On note une meilleure richesse des cannes de fin.

Dates et âges de récoltes : DEBUT le 20.08 à 19 mois
FIN le 13.11 à 21,5 mois

Fertilisation : 700 Kg de 15-7-24 épandus en surface à la plantation. Compte tenu de la nature du terrain, on note une végétation très hétérogène. L'augmentation de la surface irriguée par récupération des parcelles pluviales permettra de pallier en partie ce problème.

Bilan des irrigations

Il est donné à titre indicatif, puisque l'échelonnement des dates de plantations conduit à des âges des cannes à la récolte variables pour les différents traitements.

On note cependant, malgré les sols difficiles à prendre, des potentialités importantes. Comme à BERIVE, les cannes ont été surirriguées.

	D	F
Σ Ev. bac	-	-
Σ E T P	1.850	1.850
Σ Pluies	865	690
Doses	1.750	1.560
Is. I	1,11	1,11
Is. P	0,53	0,33

2.2.3. - Piton Saint-Leu

Cette récolte a seulement permis de resituer les cannes dans leurs cycles respectifs ; en effet, la plantation a eu lieu en Décembre 1984 ; les cannes récoltées n'avaient donc pas 12 mois.

Dates et âges de récolte :

DEBUT : le 3 Septembre à 10 mois

FIN : le 26 Novembre à 11,5 mois

Par ailleurs, ces cannes n'ont pas été arrosées. Toutefois, leur reprise, après récolte, montre une nette avance des cannes irriguées.

	VARIETES	TC/ha	TSE/ha	R %	PLUIES
DEBUT	R 570	68,5	4	8,8	1.400
	R 567	70	5,3	10,6	
FIN	R 570	92,8	9,6	13,8	1.415

2.2.4. - Trois-Bassins

A la récolte, la végétation était très hétérogène et les cannes courtes relativement à leur âge.

Dates de récolte :

DEBUT : le 03 Septembre à 17,5 mois
FIN : le 30 Octobre à 19,5 mois

L'irrigation également a été irrégulière. Par ailleurs, le problème particulièrement crucial de Trois-Bassins demeure **la lutte contre les adventices.**

		VARIETES	TC/ha	TSE/ha	R%	DOSES mm		PLUIES
DEBUT	R 570	43	3,2	10,4	86	I	1.359	
	R 568	102	10	12				
	R 570	35	3,2	13,3	0	P		
	R 568	98	7,8	11				
FIN	R 571	105,8	11,3	14,1	152	I	1.359	
	R 570	103,3	8,8	11,7				
	R 571	105,5	11,4	14,2	0	P		
	R 570	25,5	2,8	12,9				

Fertilisation : 700 Kg de 15-7-24 à la plantation.

On remarque que la R 570 donne des résultats très médiocres en début et très hétérogènes en fin. Par ailleurs, il semblerait que la R 571 pourrait bien convenir à une culture pluviale dans cette zone.

2.2.5. - Colimaçons

Cette récolte fut également hétérogène. On note d'une façon générale une bonne réponse des cannes pluviales et tout particulièrement de la R 570 (alors qu'à TROIS BASSINS elle ne paraît pas être dans son milieu). Les résultats à venir nous permettront de vérifier si effectivement la culture de la R 570 doit être déconseillée au-dessus de 800 m. Les faibles différences entre pluvial et irrigué laissent entrevoir ici également des capacités de stockage de l'eau dans le sol importantes qui, correctement gérées, pourront permettre d'espérer des tonnages élevés avec des doses d'irrigation relativement faibles. Les richesses sont généralement bonnes et, notons le, meilleures qu'à TROIS-BASSINS.

Dates de récoltes :

DEBUT : le 29 Août à l'âge de 18 mois

FIN : le 29 Octobre à l'âge de 20 mois

Fertilisation :

700 Kg de 15-7-24 à la plantation.

	VARIETES	TC/ha	TSE/ha	R %	DOSES ■	
DEBUT	R 568	92	10	14,4	90	I
	R 570	97	11,2	15		
	R 568	50	4,5	12,2		P
	R 570	110	12,2	14,5		
FIN	R 571	80	9,7	15,7	170	I
	R 570	121	14,4	15,4		
	R 571	56	6,9	16	0	P
	R 570	104	12,8	15,9		

PLUIES : 1.700 mm

2.2.6. - Saint-Benoît

La première repousse a été récoltée bien dans son cycle et a donné des résultats très satisfaisants surtout en DEBUT de campagne. En début, les deux variétés donnent les mêmes résultats alors que la R 570 se montre nettement meilleure que la R 569 en FIN.

	VARIETES	TC/ha	TSE/ha	PLUIES
DEBUT	R 570	138	14,8	3.090
	R 574	140	14,9	
FIN	R 570	119	12,8	2.970
	R 569	108	11,5	

2.3. - Comparaison aspersion goutte-à-goutte

Cet essai, terminé en 1985, n'est pas intégré au programme précédemment défini. Installée à Bassin-Plat depuis 1981, cette action compare l'irrigation au goutte-à-goutte à l'aspersion. L'irrigation est réalisée pour le goutte-à-goutte par un système de gaine BIWALL enterrée et pour l'aspersion par une couverture totale en 12 x 12 m.

	R %	TC/ha	TSE/ha	DOSES BRUTES	DOSES NETTES
Aspersion	15,1	99,3	11,5	580	435
Goutte-à-goutte	15,7	85,4	10,4	360	340

On remarque des tonnages faibles attribuables à une campagne d'irrigation courte (Novembre 84 à Juillet 85). Il ressort de ces résultats, des richesses comparables et un rendement/ha plus faible pour le goutte-à-goutte ayant reçu moins d'eau.

Observant l'efficiencia de l'eau en doses nettes pour le sucre, les résultats sont comparables :

- * Aspersion 2.6 Kg SE/m³
- * Goutte-à-goutte 3.0 Kg SE/m³

Par contre, en faisant la même comparaison sur les doses brutes :

- * Aspersion 1.98 Kg SE/m³
- * Goutte-à-goutte 2.89 Kg SE/m³

Ce qui tend à démontrer une fois de plus que pour une culture en couverture totale, l'intérêt du goutte-à-goutte réside essentiellement dans l'économie d'eau réalisée par la meilleure efficacité du réseau :

- * Aspersion 75 %
- * Goutte-à-goutte 95 %

2.4. - Date de sevrage avant récolte

Cet essai également n'est pas inclus dans le protocole précédemment défini. Arrivé à son terme en 1985, il a fait l'objet d'une étude approfondie actuellement en cours. Seuls sont présentés ici des résultats de synthèse.

Historique

Une longue expérimentation conduite sur la station de Ligne Paradis de 1973 à 1980 n'avait donné aucun résultat satisfaisant. En 1979, un autre essai de même type fut démarré, à proximité de la station IRAT sur la propriété de M. PEYRON pour tenter d'apporter une réponse définitive à ce problème. Cet essai fut conduit pendant cinq repousses de 1980 à 1985 (variété R 570). Ce sont ces résultats qui sont exploités ici.

Objectif

Pour favoriser la maturation de la canne à sucre, il est recommandé de diminuer progressivement, ou d'arrêter complètement l'irrigation quelque temps avant la récolte.

C'est la date de l'irrigation (sevrage) que cet essai se propose de déterminer. L'intérêt de cette pratique est multiple car, outre l'amélioration de la maturation, elle permet de réaliser une économie d'eau, à une époque où l'efficacité de l'irrigation n'est peut-être pas économiquement rentable du fait de la diminution de la température et de l'ETP ; ces derniers aspects sont toutefois à démontrer. Enfin, il ne faudra pas oublier que si la durée du sevrage est liée au besoin en eau, elle est également en étroite relation avec les caractéristiques hydro-dynamiques du sol.

L'ensemble de ces connaissances peut donc conduire à une meilleure maîtrise de l'irrigation, sur un plan local, et une meilleure compréhension suffisante du phénomène pour réaliser l'extrapolation à d'autres conditions de sols et de climat.

Méthodologie

* Dispositif expérimental

L'effet du sevrage est étudié pour trois périodes de coupe :

- récolte de début (fin Août),
- récolte de milieu (début Octobre)
- récolte de fin (fin Novembre).

Pour chacune de ces répétitions, un essai en bloc de FISHER (4 traitements x 6 répétitions) a été installé.

Traitements

1. - Arrêt six mois avant la récolte.
2. - Arrêt quatre mois avant la récolte.
3. - Arrêt deux mois avant la récolte.
4. - Irrigation conduite jusqu'à la récolte.

Exploitation des résultats

- Analyse de la variance intra et inter annuelle.
- Caractérisation hydrique du sol.
- Analyse du bilan hydrique simulé.
- Analyse fréquentielle de la pluviométrie afin de situer climatiquement les cinq années d'expérimentation.
- Analyse des composantes principales.
- Collationnement des données climatiques (essentiellement la température) et liaisons avec la croissance et les rendements.

Résultats

Les résultats de récoltes des cinq années d'expérimentation sont détaillés dans les neuf tableaux de l'annexe 1. On remarque que l'année 1983, marquée par une sécheresse particulièrement grave, présente, malgré l'irrigation, les résultats en TC et TSE les plus mauvais ; le suivi du bilan hydrique de cette année est défavorable par rapport aux autres années et plus particulièrement la somme de ETR de la période de sevrage. Alors que pour les 4 autres années, ces données sont du même ordre de grandeur.

L'analyse de la variance montre, pour chacune des années étudiées, une réponse **non significative** entre les quatre traitements. Les CV sont normaux sauf pour l'année 1983 où ils apparaissent particulièrement élevés à la fois pour le TC et TSE. L'étude inter-annuelle de la variance est plus décevante car elle aboutit à une interaction années x traitements significative alors que les traitements ne sont pas significatifs ; dans ce cas, il n'est pas possible de tirer une conclusion sur l'effet traitement. L'effet année est par contre toujours hautement significatif. **Il ressort donc, finalement, que l'effet de l'année est prépondérant sur les rendements par rapport aux traitements qui n'ont fait apparaître aucune différence significative.**

Cependant, en 1983, année sèche, la réponse des traitements aux rendements en tonnes cannes a été significative. On a ainsi pu appliquer le test de NEWMAN-KEULS (seuil 5 %) qui donne le classement suivant :

TRAITEMENT S	MOYENNE	GROUPES	
6 mois	202,83	A	
0 mois	257,17	A	B
2 mois	515,50		B
4 mois	346,17		B

On peut donc tirer comme conclusion immédiate de cet essai qu'un test de sevrage, tel qu'appliqué, et sur sol à Réserve Utile Forte (RU > 100 mm) ne peut faire apparaître de différences de rendements qu'en année sèche. **Dans ce cas, le sevrage à recommander pour la région de Saint-Pierre, sur cannes de début, est de quatre mois.**

Pour tous les autres cas, les rendements sont statistiquement identiques ; cependant, l'observation des résultats de récoltes montre que les meilleurs résultats sont obtenus en général pour les sevrages de 4 mois. **C'est donc cette donnée qui sera retenue dans la zone de Saint-Pierre sur des sols de type brun ferrallitique à forte RU.**

Possibilité d'extrapolation

Une bonne connaissance des événements climatiques fréquents, des caractéristiques hydriques et hydrodynamiques des sols, des besoins en eau de la canne pour cette période, et du bilan hydrique décadaire permettrait de réaliser une extrapolation facile de ces données sans passer par d'autres essais longs et fastidieux.

C'est ce que l'on se propose de faire afin de valoriser au mieux les données acquises sur cet essai.

2.5. - Suivi agronomique

- mesures de tallage,
- mesures d'élongation,
- mesures de l'humidité des sols à la sonde à neutrons permettant un calcul régulier du bilan hydrique,
- suivi tensiométrique.

A titre d'exemple, figure en annexe l'évolution du stock hydrique de l'essai de PITON ST-LEU. On remarque, entre autres, l'épuisement du stock pendant le mois de Juillet (pluie 5,5 mm) et le ralentissement de la consommation en Août (pluie des deux premières décades = 30 mm) qui peut être imputé soit à la pluviométrie, soit à un ralentissement de la demande à proximité de la récolte.

Des mesures de densités racinaires sont également réalisées ; sur les graphiques en annexe, concernant les essais de sevrage (PERYRON - DEBUT) et de rationnement hydrique (BERIVE), on remarque en particulier :

. PEYRON :

Le sevrage de six mois favorise le développement racinaire profond (plus de 80 cm), alors que les enracinements des deux traitements sont identiques dans l'horizon 0 - 80. On trouve là une explication aux résultats de rendements des cannes de début (cf. 2.6.3.).

. BERIVE :

D'une façon similaire, on constate (cette fois sur tout le profil) un développement racinaire plus important en cannes pluviales. Dans ce cas, il semblerait que la sur-irrigation (120 % de l'ETM) ait limité l'enracinement par asphyxié.

EFFET DU SEVRAGE SUR LE RENDEMENT

A. 11

TC/ha

DEBUT

Sevrage	1981	1982	1983	1984	1985	\bar{M}
6 mois	116,3	136,2	60,4	104,2	117,7	106,9
4 mois	114,5	154,1	103	110,6	116,9	119,8
2 mois	120,8	150,7	93,9	108,7	121,7	119,2
0 mois	127	158,7	79,5	102,8	112,7	116,1
Moyenne	119,6	149,9	84,2	106,6	117,2	115,5

MILIEU

Sevrage	1981	1982	1983	1984	1985	\bar{M}
6 mois	110,3	136	88,6	132,6	80,7	109,6
4 mois	101,2	137,3	97,8	129,3	93,1	111,7
2 mois	110,5	152,7	95,5	130,7	91,1	116,1
0 mois	103,6	123,5	87,3	130,7	95,5	108,1
Moyenne	106,4	137,4	92,3	130,8	90,1	111,4

FIN

Sevrage	1981	1982	1983	1984	1985	\bar{M}
6 mois	108,3	124,3	100,9	103,2	/ / / / /	109,2
4 mois	117,7	133,2	104,5	100,5	/ / / / /	114
2 mois	126	129,6	111,8	100,8	/ / / / /	117
0 mois	134,1	119,2	119,1	105,7	/ / / / /	119,5
Moyenne	121,5	126,6	109,1	102,5	/ / / / /	114,9

EFFET DU SEVRAGE SUR LE RENDEMENT

A. 12

DEBUT

R %

Sevrage	1981	1982	1983	1984	1985	\bar{M}
6 mois	13,46	14,80	16,98	16,03	15,97	15,45
4 mois	13,12	13,60	16,55	15,88	15,92	15,01
2 mois	13,07	14,01	15,19	15,82	15,70	14,76
0 mois	12,73	13,74	15,10	14,76	16,10	14,49
Moyenne	13,09	14,04	15,95	15,62	15,92	14,93

MILIEU

Sevrage	1981	1982	1983	1984	1985	\bar{M}
6 mois	15,33	14,95	16,42	16,27	16,68	15,97
4 mois	15,25	14,80	16,14	16,57	17,0	15,95
2 mois	15,11	13,89	15,63	16,08	17,12	15,57
0 mois	14,24	14,22	15,04	15,48	16,74	15,14
Moyenne	15,03	14,46	15,81	16,10	16,88	15,66

FIN

Sevrage	1981	1982	1983	1984	1985	\bar{M}
6 mois	16,52	15,43	15,79	16,90		16,16
4 mois	16,31	15,41	16,21	17,81		16,43
2 mois	15,54	15,46	15,90	16,77		15,92
0 mois	13,81	14,97	15,35	16,73		15,21
Moyenne	15,54	15,32	15,81	17,05		15,93

EFFET DU SEVRAGE SUR LE RENDEMENT

A. 13

DEBUT

TSE/ha

Sevrage	1981	1982	1983	1984	1985	\bar{M}
6 mois	11,8	15,4	8,0	12,9	14,6	12,5
4 mois	11,2	15,8	13,3	13,6	14,4	13,7
2 mois	11,9	15,9	11,0	13,3	14,7	13,4
0 mois	12,0	16,4	9,2	11,6	13,9	12,6
Moyenne	11,7	15,9	10,4	12,8	14,4	13,0

MILIEU

Sevrage	1981	1982	1983	1984	1985	\bar{M}
6 mois	13,2	15,6	11,3	16,8	10,7	13,5
4 mois	11,9	15,5	12,3	16,7	12,4	13,7
2 mois	12,8	16,0	11,5	16,3	12,2	13,8
0 mois	11,2	13,3	10,1	15,6	12,3	12,5
Moyenne	12,3	15,1	11,3	16,3	11,9	13,4

FIN

Sevrage	1981	1982	1983	1984	1985	\bar{M}
6 mois	13,9	14,8	12,3	13,6		13,6
4 mois	14,9	15,7	13,2	14,1		14,5
2 mois	15,1	15,4	13,8	13,2		14,4
0 mois	13,9	13,7	14,1	13,8		13,9
Moyenne	14,4	14,9	13,3	13,7		14,1

1. Sur les résultats annuelsTC/ha

Années	CV		
	P1	P2	P3
1981	13,4	10,1	8,2
1982	9,0	12,6	9,5
1983	24,8	13,6	13,6
1984	11,8	11,6	13,0
1985	9,1	17,0	-

TSE/ha

Années	CV		
	P1	P2	P3
1981	16,9	11,2	8,7
1982	7,7	10,7	7,7
1983	26,2	13,8	9,7
1984	9,9	10,2	13,3
1985	1,1	16,8	-

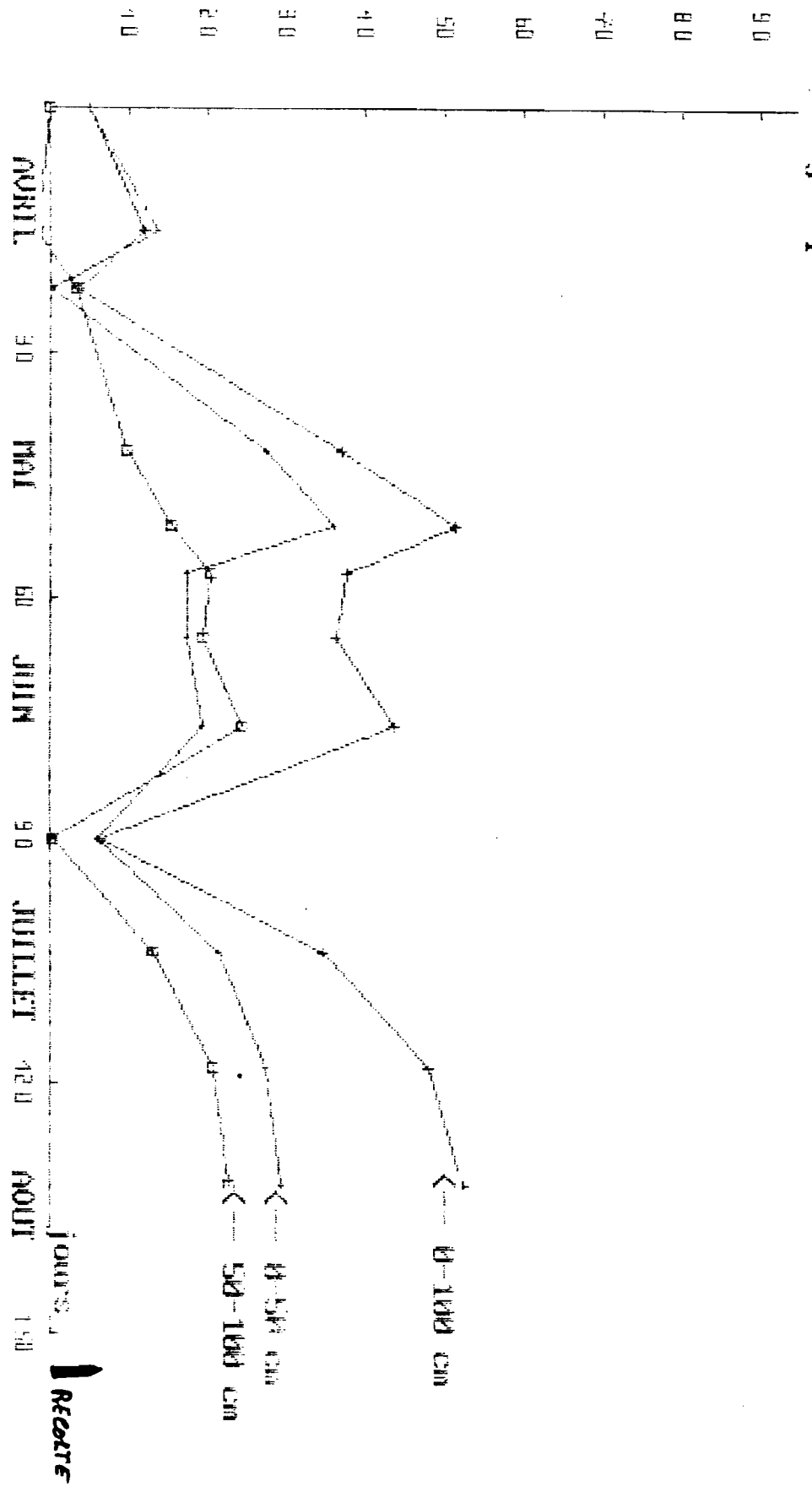
2. Variations inter-annuellesTC/ha

Variations	Significativité		
	P1	P2	P3
Années	HS	HS	HS
Traitements	HS	NS	NS
Interactions	NS	HS	S
CV	14 %	13 %	10 %

TSE/ha

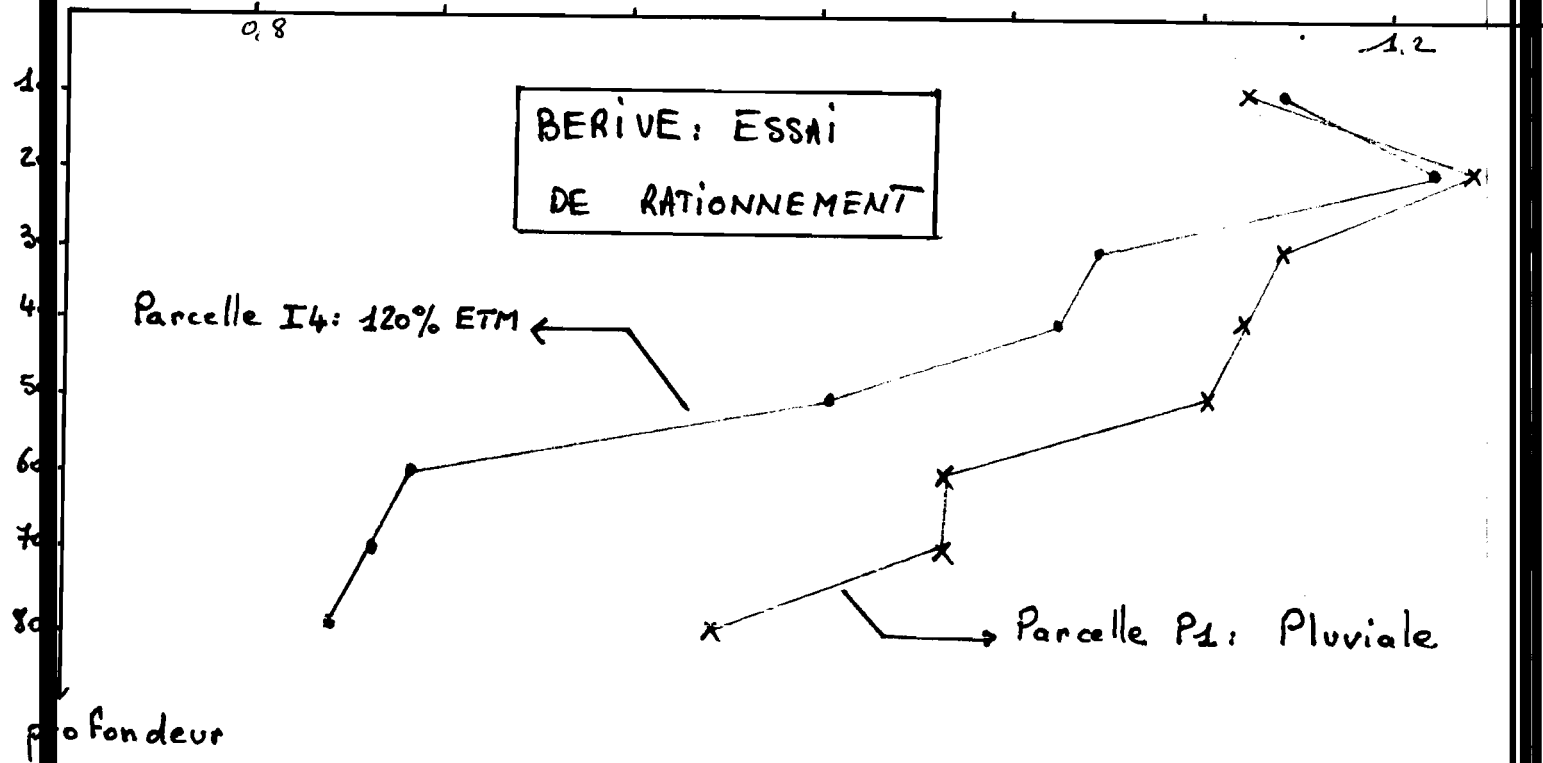
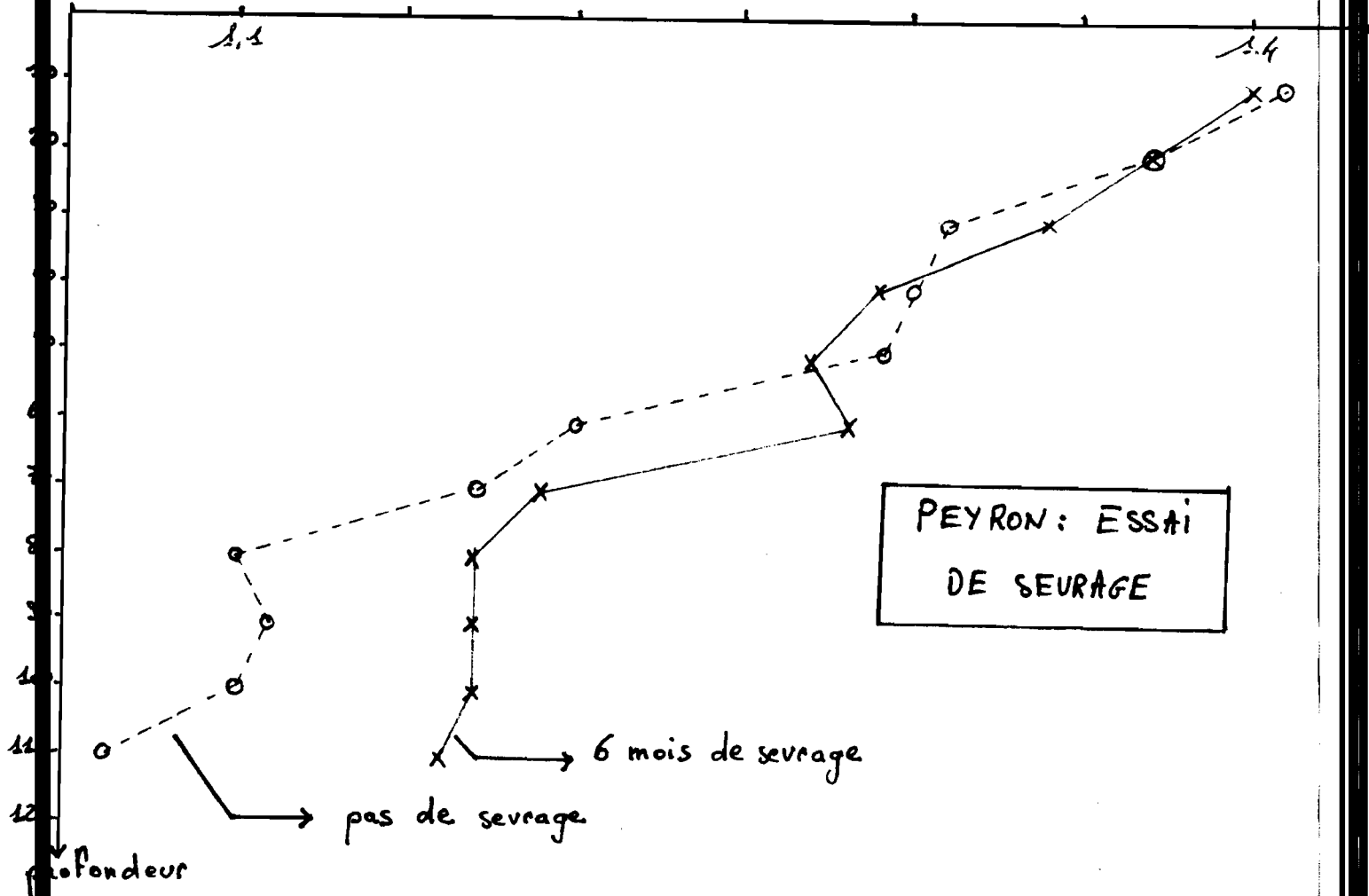
Variations	Significativité		
	P1	P2	P3
Années	HS	HS	HS
Traitements	NS	NS	NS
Interactions	S	HS	HS
CV	13,8	12,4	4 %

deficit hydrique (mm)



EVOLUTION DU STOCK HYDRIQUE (écart à la capacité de rétention): PITON-SAINT-LÉO - coupe le 5/9/85.

Reçotte



_ PROFIL RACINAIRE _

III. SOUS-PROGRAMME BIOCLIMATOLOGIE

Cette activité revêt deux aspects :

- la gestion du réseau climatologique de l'IRAT,
- l'étude du déterminisme des facteurs climatiques sur l'élaboration du rendement de la canne.

3.1. - La gestion du réseau d'observations climatiques de l'IRAT

Ce réseau comprend 16 stations (cf. annexe) fournissant environ 11.000 données par mois à partir d'une centaine de capteurs. Pour assurer un bon fonctionnement (qui inclut d'une part les réparations, réétalonnages et contrôle des capteurs, d'autre part la saisie, le contrôle, le dépouillement, l'édition et l'expédition de données), l'embauche d'un technicien réunionnais est nécessaire. Elle permettra également à l'Ingénieur chargé du programme de se consacrer plus longuement aux relations canne-climat qui doivent maintenant être considérées comme prioritaires.

3.1.1. - Le réseau CIMEL

Il s'agit du premier réseau de stations météorologiques automatiques à mémoires EPROM mis en place dans les régions intertropicales (1983).

Une nouvelle station a été installée, à la demande d'E.D.F., sur le site du chantier hydroélectrique de Bébourg, et donne jusqu'à présent entière satisfaction, du fait des adaptations mises au point à la Réunion (en 1984) pour des conditions climatiques difficiles (forte humidité de l'air et pluviosité importante). Le réseau, ainsi porté à 8 stations, permet de recueillir environ 9.000 données mensuelles avec un pas de temps de 3 heures ou de 24 heures selon les paramètres climatiques. Toutefois, fin 1986, la capacité de stockage des disquettes 5" (Apple 2) aura été pleinement utilisée et il sera nécessaire de disposer avant cette date d'un matériel plus performant pour ne pas entraîner de pertes de données.

Des batteries à dépoliarisation par air ont été placées sur l'ensemble des sites pour alimenter les stations CIMEL ; elles donnent une autonomie de fonctionnement d'au moins un an, alors qu'un changement mensuel était nécessaire auparavant.

Tous les anémomètres ont été réétalonnés cette année et deux capteurs d'humidité ont été changés du fait d'un blocage à 100 %. Une seule centrale d'acquisition des données a connu une panne de composant (PIERREFONDS) et a été réparée par l'agroclimatologue de l'IRAT-ST PIERRE.

Le programme de routine associé aux stations CIMEL s'est déroulé normalement (avec l'aide de stagiaires). Il comprend l'entretien des parcs agroclimatiques (1.000 m²), le transfert, le contrôle, le stockage, l'impression et l'expédition des données.

Enfin, les mesures complémentaires de rayonnement global permettent, en collaboration avec le Service Régional de Météorologie et l'Université, de disposer d'un réseau de 17 points de mesures sur l'île de la Réunion. Dans les années à venir, la banque de données ainsi constituée sera tout à fait intéressante pour les utilisateurs de l'énergie solaire.

3.1.2. - Le réseau traditionnel

Il fournit près de 2.000 données par mois qui sont dépouillées, contrôlées et corrigées si nécessaire, stockées sur disquette, éditées et envoyées à des utilisateurs. Il comprend principalement :

- d'une part, un réseau de bacs de classe A, à relevés quotidiens, mis en place à partir de 1980 dans la zone Ouest de l'île,

- d'autre part, quatre stations climatologiques intégrées au réseau du Service Régional de Météorologie (Ligne-Paradis, Hermitage-Longuet, Colimaçons et Petite-France-IRAT).

L'année 1985 a été marquée par la mise au point définitive de logiciels de saisie, stockage, lecture, copie, modification, interprétation et combinaison de données (sur APPLE). Ces programmes nommés TCMI, METEOG, COPMET, AFICH, COMB 1 et COMB 2 peuvent être diffusés aux personnes intéressées.

Enfin, l'IRAT dispose maintenant d'une banque de données complète sur l'évaporation mesurée au Bac de Classe A à la Réunion (sites IRAT + ceux de la METEO). Elle nous servira prochainement de référence pour une étude approfondie.

3.2. - Etude du déterminisme des facteurs climatiques sur l'élaboration du rendement de la canne

* Les études menées pendant deux ans sur le site de Savannah sur canne irriguée au goutte-à-goutte par les Sucreries de Bourbon, ont fait l'objet d'une publication. Outre la mise en évidence d'une sur-irrigation, les trois principaux résultats obtenus sont les suivants :

- le maximum de tallage (90.000 à 120.000 tiges/ha pour la variété R 570) n'a pas d'influence sur le rendement final, dès lors que les besoins en eau sont satisfaits pendant la croissance.

- à Savannah, le rayonnement global est bien corrélé à l'évaporation du bac de Classe A ; cette mesure simple, automatisée et peu sensible aux effets microclimatiques peut donc servir, localement, au calcul des doses d'irrigation.

- pour des besoins en eau satisfaits, l'élongation des cannes R 570 a pu être exprimée en fonction de sommes de températures diminuées d'un seuil de 12°C, au moins jusqu'à des longueurs de 2,50 mètres.

* Sur le réseau des six points d'essais du programme BIC (Bioclimatologie et Irrigation de la Canne à sucre), les mesures d'élongation ont débuté en 1985 et nous avons tenté de faire une synthèse des 9 sites de mesures portant sur des cannes irriguées de variété R 570, qui est la seule présente sur tous les sites.

Pour chacune des séries, on note d'importantes différences concernant les dates de coupe ou de plantation (réparties du mois d'Août à celui de Mars). D'autre part, certaines cannes sont vierges, d'autres en première repousse. Enfin, les conditions climatiques auxquelles sont exposées les cannes sont très différentes selon les sites du réseau multilocal.

Malgré la multiplicité des causes de variabilité, la température apparaît comme le principal facteur climatique explicatif de la croissance. Nous nous sommes inspirés des résultats de Savannah pour exprimer les élongations en fonction des sommes de températures moyennes journalières (T) diminuées d'un seuil (To).

Le meilleur résultat, obtenu pour $T_0 = 12^\circ\text{C}$, est illustré en annexe 2. La courbe est une sigmoïde dont la portion, correspondant à des longueurs de canne de 40 à 280 cm, est assimilable à une droite.

Ce résultat renforce et complète les hypothèses formulées précédemment, à ce sujet, lors de l'étude agroclimatique de Savannah.

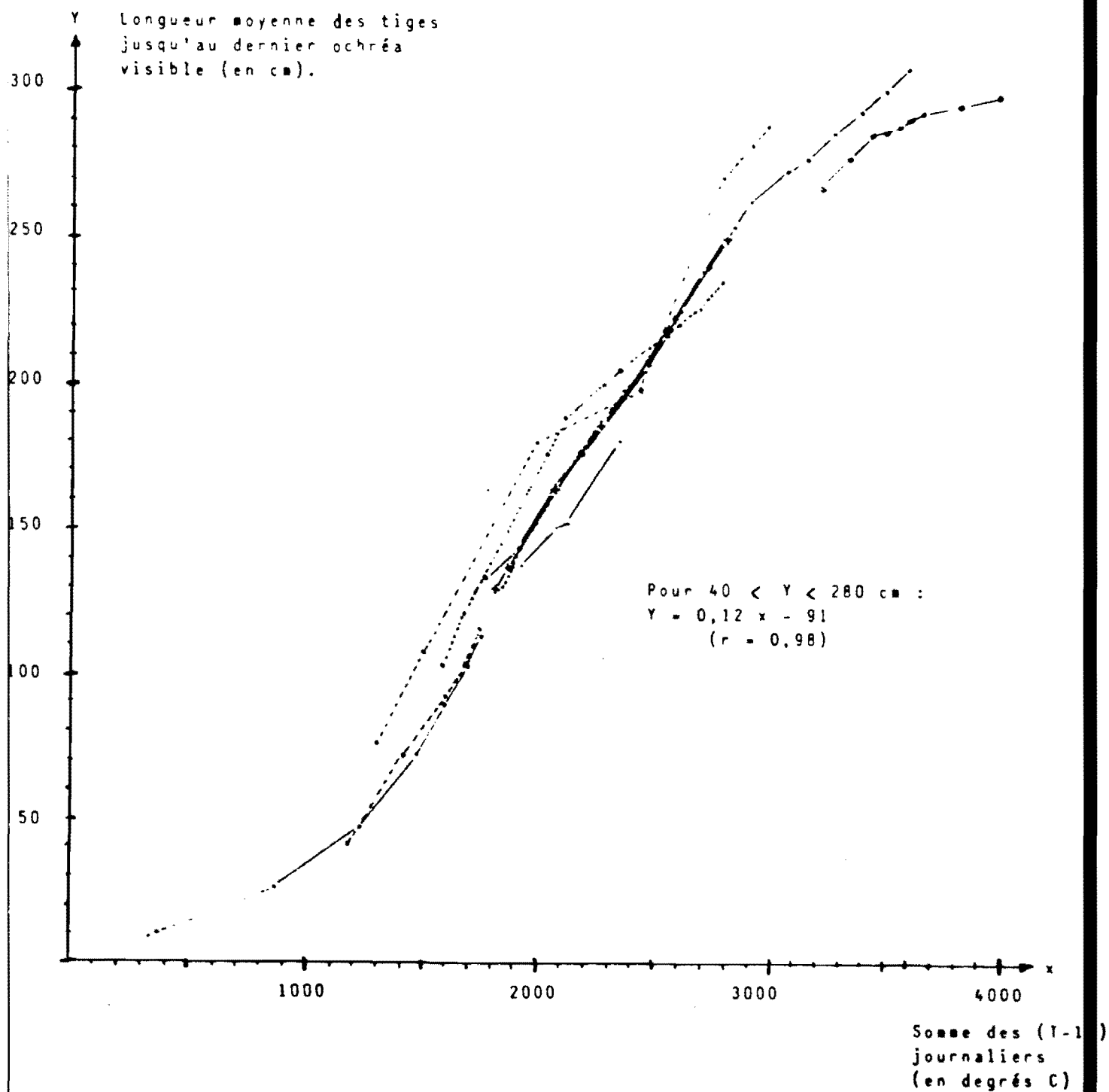
LES DONNES METEOROLOGIQUES DE L'IRAT

LIEU GEOGRAPHIQUE DES POSTES	Altitude (en mètres)	RELEVÉ MANUEL ET/OU MECANIQUE					RELEVÉ AUTOMATIQUE (CIMEL)									
		P	Tmin	Tmax	EVB	Ep	Ins	P	Tmin	Tmax	Tmoy	H.R.	Hum.	Vent	RG	
ETANG-SALE-LES-BAINS	10				x											
SAVANNAH	12		x	x												x
PIERREFONDS	42				x			x	x	x	x	x	x	x	x	x
SAINT-BENOIT (CERF)	45				x			x	x	x	x	x	x	x	x	x
LIGNE-PARADIS	150	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
MON CAPRICE	260	x														
TERRE-ROUGE (BERIVE)	320				x			x	x	x	x	x	x	x	x	x
HERMITAGE-LONGUET	450	x			x											
PITON-ST-LEU (CFPPA)	550				x			x	x	x	x	x	x	x	x	x
LE TAMPON	630															x
TAN-ROUGE	725	x			x											
COLIMACONS	780	x	x	x	x	x	x									x
TROIS-BASSINS	990				x			x	x	x	x	x	x	x	x	x
GRAND-COUDE	1170															x
BEBOURG (EDF)	1205							x	x	x	x	x	x	x	x	x
PETITE-FRANCE-IRAT	1380	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x

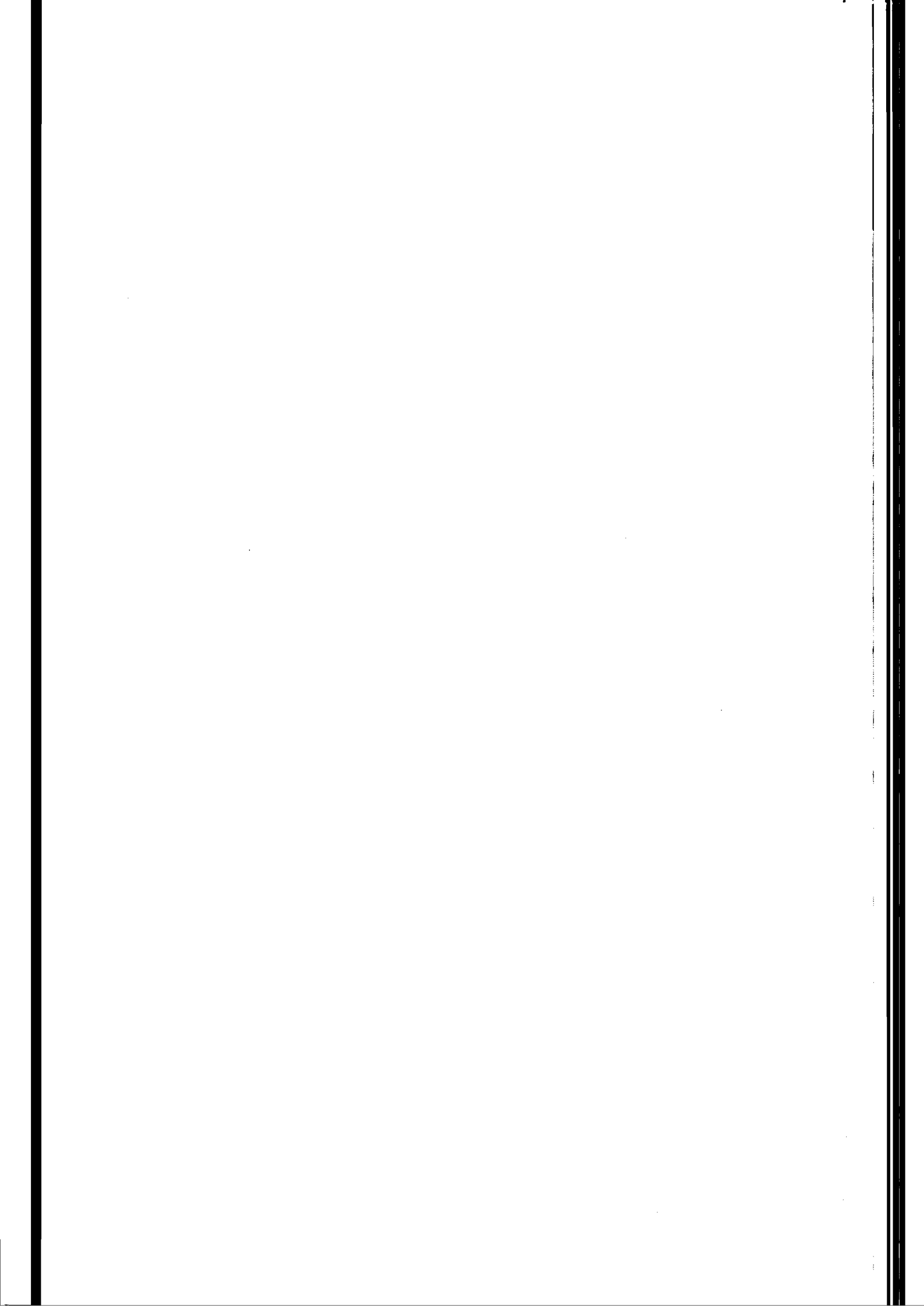
P = Pluie
T moy = Température moyenne
Ins = Durée d'insolation
Hum. : Humectation

Tmin = Température minimum
EVB = Evaporation Bac Classe A
RG = Rayonnement Global

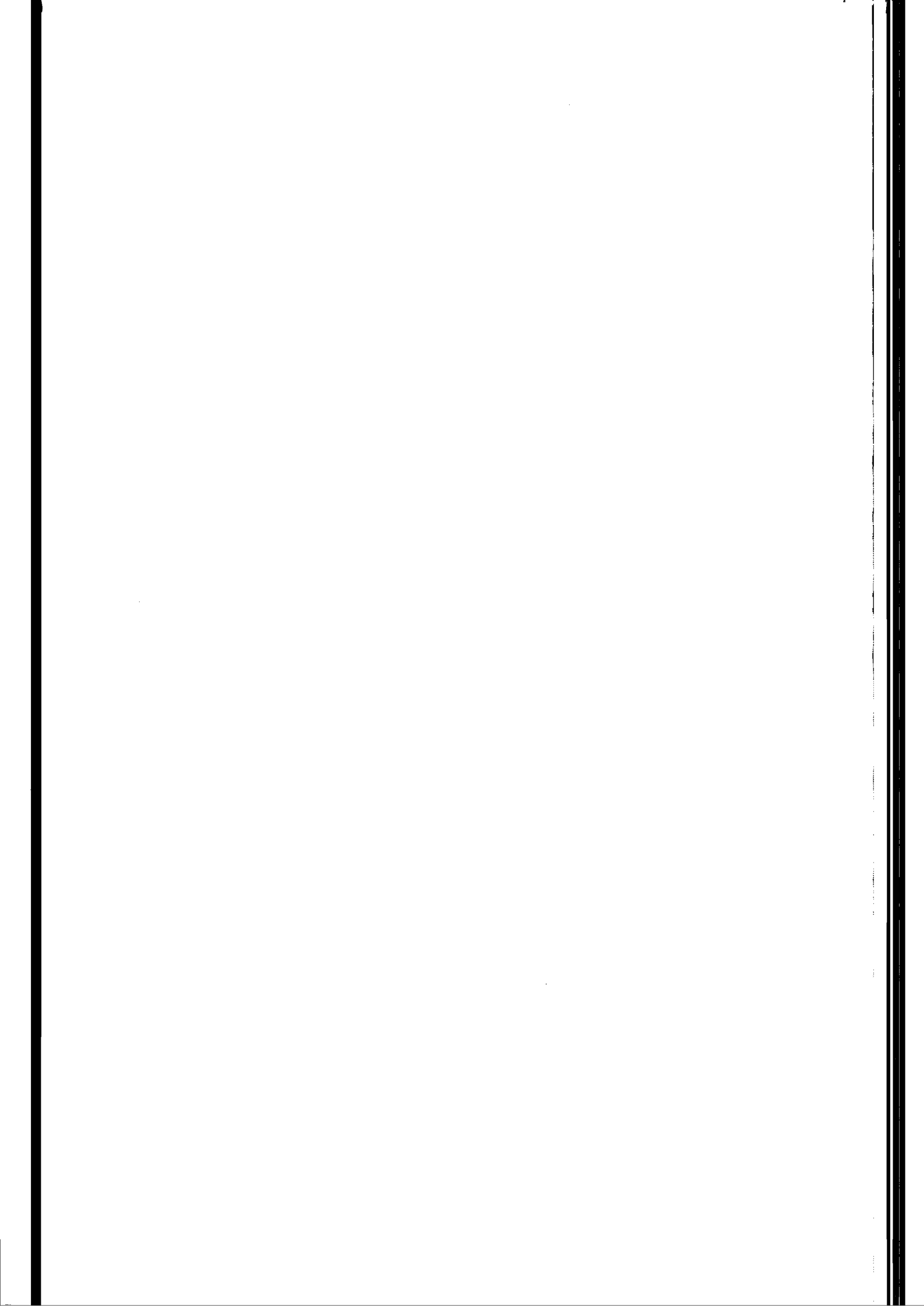
Tmax = Température maximum
Ep = Evaporation Piche
H.R. = Humidité Relative



RELATION ENTRE LA CROISSANCE DE LA CANNE
ET LES SOMMES DE TEMPERATURES DIMINUEES DE 12°C



CANNE A SUCRE



LUTTE CONTRE LES INSECTES RAVAGEURS DE LA CANNE A SUCRE

En 1985, le Laboratoire d'Entomologie a abordé deux questions relatives aux attaques des insectes sur cannes :

- le ver blanc : *Hoplochelus marginalis*
- le borer ponctué : *Chilo sacchariphagus*

A. Le ver blanc de la canne : *Hoplochelus marginalis*

Actuellement en expansion dans l'Ile et provoquant parfois de graves dégâts sur le front d'attaque, c'est le principal ravageur de la canne. Les activités de l'IRAT revêtent deux aspects :

- meilleure connaissance de la biologie du ravageur,
- études des pratiques culturales minimisant les pertes dues au ver blanc et mise en oeuvre de la lutte biologique.

I. ETUDES COMPLEMENTAIRES SUR LA BIOLOGIE DE H. MARGINALIS

1. Vol des adultes (campagne 1984-85)

1.1. - Fréquence des captures au piège lumineux

Le premier vol enregistré durant la campagne 1984-85 a eu lieu le 11 Novembre, après une pluie de 16 mm tombée la veille.

Après une période de vol de faible intensité (une quinzaine par jours), on enregistre une recrudescence des vols à partir du 28.11, les maxima étant enregistrés entre le 8 et le 29.12, où l'on a compté plus de 8.500 adultes capturés en une seule soirée (21.12). A partir du 10 Janvier, les vols deviennent négligeables. Ces données sont issues d'un piège placé à 550 m d'altitude (Bellemène Saint Paul).

1.2. - Heures de vols

Dans les mêmes conditions de lieu et de dates, on a noté que les vols débutent dans 3/4 des cas entre 19 et 26 minutes après l'heure du coucher du soleil.

1.3. - Durée du vol

Celle-ci varie selon l'importance du vol. En début (11 au 28.11) et fin période de vol, il dure entre 10 et 25 minutes, atteignant 50 minutes à 1 heure au moment des vols massifs (10 au 30.12). A partir du 10.01, la durée du vol baisse progressivement d'une demi-heure à une dizaine de minutes.

2. Alimentation des adultes

Une observation suivie durant 2 mois (18.11.85 au 17.01.86) sur 25 mètres linéaires d'une haie de faux poivriers (*Schinus terebinthifolius*) a montré que les adultes en alimentation s'aggrègent très régulièrement sur les extrémités de la haie, ne représentant que 8 mètres de l'ensemble.

Cette étude demanderait à être renouvelée sur une plus grande échelle afin de savoir définitivement si une lutte chimique contre les adultes est réaliste. En effet, s'il apparaissait des points d'aggrégation stables, ceux-ci pourraient faire l'objet de traitements dirigés (Point d'étude : Bellemène St Paul).

3. Reproduction de *Hoplochelus*

3.1. - Fréquence des accouplements

Le dépôt des oeufs débute quelques jours après l'accouplement. Durant la campagne 1984-85, ceux-ci ont eu lieu en grande majorité du 27.11 au 25.12. Les données correspondantes sont très semblables durant la campagne 1985-86, où les couples ont été essentiellement retrouvés entre le 24.11 et le 27.12.

On en conclut que le mois de Décembre correspond au mois de ponte et que les oeufs apparaîtront en grand nombre à partir du 15 Décembre.

Les observations ont également montré que les accouplements avaient lieu sur les repousses de canne dans 97,7 % des cas, par rapport à une haie de faux poivriers placée en parallèle.

3.2. - Importance des pontes des femelles

A partir de 50 femelles accouplées, placées individuellement dans un milieu favorable à la ponte (terre légère humidifiée), on a pu évaluer le nombre moyen d'oeufs produits par femelle : 21,5 oeufs, les extrêmes allant de 6 à 59. Ce nombre paraît faible, comparé à nos observations précédentes.

4. Seuils de tolérance - Importance des pertes en fonction de la densité de vers blancs (Campagne 1985)

4.1. - Seuil de tolérance

Le critère choisi pour estimer le seuil de tolérance est le nombre de vers blancs nécessaires pour provoquer la verse des souches de canne (celles-ci viennent alors facilement à la traction manuelle et sont dénommées "souches faibles", par opposition aux souches résistantes à la traction et possédant un système racinaire encore développé, appelées "souches solides").

Compte tenu des nombreux facteurs de variation (âge et variété de la plantation, sol, pluviométrie, pierrosité du terrain...) le seuil de tolérance varie d'un champ à un autre ; on peut néanmoins dégager une moyenne. Ainsi, depuis 4 ans, l'IRAT estime ce seuil au niveau suivant (Tableau 1)

TABLEAU 1 : ESTIMATION DU SEUIL DE TOLERANCE

ANNEE	NOMBRE MOYEN DE VERS BLANCS/SOUCHE	NOMBRE MOYEN DE VERS BLANCS/CANNE USINABLE (1)
1982	3 à 5	
1983	5 à 8	
1984	4 à 6	1,0
1985	5 à 6	0,7

Ceci signifie qu'un champ de canne peut supporter des populations de 30.000 - 40.000 vers blancs/hectare sans dommage important et justifie la stratégie "vivre avec le ver blanc".

(1) On s'est aperçu en cours d'étude que la "souche" pouvait avoir une importance variable (6 à 10 tiges usinables/souche selon les cas) et qu'il était plus précis d'utiliser le critère "nombre de ver blanc/canne usinable".

4.2. - Pertes estimées

En ce qui concerne les pertes, les données recueillies en 1985 pour une vingtaine de champs d'âges différents indiquent le niveau de perte suivant, en fonction du nombre de vers blancs par souche (coefficient de corrélation $r = 0,76$).

- Nombre de vers blancs/souche :	0	1-5	6-10	> 10
- % moyen de perte en tonnage :	0 %	11 %	19 %	30 %

Si l'on se base sur les résultats de la prospection effectuée par la F.D.G.D.E.C. au courant de l'année (1), on peut raisonnablement évaluer à environ 15-20 % les pertes moyennes en tonnage dues à *Hoplochelus* dans la zone des principales attaques. Ceci recoupe convenablement les données répertoriées par le D.D.A. au niveau des centres de Savannah et de Vue-Belle qui réceptionnent les cannes venues des zones infestées.

Il apparaît que les plantations anciennes (> 10 ans) enregistrent les pertes/ver blanc les plus importantes, confirmant l'intérêt de la replantation.

II. LUTTE CONTRE LE VER BLANC ET MINIMISATION DES PERTES

2.1. - Evolution des touffes "faibles" et "solides" en repousse

La définition des touffes "faibles" et "solides" a été donnée au paragraphe 4.1. Le suivi a été effectué sur 3 champs plantés durant la campagne 1982-83 (DAMBREVILLE, LEGROS, CELESTIN). Durant la période de coupe en vierge (fin 1984), il a été marqué dans chaque champ 30 touffes faibles et solides à la peinture indélébile. On a caractérisé ces touffes par des critères de rendement (nombre, longueur, poids, diamètre des tiges), puis effectué des contrôles réguliers en première repousse 1985.

On remarque une mortalité des touffes d'environ 10 % représentant une évolution habituelle lorsqu'un champ vieillit :

- une souche sur deux fortement attaquée par les vers blancs en vierge peut redévelopper un système racinaire important en repousse, alors que le phénomène inverse (une souche "solide" devenant "faible") ne survient qu'une fois sur 5. Il apparaît que des souches "faibles" dans un champ replanté ont dès le départ un nombre de cannes inférieur à celui des souches "solides" (1/3 en moins). Si le nombre d'entre-nœuds est équivalent, la longueur et les diamètres moyens haut et bas des tiges sont également inférieurs (67 % - 88 % - 86 % respectivement), entraînant un poids moyen/canne plus faible. En repousse, ce retard s'accroît.

(1) Rapport d'activité concernant les actions menées par la F.D.G.D.E.C. dans le cadre de la lutte contre le ver blanc Hoplochelus marginalis Fair (du 01.04.85 au 31.10.85), page 53.

Il apparaît donc une conclusion importante rejoignant d'ailleurs les conseils techniques habituels, mais dont l'intérêt apparaît encore renforcé en zone infestée par le ver blanc : un soin particulier doit être apporté à la qualité des boutures à la replantation : âge des cannes servant aux boutures, bon état sanitaire, qualité des bourgeons, traitement aux fongicides, bonnes conditions de culture afin d'assurer un départ abondant des talles et installer un bon système racinaire. Il devrait également être décidé une date au-delà de laquelle on ne pourrait plus replanter dans la zone infectée actuelle, fonction des dates de pluviométrie.

2.2. - Lutte à l'aide d'attractifs chimiques en vue de la destruction des adultes

Les insectes emploient de nombreux "messages" chimiques, base de leur comportement inter-individu (reproduction, aggrégation sur site d'alimentation ou site de ponte...). Cela est le cas des adultes de vers blancs.

Un certain nombre de produits connus pour être des attractifs de hannetons ont été essayés, ainsi que des composés susceptibles de l'être suite à des observations ponctuelles (phenol, eugenol, trans-anethol, acetate d'iso-amyle, géranol, pastis, essence de faux poivrier (1)).

Les premières conclusions sont décevantes. Néanmoins, deux produits (trans-anethol et acetate iso-amyle) attirent près de 65 % des adultes mâles et femelles capturés, bien que l'attrance ne soit pas très marquée. La méthode expérimentale utilisée peut en être la cause et les observations doivent se poursuivre. En revanche, l'essence de faux poivrier (dont on sait qu'il s'agit d'une plante hôte de *Hoplochelus*) semble prometteuse. Essayée en fin de période de vol, donc à un moment où la densité des adultes est réduite, elle a attiré proportionnellement un nombre d'adultes non négligeable. A signaler que l'anethol attire également un autre coléoptère peu éloigné des Melolonthidae (famille de *Hoplochelus*) : *Hoplia* sp. (retusa ?).

2.3. - Le ver blanc et les conditions édaphiques (sol-eau)

Un essai a été mis en place sur une parcelle irriguée en goutte-à-goutte des Sucreries de Bourbon à Savannah afin de confirmer l'inaptitude de certains sols à permettre la survie des vers blancs. Il consistait à placer des femelles accouplées sous cage afin de constituer des populations témoins dans ces sols et de suivre leur évolution.

Deux conclusions apparaissent :

- ce type de sol ne permet pas le maintien de *Hoplochelus* : passage de 45 vers blancs/cage (03.01.85) à 0,3 vers blancs/cage (13.03.85).

- un milieu trop sec empêche l'installation de *Hoplochelus*

(1) Distillée par le laboratoire de génétique des plantes à parfum (F. DEMARNE)

D'après une étude morphopédologique récente (RAUNET, 1985), il apparaît que les sols de Savannah sont riches en argile de type "Montmorillonite", définissant des "vertisols". Cette argile gonfle sous l'action de l'eau qu'elle met en réserve ; elle est caractérisée par une richesse particulière en particules fines (0-2 μ). Il apparaît que certains sols ne permettent pas la survie des vers blancs et une étude serait utile (type de sols, surface estimée).

2.4. - Observations sur les essais de comportement (mis en place par le C.E.R.F.)

Une série d'essais variétaux destinés à étudier le comportement de certaines variétés a été mise en place par le CERF (3 à ce jour). Le premier a été implanté en 1983 chez un propriétaire de Bellemène St Paul (M. CELESTIN) et la récolte en vierge est intervenue début Août 1985. Huit variétés ont été comparées au témoin R 570, sur un essai Blocs de Fisher à 5 répétitions de parcelles de 5 rangs de 10 mètres. L'IRAT a assuré les prélèvements de vers blancs afin d'établir une liaison entre densité de vers blancs et rendements (vierges + repousses). Les comptes ont été effectués en Octobre 1985 dans l'interligne afin de ne pas détruire la canne et à une époque où les ravageurs se sont répartis de manière homogène dans les parcelles (cf. études spatio-temporelles, 1984). Il fut creusé 12 trous/parcelle, soient 60 trous/variété. Il se confirme que l'époque était bien choisie (90 à 98 % des vers blancs transformés en nymphes). Les premiers résultats apparaissent au Tableau 2.

TABLEAU 2 : RESULTATS DE L'ESSAI VARIETAL CELESTIN

RANG	RENDEMENT T/HA*		DENSITE VERS BLANCS X/PARCELLE (12 TROUS)		REPOUSSE (MOYENNE/30 ML)			
					NBRE DE TOUFFES		NBRE DE TIGES	
1	R 74/37	139,4	B 63/119	31,3	R 572	56,4	B 63/119	368,4
2	R 574	107,0	R 573	31,8	B 63/119	53,6	R 572	352,2
3	R 570	103,0	R 570	40,2	R 74/37	51,2	R 568	270,2
4	M 2173/63	99,1	R 572	42,1	R 574	50,0	R 74/37	240,2
5	R 572	96,7	R 574	44,8	M 555/60	49,2	R 574	205,8
6	B 63/119	86,0	M 555/60	45,2	R 570	47,6	R 570	177,6
7	R 573	80,7	R 74/37	45,8	R 568	40,2	M 555/60	140,6
8	M 555/60	70,9	M2173/63	58,4	R 573	40,0	R 573	84,6
9	R 568	49,3	R 568	63,6	M2173/63	19,8	M2173/63	29,8
Coefficient de variation	-		34,8 %		9,2 %		65,9 %	

* Données C.E.R.F.

En première analyse, certaines variétés semblent prometteuses (R 572 B 63/119, R 74/37, R 574), mais les données sont surtout discriminantes pour les variétés apparemment peu adaptées aux conditions de milieu (R 573, M 2173/63, M 555/60). Il est nécessaire d'avoir une vue d'ensemble sur plusieurs années et en divers lieux pour juger l'intérêt final des variétés. On peut souligner que l'infestation fut aussi homogène que possible avec ce genre de ravageur (C.V. = 34,8 %), et ceci sans infestation artificielle. A signaler qu'une verse importante a pu entraîner un dessouchage indépendant de l'attaque du ravageur.

2.5. - Essai de destruction précoce des vers blancs en repousse à l'aide de binage en début de cycle

Les observations réalisées en 1984 ont montré que les jeunes stades des vers blancs (oeufs et L 1) sont situés dans les premières centimètres du sol. Les binages sont donc intéressants à plusieurs titres :

- lutte contre les mauvaises herbes,
- suppression des vers blancs avant les dégâts,
- technique utilisable en repousse.

Cinq essais ont donc été réalisés en 1985, utilisant le binage manuel traditionnel à la "gratte" (DAMBREVILLE, LENORMAND, TIBERE, DAMOUR, ZITTE). Sur des parcelles élémentaires de 40 M² répétées 9 fois, on a comparé un témoin (T) non biné à 2 techniques de binage : sur l'interligne uniquement (B1), sur l'interligne + ligne (B2). Des prélèvements effectués en Mai et début Juin 85 (10.05 au 07.06) ont permis d'estimer le taux de réduction des populations selon les conclusions suivantes :

- les résultats sont variables, mais en général très favorables (fréquemment 40 à 50 % de baisse des populations),
- la méthode B2, plus longue, n'est pas supérieure à la méthode B1,
- les binages de Février et de Mars sont supérieurs à ceux de Janvier (vraisemblablement dû au stade oeuf du ver blanc, moins sensible et dominant en Janvier).

2.6. - Méthodes de lutte biologique

2.6.1. - Maladies

2.6.1.1. - Extension et efficacité de *Metarhizium anisopliae* à la Réunion

Quatre nouvelles parcelles ont été traitées en début 1985 (AUBRAS, DIJOUX, TIBURCE, MALLET) avec une attention spéciale à réduire les doses afin de diminuer le coût/ha. Cette réduction s'opère en trois temps : réduction due au seul traitement du sillon et non en plein, dose diminuée d'un indice ($3,3 \cdot 10^{14}$ à $3,3 \cdot 10^{13}$ spores/ha), puis traitement d'un sillon sur deux, en espérant que la maladie gagne

progressivement le sillon non traité. On parvient ainsi à diviser la dose initiale par 60. Outre ces nouvelles parcelles, on a poursuivi les prélèvements sur les essais des années précédentes (1983-1984), au nombre de 8. On a dénombré les larves mycosées au moment du prélèvement, ainsi que celles atteintes au laboratoire après mises en observation. Les résultats sont les suivants :

- la mycose s'est maintenue au cours de trois campagnes (LENORMAND même après replantation (BOYER),
- on retrouve la maladie sur 10 parcelles traitées sur 11 ; il arrive maintenant de plus en plus fréquemment de trouver des individus atteints de champignon sur les parcelles environnantes,
- le niveau de contrôle est en moyenne assez bas (3 % en plein champ, 10 % en comptabilisant les larves malades observées au laboratoire ; précisons cependant que cette évaluation moyenne doit être sous-estimée (comptages espacés de 1 à 2 mois, larves mortes sans sporulation...),
- enfin, il faut se rappeler que le contrôle de *Hoplochelus* ne se fera qu'en ajoutant l'ensemble des techniques de lutte et qu'une fois répandues, les maladies peuvent s'étendre naturellement, leur action étant gratuite.

2.6.1.2. - Production locale de *Metarhizium*

A partir des nombreuses larves mycosées obtenues dans les champs, l'IRAT-REUNION (1) a débuté une production locale, selon la méthode suivante : mixage de larves mycosées + eau (1, 2, 4, 8 larves/litre d'eau), mélange de la solution infestante avec de la tourbe, mise en contact de larve L 3 d' *Hoplochelus* saines obtenues durant les prélèvements avec la tourbe infectée, mise en boîtes plastique. Le contact avait lieu durant une semaine puis les larves étaient placées en observation hebdomadaire. Trois à quatre contacts successifs ont été programmés. L'apparition de la couleur verte (sporulation) a lieu entre 15 et 21 jours après le contact. Les résultats sont les suivants :

- globalement, 1 larve/3 développe une sporulation externe, mais il y a une baisse sensible à partir du 3ème passage,
- avec la valeur de 3,5 larves infectantes, on a obtenu 219 larves mycosées soit un rapport de 1 à 60 environ, qui pourra d'ailleurs être amélioré,
- en effet, la dose la plus forte (8 larves/litre) n'est pas meilleure que la dose la plus faible (1 larve/litre eau). Il semble d'ailleurs qu'un certain nombre de larves meurent avant de sporuler aux doses trop fortes.

(1) Après entretien avec P. ROBERT (INRA LA MINIERE)

2.6.1.3. - Le modèle "CLEMORA" à l'Ile Maurice

L'Ile Maurice a connu au début du siècle (1905-1906 : date présumée d'introduction de *Clemora smithi* des Antilles - 1911 : premières observations agronomiques) un problème de ver blanc analogue à celui auquel est confrontée La Réunion depuis 5 ans avec *Hoplochelus*.

L'étude de l'évolution historique du problème à Maurice montre qu'après une progression d'un foyer primaire (Pamplemousse, 1911), puis de foyers apparus secondairement (1919 - 1924 - 1925 - 1927 - 1931), l'Ile fut envahie vers 1945. A partir de cette période, les dégâts imputés à *Clemora* déclinèrent rapidement et, à l'heure actuelle, ce ravageur est parvenu à un équilibre situé au-dessous d'un seuil économique. Une situation similaire a prévalu à Hawaï, dans le cas de *Anomala orientalis*.

La décroissance des attaques de *Clemora* à Maurice a été suffisamment exemplaire pour que l'on s'attache à en déterminer les causes afin d'en reproduire les effets bénéfiques sur *Hoplochelus* à la Réunion.

Une mission a donc été organisée du 28 Mai au 15 Juin, en liaison étroite avec le Mauritian Sugar Industry Research Institute (M.S.I.R.I.) et l'I.N.R.A./La Minière (M. P. ROBERT). Après un grand nombre d'observations (poursuivie également en relation avec l'I.N.R.A./St Christol : observations en microscopie électronique), il a pu être détecté :

- de nombreuses larves présentant le symptôme des "taches noires",
- la présence d'une grégarine (organisme animal unicellulaire de l'ordre des Sporozoaires) au niveau de l'intestin antérieur, mise en évidence chez 90 % des larves observées (325 exemplaires).

Une mission effectuée en Décembre a confirmé que les adultes de *Clemora* présentaient une déficience des réserves graisseuses entraînant une faible production d'oeufs chez les femelles. Cette "dégénérescence" de la souche de *Clemora* ajoutée au bon comportement variétal vis-à-vis des attaques de ce ravageur (seuil de tolérance passant de 10 à 20 vers blancs/souche) est une des raisons primordiales expliquant le statut actuel de *Clemora*.

2.6.1.4. - Signalisation de *Hoplochelus marginalis* à Madagascar

Lors des missions de 1983 (NOSY BE) et 1984 (TAMATAVE) à Madagascar, il n'avait pas été possible de retrouver *Hoplochelus marginalis*. Nous avons alors préféré nous mettre en relation avec des correspondants locaux, susceptibles de nous signaler les lieux où se trouve ce ravageur avant d'entreprendre d'autres prospections. Ceci a pu se réaliser fin 1985. Si les essais de passage de maladies entre *Clemora* et *Hoplochelus* échouent, une prospection est prévue en 1987 pour déterminer les organismes utiles vivant aux dépens de *H. marginalis*, ainsi que leur efficacité potentielle, l'exemple du "Clemora" étant un modèle à imiter.

2.6.2. - Entomophages

2.6.2.1. - Réunion

Il n'a pas été fait de recaptures de Scolies lâchées en 1983 et 1984. Nous n'effectuons pas de recherches particulières, attendant que les populations se développent naturellement dans la mesure où leur adaptation aura lieu.

2.6.2.2. - Maurice

Lors de la mission de 1985, les prospections ont permis de mieux évaluer l'impact des Scolies à Maurice. Souvent présentes dans nos prélèvements de sols (cocons), notamment dans le Sud (Riche-en-Eau, Savannah), elles n'assurent plus actuellement qu'un contrôle marginal dans la plupart des cas en ce qui concerne les champs de canne à sucre (estimation : 1 à 2 %). Les Scolies sont néanmoins un élément à favoriser, parvenant dans les cas favorables jusqu'à 13 % de parasitisme (Riche-en-Eau, Rivière des Créoles, 12.06, n° 68).

2.6.3. - Nématodes

En 1985, il a été envoyé deux colis de larves de *H. marginalis* (L 2 et L 3) à l'INRA-ANTIBES, afin de tester les souches de nématodes et de bactéries qui leur sont associées.

2.6.4. - Opération de télédétection

L'IRAT a participé à une campagne de prise de photos afin de simuler les prises de vue du satellite "SPOT", ainsi qu'à une série de prélèvements au sol afin de mettre en concordance les observations télémétriques et la "réalité" terrain. Il a donc été prospecté des champs (occupation du sol, variété de canne, densité de vers blancs) correspondant à 16 clichés. Les résultats ont été envoyés à l'INRA/GRIGNON (M. J.G. POINTEL) aux fins d'exploitation.

III. PERSPECTIVES

Notre arsenal de lutte s'améliore peu à peu. Les observations en 1985 mettent l'accent sur l'intérêt d'une bonne conduite de la culture de la canne pour minimiser les pertes, et ceci sans coût excessif ou à coût nul : utilisation d'une variété déjà répandue (R 570 dans les Bas, R 572 dans les Hauts), traitement fongicide des boutures (< 100 F produit/ha), plantation avant fin Janvier dans la zone infestée... Ces pratiques permettront de valoriser l'utilisation d'un insecticide si celui-ci s'impose. La réalisation des binages est plus difficile à mettre en oeuvre, mais peut s'avérer utile dans certains types d'exploitation.

Enfin, progressivement, on prend conscience que l'on peut parvenir à une diminution du problème si l'on compare à des situations analogues survenues dans d'autres îles (Maurice, Hawaï). L'établissement à la Réunion, confirmée depuis 3 ans, d'un germe pathogène (*Metarhizium*) est encourageante et va dans le sens de

l'équilibre souhaité. Certains indices, qu'il faut confirmer, sont également favorables (nombre d'oeuf/femelle en baisse). En 1986, il sera tenté l'adaptation de la grégarine de *Clemora* sur *Hoplochelus*, tandis que nos contacts sur Madagascar sont réactivés.

B. Le borer ponctue : Chilo sacchariphagus bles (1)

Une enquête réalisée durant la période 1980-83 nécessitait deux prolongements : l'un, méthodologique, devait évaluer statistiquement la pertinence de l'échantillonnage retenu de manière pragmatique (méthode des diagonales) ; le second économique, devait estimer la perte en sucre liée à l'intensité d'attaque de ravageur mesuré par le nombre d'entreoeuds attaqués/tige.

I. ASPECT METHODOLOGIQUE (2)

1. Comparaison des méthodes

L'étude se situe au niveau de la parcelle. On a choisi deux portions de champs de 1 ha, proches de la coupe, plantés en R 570 et situés dans la zone la plus attaquée par les borers (côté Nord Est de l'île). On a comparé trois méthodes (Tableaux 1 à 3) :

- méthode des diagonales : 15 relevés de 1 m linéaire sur chacune des diagonales du champ,
- méthode des strates : champ divisé en 8 strates et 2 relevés de 10 cannes contigües/strate,
- méthode des mailles : champ divisé en 80 sous-parcelles en mailles régulières et 3 relevés de 15 cannes contigües/maille.

Chaque relevé comporte une estimation du % de tiges attaquées et du % d'entreoeuds attaqués.

TABLEAU 1 : RESULTAT GLOBAL POUR LA MARE

METHODE	Nb. t	Nb t.a.	% t.a.	Nb e.n.	Nb e.n.a.	% e.n.a.
Mailles	3.600	1.864	51,78	74.149	3.775	5,09
Strates	160	98	61,25	3.527	202	5,73
Diagonales	306	185	60,46	6.848	347	5,07

Nb t. = nbre de tiges observées Nb e.n. = nbre d'entreoeuds observés
Nb t.a. = nbre de tiges attaquées Nb e.n.a. = nbre d'entreoeuds attaqués

(1) Etude réalisée par J. GUYOT

(2) En liaison avec M. ARNAUD (Service Méthodologique IRAT/MONTPELLIER)

TABLEAU 2 : RESULTAT GLOBAL POUR BOIS-ROUGE

METHODE	Nb. t	Nb. t.a.	% t. a.	Nb. e. n.	Nb. e.n.a.	% e.n.a.
Mailles	3.600	1.569	43,58	65.320	2.728	4,18
Strates	160	47	29,38	2.790	77	2,76
Diagonales	343	118	34,40	6.012	190	3,16

Les tests de signification indiquent que les trois méthodes sont statistiquement différentes principalement au niveau du % de tiges attaquées.

La méthode des mailles qu'on peut estimer la plus précise puisque fournissant une pression de prélèvement beaucoup plus élevée que les deux autres, n'est pratiquement pas utilisable du fait de la trop grande lourdeur que nécessite son application. En effet, pour être statistiquement rigoureux, il faudrait, dans ce cas, procéder à 353 sondages pour avoir une précision de 5 %, avec une probabilité d'être juste de 95 %. Avec 132 sondages, on n'aurait plus que deux chances sur trois d'avoir la même précision. C'est en fait la méthode des diagonales qui semble la plus valable puisque facile à mettre en oeuvre et intermédiaire entre les deux autres pour le résultat global de chacun des deux champs.

Si l'on regroupe les deux champs, les différences entre les méthodes s'atténuent fortement au point de n'être plus significatives (Tableau 3).

TABLEAU 3 : RESULTAT GLOBAL APRES REGROUPEMENT DES DEUX CHAMPS

METHODE	Nb. t	Nb. t.a.	% t.a.	Nb. e. n.	Nb. e.n.a.	% e.n.a.
Mailles	7.200	3.433	47,68	139.469	6.503	4,66
Strates	320	145	45,31	6.317	279	4,42
Diagonales	649	303	46,69	12.860	537	4,18

En résumé, nous nous trouvons devant trois méthodes de relevés qui ne peuvent être considérées comme équivalentes sur un champ. Les différences semblent s'estomper lorsqu'on travaille sur plusieurs champs.

2. Relation entre pourcentage de tiges attaquées et pourcentage d'entre-noeuds attaqués

Les observations confirment les études antérieures, à savoir l'existence d'une relation entre le pourcentage de tiges attaquées et le pourcentage d'entre-noeuds attaqués dans un champ, les courbes tracées à partir de la méthode des mailles étant semblables dans les deux champs étudiés, avec 86,5 % de tiges attaquées (R1) pour 10 % d'entre-noeuds attaqués (R2).

Il apparaît que ni l'âge de la canne (vierge de 16 mois pour La Mare 2ème repousse pour Bois Rouge), ni la localisation du champ, ni la méthode utilisée ne semblent modifier la relation dont la courbe de régression a pour équation :

$$R_2 = 0,008 R_1^2 + 0,0692 R_1 + 0,0336$$

Coefficient de régression : 0,99

Erreur type d'estimation : + 0,313

En conclusion, il semble qu'on puisse limiter les relevés à 10 tiges par sondage au lieu de 15. Au niveau d'un champ, on ne peut proposer une méthode réaliste statistiquement valable mais les méthodes pragmatiques semblent suffire pour approcher la réalité, surtout si l'on veut travailler au niveau d'une région, ou d'une grande exploitation.

3. Relation entre % de tiges attaquées et % de tiges par classes d'attaques

Les relations trouvées dans cette étude sont semblables à celles de l'étude menée dans la période 1980-83.

II. ETUDE QUANTITATIVE DES PERTES EN SUCRE DUES A CHILO SACCHARIPHAGUS SUR LA R 570

Les cannes dont on mesurait la richesse en sucre en fonction des attaques ont été choisies au hasard et classées en 7 catégories représentant chacune un nombre déterminé d'entre-noeuds attaqués par tige : 0,1... > 5.

Deux méthodes de mesures de la teneur en sucre ont été menées en parallèle :

1. Analyse classique par réfractomètre

Deux critères ont été retenus : richesse (exprimant le % de saccharose des cannes) et pureté (% du saccharose dans les matières solubles).

Le tableau 4 donne pour chaque classe d'attaques la moyenne des valeurs obtenues pour les 4 lots de 5 cannes dans chacun des deux champs.

TABLEAU 4 : RICHESSE ET PURETE MOYENNES OBTENUES PAR REFRACTOMETRIE ET SACCHARIMETRIE

NOMBRE D' ENTRENOEUDS ATAQUES PAR TIGE	LA MARE (Vierges)		BOIS ROUGE (2 ^{ème} repousse)	
	RICHESSE	PURETE	RICHESSE	PURETE
0	15,58	91,16	14,33	91,67
1	15,65	90,80	14,95	91,53
2	15,43	90,17	14,59	91,89
3	15,19	89,11	14,59	90,18
4	14,82	90,58	13,54	89,66
5	14,65	89,92	14,62	90,54
5	14,63	90,55	14,41	90,74

Il ne semble pas qu'un nombre croissant d'entrenoeads attaqués par tige entraîne une baisse de la richesse ou de la pureté. Sur les cannes vierges de la Mare seulement on observe une baisse de richesse quand le nombre d'entrenoeads attaqués augmente.

Ces observations diffèrent de celles de POINTEL (1967) et de celles fournies le plus souvent dans la littérature qui indiquent une diminution de la richesse des cannes lorsque l'intensité des attaques s'accroît. A ce sujet, remarquons que POINTEL a travaillé sur des variétés connues pour leur sensibilité aux borers (M 134-32 - S 17). D'autre part, dans d'autres travaux, la variété n'est pas nommée. Les pertes indiquées correspondent à une région donnée, donc à un ensemble de variétés. La R 570 prise isolément confirme donc une tolérance aux attaques de borers. Notons tout de même que les cannes de R 570 de 16 mois sont plus sévèrement attaquées que celles de 12 mois, ce qui explique peut-être une légère incidence sur leur richesse.

2. Analyse par chromatographie (HPLC)

a. Données méthodologiques

Il a paru utile de vérifier ces résultats par une deuxième méthode permettant de mesurer la quantité relative des sucres contenus dans les tiges de cannes. En effet, le principe sur lequel sont basées les analyses précédentes, repose sur la densité du jus pour la mesure du Brix et sur son pouvoir rotatoire pour le Pol. La valeur fournie par le Brix est considérée comme représentant la concentration globale en sucres du jus. Or, pour le Pol, il n'en est pas de même. On estime que la mesure polarimétrique représente la rotation due uniquement au saccharose (+ 66°53), du glu-

cose (+ 52°74), du fructose (- 90°72) et un certain nombre de polymères du glucose appartenant à la famille des dextrans.

Dans un jus de cannes saines, récolté dans des conditions optimales, on estime que la composante des rotations dues au glucose et au fructose s'annule, et que les dextrans sont en quantités suffisamment faible pour que la rotation qu'ils entraînent soit considérée comme négligeable par rapport à celle due au saccharose.

Mais lorsqu'un jus est dégradé pour une raison quelconque, on voit les teneurs dans ces différents sucres se modifier considérablement. Ainsi, il n'est plus certain que le fructose et le glucose donnent des rotations de même valeur absolue et l'augmentation des dextrans peut accroître de beaucoup le pouvoir rotatoire du jus, ces derniers ayant en effet un pouvoir rotatoire beaucoup plus fort que le saccharose dont la baisse de concentration ne compensera pas obligatoirement l'augmentation de leur teneur lors de la mesure polarimétrique. Ainsi, les approximations valables pour un jus "normal" ne le sont-elles plus pour un jus dégradé. Si l'hypothèse de l'inversion du saccharose liée aux attaques du borer se confirme, on se trouverait alors dans une situation où les valeurs de richesse et de pureté seraient sans aucune signification, voire peut-être paradoxalement supérieures pour les cannes attaquées.

On a d'abord procédé à l'étalonnage de l'appareil grâce à des solutions des divers sucres de concentrations connus. On a fait varier la valeur des concentrations afin de vérifier les coefficients de corrélation avec la hauteur des différents pics (pour le saccharose et les dextrans, ils sont respectivement de 0,9986 et 0,993).

b. Résultats et commentaires

La figure 1 donne les résultats obtenus avec une des séries de 0 à plus de 5 entrenoeuds attaqués pour Bois Rouge. Les autres séries présentent un aspect analogue, que ce soit pour Bois Rouge ou pour la Mare.

On constate l'absence totale de glucose et de fructose, ce qui indique la bonne maturité des cannes et la qualité des jus. Les dextrans sont présentes en faible quantité.

La tableau 5 résume les concentrations calculées à partir des hauteurs des pic.

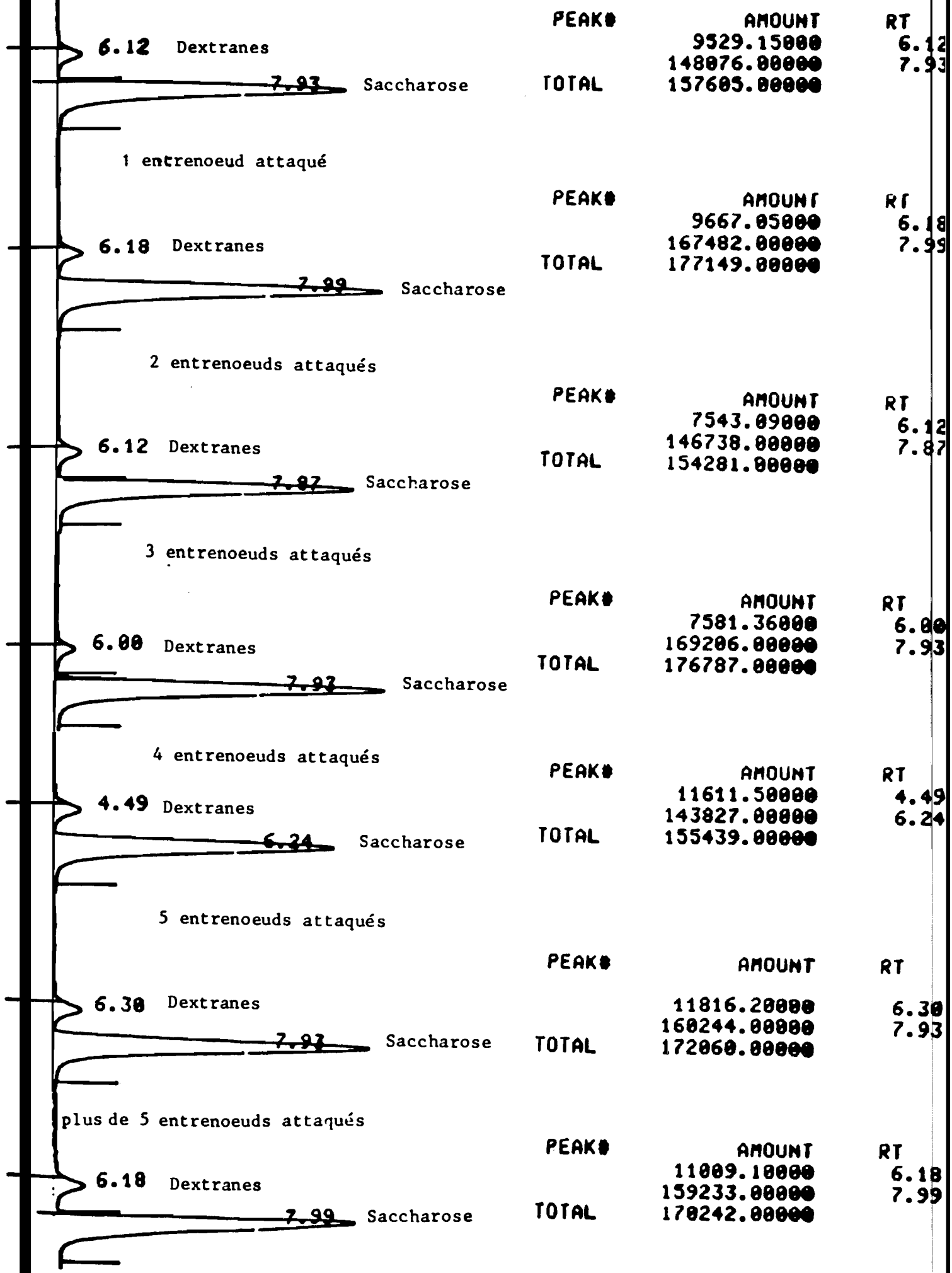


Figure 1 : Chromatographes obtenus par une série d'échantillons de Bois-Rouge dilués 12,5 fois

TABLEAU 5 : CONCENTRATION EN SACCHAROSE ET EN DEXTRANES DANS LES JUS SELON LA METHODE HPLC

NOMBRE D'ENTRENOEUIDS ATTAQUES PAR TIGE	LA MARE (Vierges)		BOIS ROUGE (2 ^{ème} repousse)	
	SACCHAROSE (g/l)	DEXTRANES (g/l)	SACCHAROSE (g/l)	DEXTRANES (g/l)
0	197,5	21,3	187,5	16,3
1	213,8	15,0	211,3	16,3
2	213,8	25,0	193,8	16,3
3	206,3	25,0	216,3	12,5
4	205,0	21,3	182,5	17,5
5	206,5	21,3	207,5	18,8
5	200,0	28,8	197,5	20,0
Amplitude	16,3	13,8	33,8	7,5
Précision	± 21	± 2,3	± 20	± 1,7
Moyenne	206,1	22,5	199,5	16,8

Il apparaît que les différences entre les échantillons sont faibles, d'autant plus que la précision de la méthode peut être estimée à 10 %. Les concentrations en dextrans étant très faibles, il est normal que des variations même minimales représentent une valeur relative élevée, sans pour cela que l'on puisse les considérer comme importantes.

D'autre part, ces différences ne peuvent être reliées au nombre d'attaques par tige de manière évidente et sont probablement dues uniquement à l'hétérogénéité des échantillons.

Ces résultats confirment ceux fournis par la méthode classique d'analyse. En effet, la faible concentration en dextrans par rapport au saccharose et l'absence totale de glucose et de fructose permettent de considérer comme justifiées les approximations faites lors de la lecture polarimétrique.

Il est d'ailleurs intéressant de comparer la concentration en saccharose obtenue par la lecture polarimétrique et par chromatographie. On constate que la méthode HPLC donne des valeurs très légèrement supérieures et dans un rapport à peu près constant. Dans notre cas, la méthode classique n'a pas surestimé la teneur en saccharose, contrairement à ce qu'on pouvait penser.

c. Conclusion

Les résultats fournis par les deux méthodes d'analyse n'ont pas permis de mettre en évidence une dégradation de la qualité du jus de canne de la variété R 570 lorsque l'intensité des attaques du borer s'accroît, ce qui peut être attribué à sa capacité de "résistance" par limitation de l'importance des attaques.

NUTRITION MINERALE DE LA CANNE A SUCRE

A. Etude de la fertilisation azotée et phosphatée en grandes parcelles industrielles

I. TESTS AZOTES

1.1. - Méthodes d'études

Les tests ont été implantés en 1981 et 1982 dans six sites de l'île, replantés avec la variété R 570 dans de grandes parcelles appartenant à des sociétés et conduites comme des parcelles industrielles.

Les doses d'azote sont les suivantes :

EN UNITE N	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
Vierge	0	50	100	150
Repousse	60	90	120	150

Une fumure phospho-potassique est appliquée uniformément sur les parcelles.

On utilise un dispositif en bandes de 100 m de long et 25 m de large. Sur chaque bande, on délimite 3 placettes de 60 m² (4 lignes de 10 m) sur lesquelles on effectue les observations et les mesures. Ces placettes sont prises au hasard, à l'exclusion près de zones accidentées (ravines d'érosion, écoulement d'eau d'excès d'irrigation, pierriers...).

1.2. - Résultats des tests

Les résultats seront donnés par site d'essai. Ils représentent essentiellement les résultats d'observations des placettes. La liaison entre les rendements observés et les rendements industriels des grandes parcelles n'est pas toujours bonne. Sur certains sites, l'hétérogénéité du sol entraîne une grande variabilité des résultats obtenus par placette et par suite une liaison faible avec les rendements industriels.

Ces tests ne permettant pas une interprétation des résultats par des statistiques classiques d'expérimentation au champ, nous présentons les résultats de l'interprétation graphique sous réserve d'une étude statistique ultérieure plus précise.

a. Beaulieu :

Andosol de la zone Est perhumide ($P_{an} = 4.000$ mm).
N teneur sol = 1,92 ‰ - pH acide (altitude 50 m)

La vierge n'a pas pu être récoltée du fait d'un incendie. Sur les trois repousses successives, on n'observe pas de réponse nette à N mais une diminution très brutale des rendements d'année en année (légère réponse en 1985) : (Figure 1).

- . 1ère repousse (1983) = 126 t
- . 2ème repousse (1984) = 86 t
- . 3ème repousse (1985) = 56 t (ce qui est moins que la moyenne générale des champs voisins = 82 t/ha pour la 3ème repousse en moyenne.

Les analyses de plantes ne font pas apparaître de manque nutritionnel particulier : les teneurs restent cependant peu élevées. Dans ces cas, il est probable que l'on ait deux problèmes, qui sont :

- la non réponse due sans doute au très fort régime hydrique. Le surplus d'engrais non utilisé est peu réorganisé par le sol. Il est perdu par drainage : ces sols sont très perméables et très caillouteux, le passage de la solution est donc très rapide. Seul remède, fractionner les doses et avoir recours si possible à des formulations à libération lente (gros granules d'urée ou urée retard, etc...).

- compactage très rapide par les machines agricoles lourdes (on a compté jusqu'à 12 passages d'engins successifs dans une année) sur des sols qui restent toujours à un degré d'humidité très élevé.

b. La Mare-Bancoul

Sol ferrallitique andique (N sol = 2 à 2,5 ‰) dans une zone à pluviométrie peu limitante (P = 2.000 mm) (Altitude 180 m au Nord de l'Ile).

On observe une réponse à l'azote, aussi bien sur vierge que sur repousse (Voir figure 2).

Les vierges de 17 mois ont donné 160 t/ha et les repousses de 12 mois environ 100 t/ha.

L'accroissement de rendement enregistré est de 16 t/ha de canne pour un surplus de 90 unités d'azote par rapport à la dose faible N₁.

L'efficience de l'engrais azoté est donc très bonne.

Remarquons que les pesées de grandes parcelles ne font pas apparaître de réponse en 1984.

En tenant compte des frais proportionnels (frais de coupe, chargement et transport), la tonne de canne est évaluée à 180 F environ ; l'efficience de l'azote serait avec un prix de l'Unité de N de 4,3 F (environ 2.000 F. la tonne d'urée) =

$$E_1 = \frac{16 \times 180}{90 \times 4,3} = 7,4$$

En conclusion, dans la zone Nord où, en canne de repousse de 12 mois avec une fertilisation moyenne, on peut attendre en année à pluviométrie normale des rendements de l'ordre de 100 t, le conseil de fertilisation azotée est d'augmenter les doses actuellement réalisées (environ 100 u), si possible en fractionnant les apports pour augmenter l'efficacité de l'engrais. L'urée serait préférable à l'ammonitrate. La rentabilité de l'investissement est élevée. Il semble bien que dans notre essai les 150 unités apportées en une fois, n'aient pas permis d'atteindre le rendement maximum dans les conditions de l'essai.

c. Savanna

Sol brun vertique (N Sol = 2 à 2,6 ‰) en zone sèche sous irrigation par aspersion (Nord Ouest) (Altitude : 50 m).

La réponse à l'azote est toujours nette (Graphique n° 3). En 1983 et 1984, les apports n'ont été que de 1/4 de la dose théorique par suite d'erreurs d'épandage. Ceci ressort très bien sur le graphique puisque les rendements sont diminués d'environ 30 % de façon systématique par rapport à 1985 où les apports ont été normaux. La réponse en 1985 est très nette jusqu'à la forte dose. La nutrition azotée est très fortement influencée par les apports d'azote. La teneur en potassium des feuilles est en général un peu faible (1,10 % sur les feuilles n° 3-4-5).

TABEAU 1 : INFLUENCE DE LA FERTILISATION N SUR LA NUTRITION EN AZOTE DE LA CANNE A SAVANNA

EN UNITES N	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
N % (feuilles 3-4-5) en 1985 (moyenne des parcelles)	0.97 %	1.14 %	1.26 %	1.59 %

La rentabilité économique de la fumure azotée est très élevée : 37 t de canne en plus pour 90 unités de N supplémentaires, soit, en tenant compte des frais de récolte, une efficacité :

$$E = \frac{180 \text{ F.} \times 37 \text{ t}}{90\text{u} \times 4.3 \text{ F/u}} = 17.2$$

Donc, on aura toujours intérêt à forcer la fertilisation azotée, au moins jusqu'à 150 N dans les conditions de cultures (irrigations mal contrôlées au canon - apport non fractionné de l'engrais). Dans de meilleures conditions, l'efficacité serait meilleure.

d. Vue Belle

Sol brun de l'Ouest (N Sol = 2 ‰ à 2,5 ‰)
Zone à pluviométrie très limitante (600 mm) à 450 m d'altitude
Le facteur limitant est la pluviométrie (voir Graphique 4).

Sur le graphique n° 4, il est clair que la culture ne répond pas à la fertilisation azotée. Au contraire, il semble y avoir un effet dépressif des doses, à partir de 90 u essentiellement.

D'une part, chaque année, on observe des rendements plus faibles sur N₃ et N₄ que sur N₁ et N₂. En 1985, on observe même une décroissance linéaire entre N₁ et N₄.

D'autre part, en 1984 où les apports n'ont été que 1/4 de la dose théorique du fait d'une erreur d'épandage, on observe des rendements plus élevés qu'en 1983 et 1985, ceci malgré une pluviométrie relativement plus défavorable.

En 1984, les rendements décroissent en fonction des doses de 76 t à 63 t. En 1985 où les doses étaient normales, ils décroissent de 62 t à 51 t, soit dans les deux cas une baisse de rendement de 17 % due à la forte fertilisation azotée.

Du point de vue nutritionnel, la fertilisation azotée agit normalement, l'efficacité de l'engrais est bonne sur la nutrition azotée.

TABLEAU 2 : INFLUENCE DE LA FERTILISATION N SUR LA NUTRITION DE LA CANNE A VUE BELLE

N %	TRAITEMENT	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
1984 - N % tiges récoltée		0.210	0.240	0.320	0.340
1985 - N % tige récoltée		0.177	0.170	0.210	0.206
1985 - N % feuille (DF)		1.44	1.44	1.48	1.46

On peut émettre deux hypothèses :

- la canne la plus riche en azote souffre le plus en conditions de stress hydrique et donne donc les rendements les plus faibles. C'est un résultat classique sur beaucoup de cultures.

- il existe une autre carence (oligo-élément) qui induit une chute de rendement dans ces conditions, en association avec le facteur limitant hydrique.

En conclusion, dans les conditions actuelles très limitantes de la culture, il n'est pas conseillé d'apporter des doses d'azote supérieures à 60 unités pour des rendements espérés de 60 à 80 t/ha.

Stella

Sol brun de l'Ouest (N Sol = 3 à 4 ‰) en zone à pluviométrie limitante (800 - 1.000 mm) de moyenne altitude (520 m).

Nous ne disposons que de deux années de repousses : 1984 et 1985, la vierge n'ayant pu être pesée (Graphique 5).

La réponse à l'azote est peu nette. L'hétérogénéité des résultats permet difficilement de conclure. Il en est de même sur les résultats de pesée par bandes entières.

Du point de vue nutritionnel, il existe une grande différence entre les traitements en 1985 sur les teneurs en azote dans la plante.

**TABLEAU 3 : INFLUENCE DES TRAITEMENTS N SUR LA NUTRITION
AZOTEE DE LA CANNE A STELLA**

1985 N %	TRAITEMENT	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
	Feuille (DF)	1.46 %	1.71 %	1.71 %	1.74 %
	Tige - récolte	0.138 %	0.150 %	0.209 %	0.278 %

Malgré les fortes pluies cycloniques de Janvier-Février (490 mm), l'engrais a donc été relativement bien utilisé. L'apport ayant eu lieu en Octobre, l'effet est encore visible à la récolte.

Il n'y a pas d'influence des teneurs en azote sur la richesse en sucre à la récolte (moyenne : 15,5 % en 1984 et 13,5 % en 1985).

On a mis en évidence par ailleurs la faiblesse des teneurs en soufre des plantes. Cette carence pourrait expliquer l'hétérogénéité des résultats.

En conclusion, bien qu'étant dans une zone plus favorable qu'à Vue Belle du point de vue climatique, notamment en 1985 où les conditions ont été assez bonnes, la réponse à N n'est pas évidente. Il est hasardeux dans ces conditions de donner des conseils.

Des tests seront faits en 1986 pour mettre en évidence de façon plus précise cette réponse, ainsi que l'effet d'apport de soufre (sulfate d'ammoniaque).

6. Grand Bois

Sol brun (N ‰ sol 2,7 à 3,4) (Graphique 6)
Zone à pluviométrie limitante mais conduite de la culture sous irrigation par aspersion (altitude 130 m).

La réponse à l'azote est nette puisqu'elle permet d'augmenter les rendements de 40 % à 60 %. En 1983, les rendements ont été faibles par suite d'un manque d'eau (irrigations sans doute peu régulières) mais les résultats de 82, 84 et 85 sont assez proches.

Avec une faible dose de N les rendements sont de l'ordre de 70 t/ha et avec 150 unités on dépasserait 100 t/ha. L'efficacité de l'azote serait donc très forte en repousse comme en vierge.

Exemple en repousse de l'efficacité économique de 150 u de N par rapport à 60 u.

$$E_1 = \frac{30 T \times 180 F.}{90 u \times 4.3} = 13,9$$

La nutrition azotée est nettement améliorée par la fertilisation (Voir Tableau 4).

TABLEAU 4 : INFLUENCE DES TRAITEMENTS N SUR LA NUTRITION AZOTEE DE LA CANNE A GRAND BOIS

N %	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
N % feuille (DF)	1.32	1.33	1.57	1.74
N % tige - récolte	0.082	0.086	0.111	0.131

Dans cette zone où les sols sont très riches et ont un potentiel de fertilité très élevé, seule la nutrition azotée apparaît comme facteur limitant dans des sols qui contiennent pourtant environ 3 ‰ d'azote (4 à 5 % de matière organique). La réponse est très nette jusqu'à 150 unités dans les conditions de culture, c'est-à-dire avec un apport unique d'engrais et une irrigation mal maîtrisée. Il est probable qu'avec un tel apport bien maîtrisé, une irrigation bien conduite, (en goutte à goutte par exemple), la réponse soit encore plus forte et permettrait de dépasser nettement les 100 t/ha.

1.3. - Discussion-conclusion sur les tests azotés

a. Liaison azote - sucre

Nous n'avons jamais pu mettre en évidence une relation entre teneur en azote et richesse en sucre ou pureté du jus de la canne : il n'y a pas de diminution de richesse avec les doses croissantes d'azote comme on pouvait le penser. Quand il y a une réponse à l'azote en t/ha, il y a une réponse proportionnelle exprimée en t/ha de sucre.

b. Régionalisation des problèmes

* **Réponse nette et importante :**

Il s'agit de sols bruns en zone assez sèche, à Savanna (vertique) et à Grand Bois où les fortes doses d'azote dans les conditions de cultures permettent des rendements de 100 t/ha avec une très forte valorisation de la fertilisation N.

La culture étant conduite sous irrigation plus ou moins bien contrôlée, on peut espérer de meilleurs rendements avec une irrigation type goutte à goutte et un fractionnement des doses d'azote.

* **Réponse faible**

Bancoul en zone Nord (sol ferrallitique andique). La fertilisation azotée est encore économiquement rentable. Les rendements obtenus sont alors de 110 t/ha dans les conditions pluviales de l'essai, c'est-à-dire avec une efficacité sans doute médiocre de l'engrais azoté.

* **Réponse faible à nulle**

C'est le cas de Beaulieu en zone perhumide (andosol). Il y a parallèlement un problème de rapide baisse des rendements en cours des années, sans doute lié à la mécanisation intensive. La fertilisation azotée devrait être fractionnée étant donné les fortes précipitations et la perméabilité des sols.

* **Réponse négative**

Dans la zone la plus sèche de l'île correspondant aux sols bruns de l'Ouest (Vue Belle), deux hypothèses seraient à vérifier :

- l'azote favorise un meilleur développement de la végétation. La culture devient plus sensible à la sécheresse dans cette zone où la pluviométrie est faible et irrégulière.

- il existe en plus une interaction négative avec un autre facteur limitant dans ces sols bruns, peut-être le soufre ou un oligo-élément. Ceci sera vérifié à Stella en 1986.

* Réponse incertaine

Sols bruns de l'Ouest à moyenne altitude (Stella). L'hétérogénéité des résultats ne permet pas de conclure à une réponse éventuelle. La nutrition en soufre semble déficiente. Elle peut limiter les rendements et favoriser l'hétérogénéité des résultats mesurés. Une autre expérimentation sera menée pour vérifier cette hypothèse.

II. TESTS PHOSPHORE

2.1. - Méthode d'étude

Sur de grandes bandes de 2.500 à 5.000 m², on a effectué des traitements combinant :

- * trois niveaux de fumure de fond sous forme d'hyperphosphate RENO = 500 - 750 - 1.000 Kg ha⁻¹ de phosphate,
- * deux niveaux (absences-présence) d'apport de phosphate soluble sous forme d'engrais ternaire 15-7-24. Dans le cas où on n'apporte pas de P soluble, N et K sont apportés sous forme d'engrais simples (ammonitrate et chlorure de K). La dose apportée dépend des exploitations et est en général de l'ordre de 700 Kg de 15-7-24) à l'ha.

On présentera principalement les résultats de la moyenne des 3 placettes d'observations par bande. L'hétérogénéité des résultats est assez forte, la corrélation avec les résultats des bandes n'est pas toujours bonne. Une étude statistique plus précise sera faite par la suite sur tous les résultats.

2.2. - Résultats des tests

a. Bancoul (Zone Nord)

Sol ferrallitique andique (pH environ 5,9 ± 0,3)
Teneur du sol en :

- . phosphore total : 1696 ppm ± 151
- . phosphore assimilable (olsen) : 92 ppm ± 20
(Voir graphique 7).

Sur les trois cultures suivies (1 vierge de 18 mois et 2 repousses de 12 mois), les rendements sont respectivement de l'ordre de 178 t, 98 t et 108 t en moyenne.

Globalement, il n'y a pas de réponse au phosphore, ni à l'apport de plantation, ni à l'apport de couverture sur repousse.

TABEAU 1 : INFLUENCE DE LA FERTILISATION PHOSPHATEE SUR LA NUTRITION DE LA CANNE : TENEUR EN P % (MOYENNE DES 3 PARCELLES PAR BANDE)

P PLANTATION	P ₁ (500 U)		P ₂ (750 U)		P ₃ (1.000 U)	
	-	+	-	+	-	+
Feuille 84 = P %	0.177	0.180	0.166	0.168	0.170	0.172
Feuille 85 = P %	0.156	0.164	0.152	0.159	0.152	0.161
Tige récoltée 85 = P %	0.038	0.045	0.041	0.038	0.034	0.041

Sur la nutrition de la plante, on ne note pas d'effet très important de la fertilisation. Les teneurs en 1985 sont relativement faibles, aussi bien dans les feuilles que dans les tiges. On se situe légèrement au-deçà du seuil fixé, où le risque de carence est réel.

En conclusion, bien que le sol ait des teneurs faibles en phosphore, on ne note pas de réponse au phosphore. Les 500 Kg apportés à la plantation assurent un rendement maximum malgré une nutrition faible. L'apport de couverture N-P-K sur les repousses n'apporte rien de plus au rendement. Il existe d'autres facteurs limitants du rendement = N notamment (voir réponse à N).

b. Savanna

Sol brun vertique (pH = 7,1 ± 0,1)
Teneur en :

- . P total..... = 1.550 ± 280 ppm
- . P assimilable (Olsen)..... = 136 ± 40 ppm

Nous avons 4 années de résultats, soit une vierge et 3 repousse (de 12 à 11 mois) (Voir Graphique 8).

La réponse à la fertilisation P est relativement nette dans l'ensemble. En 82, 83 et 85, elle est très nette et les résultats sont comparables. En 1984, les rendements sont plus élevés (100 t/ha) et la réponse est nulle. La réponse est très marquée sur la dernière année suivie, 1985 :

- . 68 t sur P₁
- . 86 t sur P₂
- . 92 t sur P₃

L'effort de l'apport de P de couverture est complexe.

* En 1982 et 1983, l'effet est plutôt positif (+ 13 % en 1982 et + 7 % en 1983).

* En 1984 et 1985 l'effet est franchement négatif (- 22 % et - 13 %).

L'explication la plus logique se trouve dans l'efficacité des engrais employés.

Dans ce site, la canne répond fortement à la fumure N, et l'efficacité de l'engrais azoté est importante.

En couverture, on a utilisé soit de l'ammonitrate enrobé avec du Kcl, soit un engrais granulé ternaire. L'efficacité de cet engrais serait inférieure, en fonction de certaines conditions du milieu, à celle de l'ammonitrate.

Du point de vue nutritionnel, il apparaît clairement que l'apport de 15-7-24 réduit les teneurs en N-P-K (voir Tableau 2) de la canne. Ceci est visible au diagnostic foliaire et sur tige à la récolte.

Il semble d'autre part que l'effet négatif de l'apport de 15-7-24 augmente d'année en année. En effet, sur les traitements sans 15-7-24, les forts rendements obtenus avec P₃ sont très regroupés entre 90 et 100 t/ha. Avec le 15-7-24, on observe une décroissance continue dans le temps de 113 t à 80 t. Il y aurait donc une interaction entre cette qualité d'engrais et l'année de repousse ; il s'agit soit d'un problème plutôt physiologique (carence accentuée en oligo-élément) soit d'un problème plus complexe où le facteur tassement du sol par exemple jouerait un rôle important.

En conclusion, dans ce sol moyennement pourvu, il y a une réponse de la canne à de forts apports de phosphore à la plantation, malgré l'emploi d'un phosphate tricalcique (hyper Reno) peu soluble dans les conditions de pH neutre du sol.

L'emploi d'un ternaire N-P-K en couverture n'apporte aucun supplément et, au contraire, fait diminuer les rendements par rapport à l'apport d'engrais simples N et K.

TABLEAU 2 : ANALYSE DE LA NUTRITION DE LA CANNE EN 1985.

FUMURE A LA PLANTATION	P ₁ 500 Kg/ha		P ₂ 700 Kg/ha		P ₃ 1000 Kg/ha	
Ternaire 15-7-24	-	+	-	+	-	+
Feuille 85						
N %	1.57	1.27	1.60	1.32	1.53	1.37
P %	0.233	0.198	0.247	0.193	0.243	0.200
K %	1.17	0.97	1.24	0.97	1.16	1.04
Pulpe 85						
N %	0.149	0.106	0.146	0.085	0.124	0.104
P %	0.115	0.113	0.125	0.113	0.108	0.103
K %	0.61	0.42	0.53	0.39	0.45	0.36

c. Grand Bois

Sol brun (ph = 6,5)

P Total = 4630 ppm \pm 1270

P Assimilable = 550 ppm \pm 217

Dans ce sol particulièrement riche en phosphore, aucune réponse au phosphore n'apparaît sur les quatre années consécutives (Voir Graphique 9).

L'emploi de ternaire N-P-K en couverture a plutôt tendance à légèrement diminuer les rendements, mais certainement de façon peu significative et beaucoup moins nettement qu'à Savanna.

En 1985, l'effet est tout de même marqué sur P₁ puisqu'on trouve 20 t/ha de différence en faveur du NK.

Or, l'emploi du NPK en couverture semble bien favoriser la nutrition phosphatée par rapport au NK.

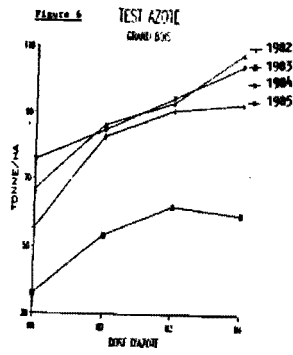
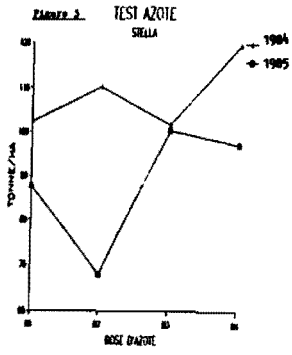
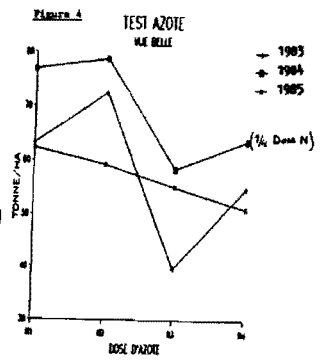
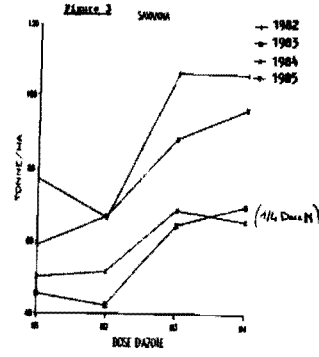
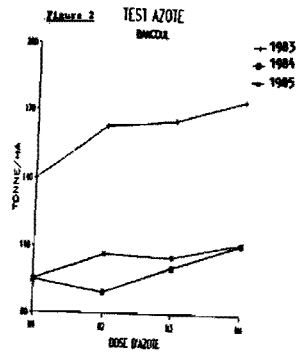
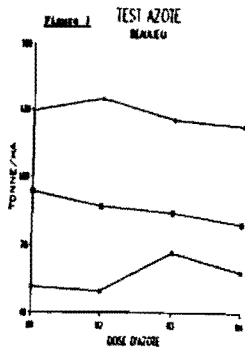
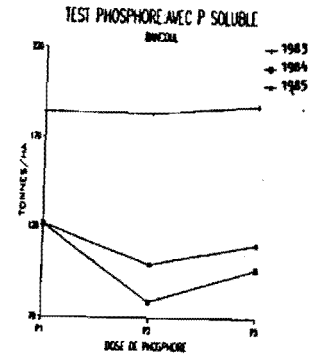
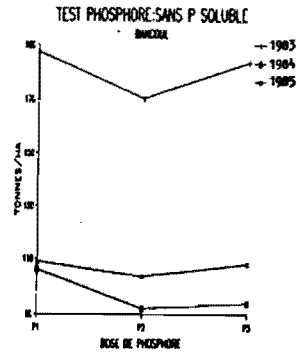


figure 2



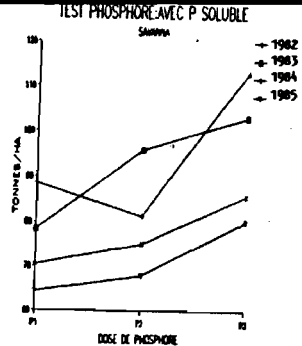
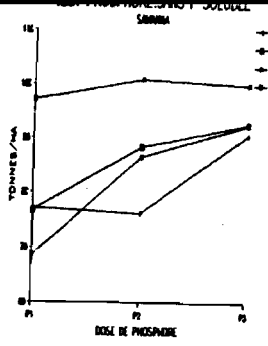


Figure 9

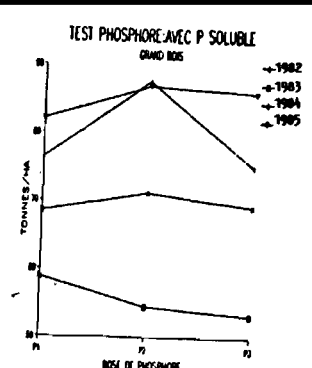
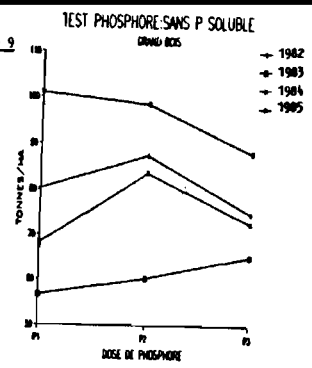


Figure 10

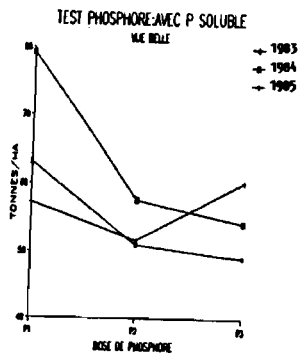
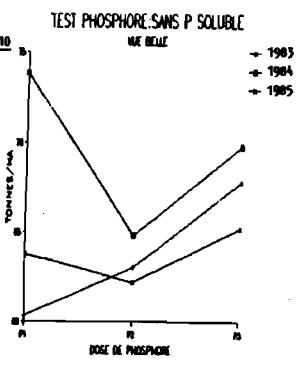


Figure 11

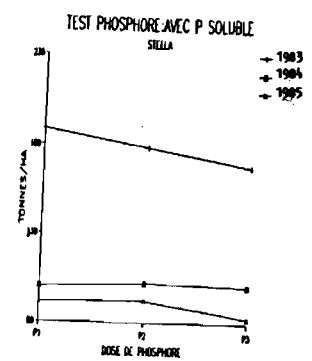
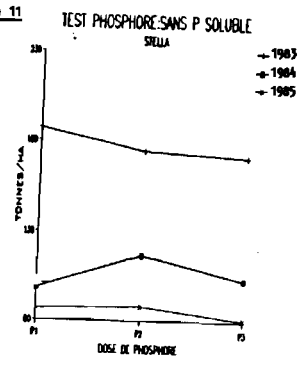


TABLEAU 3 : RESULTAT DE NUTRITION EN 1985 A GRAND BOIS (MOYENNE SUR LES 3 PLACETTES)

N P K	P ₁		P ₂		P ₃	
	-	+	-	+	-	+
P % feuille	0.161	0.169	0.155	0.176	0.163	0.172
P % tige	0.070	0.080	0.080	0.096	0.078	0.110

En conclusion, ce sol particulièrement riche en phosphore ne présente pas de réponse à l'engrais phosphaté. L'utilisation du NPK en couverture qui améliore la nutrition phosphatée de la canne semble poser cependant des problèmes de diminution de rendement comme à Savanna pour des raisons peu compréhensibles.

d. Vue Belle

Sol brun (pH = 6,2)

P Total = 5560 ppm \pm 800 ppm

P Assimilable = 560 ppm \pm 140 ppm

Ce sol est très riche en phosphore.

Sur les trois années suivies, on ne note aucune réponse à un apport de fond en phosphore. Les rendements se situent entre 60 et 70 t/ha et sont assez stables (Voir Graphique 10).

L'emploi du NPK en couverture semble là encore diminuer sensiblement les rendements qui se situent alors entre 50 et 60 t/ha.

On ne note pas de différence nette sur la nutrition en phosphore de la canne sur les différents traitements.

e. Stella

Sol brun (pH = 6,3)

P Total = 5750 \pm 1740 ppm

P Assimilable = 700 \pm 140 ppm

Sur ce sol très riche, on ne note aucune réponse au phosphore sur les trois années suivies (Voir Graphique 11).

En repousse, les rendements se situent entre 80 et 110 t/ha, les rendements de 85 inférieurs à ceux de 84 sont proches de ceux obtenus sur le test azoté.

2.2. - Conclusion sur les tests "phosphore"

* Réponse aux différentes doses de P

Sur un seul site, Savanna, nous observons une réponse aux doses croissantes de phosphore 3 fois sur 4 années consécutives ; l'emploi d'un phosphate tricalcique dans un sol à pH neutre explique peut-être qu'une faible partie du phosphate apporté est utilisable par la culture et que la réponse aux doses croissantes est bonne.

A la Mare-Bancoul, où le sol est faiblement pourvu en phosphore, on ne voit pas de réponse. L'apport de 500 Kg/ha à la plantation suffit encore après 2 repousses successives à atteindre le rendement maximum.

Pour les autres sols, très riches en phosphore, on ne note aucune réponse aux doses appliquées.

L'emploi de ternaires N-P-K en couverture pose un problème de baisse de rendement sur certains sites : Savanna, Vue Belle, Grand Bois.

Aucune explication simple n'apparaît. A Savanna, par exemple, où la réponse à P existe, la diminution enregistrée en 84 et 85 est importante avec l'apport de N-P-K par rapport à l'apport de N-K. A Vue Belle et à Grand Bois, l'effet est moins important et n'est pas forcément significatif vu les fortes variations enregistrées.

Si cet effet était réel, il faudrait comprendre le pourquoi de ce phénomène.

Il pourrait s'agir d'un problème de blocage de micro-éléments par un excès de phosphore soluble dans le sol.

Ce phénomène est souvent cité dans le cas du Zinc et du Cuivre. Mais les analyses réalisées sur les feuilles 1985 ne font pas apparaître de baisse de teneur engendrée par le traitement NPK par rapport au traitement NK.

On note cependant des teneurs assez faibles en Zinc, proches du seuil critique (15 ppm) dans le cas des sols bruns et des teneurs légèrement supérieures pour le sol ferrallitique de Bancoul (21 ppm). Les teneurs en Cuivre sont également au niveau du seuil de carence généralement admis (4 ppm).

Nos analyses de plantes ne permettent donc pas de conclure à l'action du phosphore soluble sur le blocage net d'oligoéléments au niveau du sol. Cependant, vu les très faibles teneurs observées, cette hypothèse n'est pas à rejeter.

B. Etude de la date d'apport de la fumure et de l'herbicide sur canne à sucre

I. TEST EN MILIEU PAYSAN (Tests IRAT-SUAD)

1.1. - But de l'expérimentation

L'efficacité de l'engrais dans une zone où la pluviométrie approche souvent les 4 mètres d'eau par an, est difficile à maîtriser. L'apport d'engrais ayant lieu classiquement en surface après la coupe, il favorise le développement des adventices difficiles à éliminer et a une efficacité réduite. Nous avons voulu tester l'effet combiné des apports d'herbicide avec les apports d'engrais à différentes dates dans un test simple chez plusieurs planteurs de la zone humide.

1.2. - Traitements mis en oeuvre

1. Fumure après la coupe + herbicide à la coupe en préémergence.
2. Fumure en Décembre + herbicide de préémergence.
3. Fumure apportée à la coupe + herbicide tardif.
4. Fumure apportée en Décembre + herbicide tardif.

* Fumure : 800 Kg/ha de N P K -15-7-24)

* Herbicide : Velpar (800 Kg/ha) (molécule active = hexazinone (herbicide essentiellement de préémergence mais qui a une action également en post-émergence).

1.3. - Résultats des tests entrepris l'année dernière

Ces tests avaient déjà été installés en liaison avec le SUAD chez une vingtaine d'agriculteurs de la zone en 1983-84.

La trop grande diversité des variétés, des âges de repousses et des rendements (de 23 à 116 t/ha) n'ont pas permis de porter de conclusion sur les 13 essais récoltés. Les analyses de plantes avaient montré une déficience quasi générale des cannes en potasse et une déficience en azote dans la moitié des essais. La fertilisation tardive améliorerait la nutrition en N et K des cannes sans que cette amélioration de la nutrition ne se traduise significativement par des accroissements de rendements en canne/ha ou en sucre/ha.

1.4. - Mise en place des tests en 1985

Nous avons sélectionné une dizaine de parcelles chez des agriculteurs de la région Est et mis en place 4 parcelles-traitements de 75 m² chacune de la façon suivante :

- analyse du sol de l'essai,
- réalisation des 4 traitements par nos soins (SUAD et IRAT),
- contrôle analytique de la nutrition par prélèvement des feuilles 3-4-5 et de tiges à la récolte,
- observations sur la croissance des cannes et l'enherbement pendant le cycle,
- résultats à la récolte : rendement en canne/ha.

Les premiers traitements (engrais et herbicide à la récolte), ont lieu au mois d'Août et les seconds traitements retardés, au mois de Décembre.

Les dates de récolte se situent en Septembre chez 6 agriculteurs et en Juillet chez le dernier (Voir Tableau n° 2).

1.5. - Résultats

Sept tests ont pu être récoltés dans de bonnes conditions. Un des tests a cependant été éliminé (n° 6 PICOT - sol d'alluvions à Bras-Panon) pour l'interprétation.

La pluviométrie a été favorable dans l'ensemble de la zone (3.400 mm d'Août 84 à Août 85 à Saint-Benoît) avec deux périodes très pluvieuses : Janvier (538 mm) et Février. Les sols, appartenant tous à la classe des andosols, ont les caractéristiques suivantes :

- pH variant de 4,8 à 6,3 selon les sites,
- saturation du complexe en bases très variable,
- teneur en phosphore en général assez élevée sauf dans un cas (n° 5),
- niveau très faible dans tous les sites de la teneur en potasse échangeable,
- teneurs en azote assez élevées correspondant donc à des teneurs en matière organique élevées (> 7 %). (Voir Tableau n° 1).

Les rendements en canne obtenus sont en moyenne de 77 t/ha avec les moyennes par traitement de :

TRAITEMENTS	MOYENNE	GROUPES HOMOGENES
1	81.00 t/ha	A
2	84.00 t/ha	A
3	72.73 t/ha	B
4	70.60 t/ha	B

L'analyse de variance montre un effet hautement significatif des traitements et des champs (CV = 8,6 %). Seul l'effet de l'herbicide apparaît sur les rendements : l'herbicidage précoce procurant de 8 à 13 t/ha supplémentaire (Voir Tableau n° 2).

L'observation des mauvaises herbes (Tableau n° 3) met bien en évidence l'effet des traitements au Velpar en préémergence sur le contrôle de la flore adventice pendant les premiers mois. Il est à noter toutefois que la dose de Velpar utilisée correspond à un seuil critique d'efficacité : au-dessous de cette dose, il a peu d'action, mais au-dessus, il peut être phytotoxique pour la canne. Son emploi est donc délicat et les résultats sont parfois très hétérogènes.

En Côte d'Ivoire, la sélectivité du produit est à l'étude afin d'estimer les risques de phytotoxicité de façon plus précise sur vierge ou sur repousse. Dans ce test, son efficacité est toujours nettement moins bonne que celle du Gesapax Combi qui reste le traitement de référence.

Vu l'hétérogénéité des résultats, l'efficacité incertaine du traitement et les risques encourus si les traitements sont mal faits, il semblerait plus prudent de choisir d'autres formulations pour l'instant, malgré sa souplesse d'utilisation dans le temps.

L'étude de la nutrition de la canne fait apparaître au diagnostic foliaire (DF) des teneurs moyennes de :

- N : 1,55 sans effet des traitements
- P : 0,17 sans effet des traitements
- K : 1,41 avec effet des traitements (n° 4 > autres)

A la récolte, les teneurs moyennes des tiges sont (DT) :

N : 0,22 sans effet des traitements
P : 0,39 sans effet des traitements
K : 0,54 sans effet des traitements
Ca : 0,06 sans effet des traitements
Mg : 0,06 sans effet des traitements

D'après les premières normes établies à la Réunion, avec les prélèvements de feuilles 3-4-5, les niveaux observés en N-P-K se situent exactement aux valeurs des seuils critiques : la nutrition n'est donc pas à l'optimum en moyenne.

Par agriculteur, on peut noter les différences suivantes :

Azote : très faible chez TETRY (N° 1 = 1,39 %), faible à moyen chez les autres.

Phosphore : très peu de variation dans les différents champs.

Potasse : teneurs très faibles au DF chez :

- . VOULAMA (N° 2)
- . CHANE KENE (N° 4)
- . CAMALON (N° 7)

Cette différence avec les autres s'estompant à la récolte (DT).

Le seul effet statistiquement positif de l'apport tardif de l'engrais sur la nutrition est la teneur plus élevée en potasse dans les cannes sur le traitement n° 4, lors du diagnostic foliaire. Ceci ne se retrouve pas au diagnostic sur tiges récoltées. Aucun effet très net sur le nombre de tiges ou la hauteur des tiges n'apparaît.

De grosses différences existent entre champs. Ces caractéristiques sont fortement liées au rendement final.

On remarque cependant, dans certains champs, une forte diminution du nombre de tiges entre Décembre 1984 (Boom stage) et la récolte (plus de 30 % de mortalité). Cette mortalité n'est corrélée ni à la fertilité du sol ni au rendement final.

1.6. - Conclusion

Cette année, l'herbicidage de préémergence a eu une action relativement importante sur les rendements par rapport à un herbicidage tardif.

La date d'apport de l'engrais n'a pas eu d'action significative sur les rendements, malgré une légère action sur la nutrition (K essentiellement).

Le niveau de nutrition des cannes se révèle faible dans l'ensemble avec certains cas de carence en N et en K. La plupart des sols étant déficients en potasse, le faible niveau de nutrition potassique, malgré l'apport de 190 unités, est logique, et explique sans doute les rendements médiocres enregistrés dans l'ensemble.

Tableau 1 : Caractéristiques des sols

Lieu	Bras-Panon	St-Benoît	Bras-Panon	St-Benoît	Bras-Panon	Bras-Panon	St-Benoît	
Sol	Alluvions à Galets	Andosol	Andosol	Andosol	Andosol	Alluvions	Andosol	
Nom	TETRY	VOUMAMA	GARRO	CHANE KENE	MAILLOT	PICOT	CAMALON	
Humidité	67	88	28	48	28	50	75	
pH eau	5,8	6,3	4,87	4,79	4,9	5,0	6,3	
Test NaF	9,7	9,7	8,6	7,9	8,4	8	9,4	
N %	4,5	6,1	-	3,46	-	4,74	5,4	
Phosphore ass.	661	521	330	129	40	561	311	
Phosphore total	2 040	1 980	2 090	2 110	1 030	2 960	1 850	
me pour 100 g Complexe échangeable	Ca	1,93	5,41	0,61	0,81	0,13	0,81	2,99
	Mg	0,92	1,71	0,75	0,65	0,28	0,65	2,65
	K	0,18	0,10	0,05	0,12	0,05	0,11	0,12
	Somme	3,15	7,36	1,69	1,77	0,63	1,81	5,90
	CEC	3,80	8,80	absorbant 3,20	3,30	1,20	3,30	6,70
	Saturation%	82	83	52	53	52	55	88
	K % CEC	4,74	1,14	1,5	3,64	4,17	3,33	1,79
	Mg/Ca	0,48	0,32	1,17	0,80	2,15	0,80	0,89
Principaux défauts de fertilité	K	K	pH-bases K	pH-bases K P	pH-bases K	pH-bases	K	

Tableau 2 : Résultats de la récolte en tonne de canne/ha

- 1 = Engrais + herbicide à la coupe
 2 = Engrais retardé + herbicide à la coupe
 3 = Engrais à la coupe + herbicide retardé
 4 = Engrais retardé + herbicide retardé

N° PLANTEUR	1	2	3	4	5	6	Moy.
Date de récolte	11/09	10/09	19/09	19/09	25/07	24/07	
Variété	R 570	R 570	R 570	R 570	R 570	S 17	
Traitement							
1	83,3	76,7	76,7	93,6	72,4	91,3	81,0
2	95,8	72,4	77,6	104,0	61,1	93,1	84,0
3	79,1	61,3	62,7	88,0	55,1	90,2	72,7
4	64,0	63,8	61,6	96,2	63,8	74,2	70,6
Moyenne	80,5	68,5	69,6	95,4	63,1	85,2	77,0
Test statistique	Effet traitement = HS 1 = 2 > 3 = 4 Effet planteur = HS CV = 8,6 %						

Tableau 3 : Observations des mauvaises herbes (de 0 = pas d'herbe à 4 = couvert d'herbes

- 1ère date : Août 84 après la coupe
- 2ème date : Décembre 84 lors du traitement retardé d'herbicide
- 3ème date : Juillet 85 avant la coupe

N° planteur	1	2	3	4	5	6
N° traitement						
1	0-1-0	1-2-0	0-2-1	0-1-0	0-2-0	0-0-0
2	0-1-0	1-2-0	0-2-1	0-1-0	0-2-0	0-0-0
3	0-2-0	1-3-0	0-3-1	0-3-0	0-3-0	0-2-0
4	0-3-0	1-4-0	0-3-1	0-3-0	0-2-0	0-1-1

Tableau 4 : Hauteur moyenne des cannes : 1ère/2ème observation

- 1ère observation : Décembre 84
- 2ème observation : Juillet 85 (avant la coupe)

N° planteur	1	2	3	4	5	6
N° traitement						
1	0,59/2,98	0,41/2,46	0,61/2,64	0,98/3,34	0,67/2,71	0,74/2,28
2	0,40/2,88	0,44/2,43	0,56/2,48	0,94/3,33	0,56/2,44	0,66/2,17
3	0,61/2,80	0,58/2,20	0,68/2,36	0,72/3,04	0,69/2,42	0,72/2,24
4	0,37/2,23	0,55/2,14	0,58/2,44	0,84/3,21	0,59/2,41	0,40/2,03
Moyenne	0,49/2,72	0,49/2,31	0,61/2,48	0,85/3,23	0,63/2,49	0,63/2,18

Tableau 5 : Nombre de tiges au m² A/B

- A : 1ère observation - 19/12/84)
- B : 2ème observation - 19/07/85) A/B

N° planteur	1	2	3	4	5	6
N° traitement						
1	10/8	14/7	8/8	14/8	9/7	16/10
2	9/10	13/8	8/7	12/8	9/7	15/11
3	12/9	10/7	9/7	13/8	7/6	16/11
4	8/9	10/7	10/7	12/8	9/7	13/8
Moyenne	9,7/9	11,7/7,2	8,7/7,2	12,7/8	8,2/6,7	15/10
Mortalité % (A - B) A	- 7 %	- 38 %	- 17 %	- 37 %	- 18 %	- 33 %

PATHOLOGIE DE LA CANNE A SUCRE

En 1985, les recherches menées par le Laboratoire de Pathologie ont porté principalement sur la gommose et la rouille. Pour la gommose, la méthode de criblage sur plantes en serre a été perfectionnée. L'étude de la variabilité de *Xanthomonas campestris* pv. *vasculorum* a été développée au niveau du Laboratoire pour les caractères culturels des isolats et en serre pour l'analyse de leur agressivité. Les essais au champ ont été poursuivis en collaboration avec nos collègues du C.E.R.F. et du M.S.I.R.I. Pour la rouille, les effets de l'âge des tissus foliaires et de leur teneur en éléments minéraux ont été étudiés en serre. Par ailleurs, le suivi du développement de la maladie en relation avec les facteurs climatiques a été effectué dans plusieurs zones écologiques.

Enfin, pour disposer d'un système simplifié pouvant permettre un criblage variétal ou des études de physiopathologie, nous avons recherché à optimiser l'infection *in vitro* pour la rouille et le charbon.

I. CRIBLAGE RAPIDE VIS-A-VIS DE LA GOMMOSE

Parmi les méthodes déjà éprouvées pour l'inoculation des plants cultivés en serre, figurent une méthode dite douce et une méthode dite brutale (Rapport Annuel 1982, p. 42).

Pour la première, l'extrémité d'une feuille préalablement sectionnée est plongée dans une suspension bactérienne et l'on peut noter la progression des symptômes le long du limbe. Pour la seconde, la coupe du chou foliaire 1 cm au-dessus de la dernière ochréa avec des ciseaux trempés dans la suspension, permet d'obtenir les symptômes pour les variétés qui lui sont sensibles. Les performances de ces deux méthodes ont été comparées sur une même gamme variétale.

Les résultats (Tableau 1) montrent que la deuxième méthode permet une meilleure discrimination variétale en ce qui concerne l'infection foliaire. Elle seule permet par ailleurs de révéler la sensibilité systémique des variétés S 17, M 377/56 et M 147/44. Cette sensibilité s'exprime par la chlorose persistante du faisceau foliaire et la mort des plantes (cas de M 377/56).

TABLEAU 1 : COMPORTEMENT D'UNE GAMME VARIETALE VIS-A-VIS DE X. CAMPESTRIS PV. VASCULORUM
60 JOURS APRES L'INOCULATION SELON DEUX METHODES

METHODES	LONG. STRIE (CM)	PLANTS CHLOROSES **
Douce	R 397	8,62 a*
	S 17	9,82 a
	R 570	10,87 a
	M 147/44	12,58 a
	M 377/56	23,63 b
	R 472	24,53 b
Brutale	R 570	12,77 a
	R 397	17,25 b
	R 472	21,85 c
	S 17	22,25 c
	M 377/56	31,68 d
	M 147/44	32,70 d
		0
		2
		14
		5***
		31

* Les moyennes différentes selon le test de NEWMAN-KEULS (P = 0,05) sont suivies de lettres différentes.

** Sur un total de 6 x 8 plantes inoculées

*** Dix plantes de cette variété sont mortes.

II. VARIABILITE DE XANTHOMONAS CAMPESTRIS PV. VASCULORUM

Les travaux réalisés à la Réunion (Rapports Annuels IRAT-REUNION 1969, 1970, 1971) et ceux réalisés à Maurice (Annual Report, MSIRI, 1982) ont révélé une hétérogénéité du parasite pour plusieurs critères autres que le pouvoir pathogène. En ce qui concerne ce dernier, la chute de la résistance de plusieurs variétés fait toutefois penser qu'il peut varier facilement et de façon importante.

A Maurice, des souches aux caractéristiques culturelles différentes sont isolées sur des variétés différentes. Nous avons donc cherché à déterminer le comportement des isolats sur milieu au chlorure de Tetrozolum (TZC) avant d'étudier leur pouvoir pathogène. Trois types différents ont ainsi été observés et ils correspondent à ceux identifiés à Maurice.

A Saint-Benoît et la Bretagne, les isolats sont principalement du type 2 ; en revanche, dans les Hauts de l'Ouest les types 1 et 3 sont majoritaires.

L'étude détaillée de nombreuses colonies issues des isolats montre qu'un isolat du type 2 provenant de la Bretagne (R 472) ne donne que des colonies du type 2 ; de même, un isolat du type 1 réalisé à Piton St-Leu sur R 472 ne donne que des colonies du type 1. Le comportement d'autres isolats des Hauts de l'Ouest sont toutefois plus instables.

L'étude en conditions contrôlées du pouvoir pathogène d'isolats des différents types montre que l'agressivité du parasite est croissante du type 1 au type 3. L'utilisation d'une gamme variétale ne révèle pas d'interaction statistique entre le parasite et son hôte. Les variations semblent donc porter sur l'agressivité du parasite et non sur sa virulence (Tableau 2).

TABLEAU 2 : COMPORTEMENT D'UNE GAMME VARIETALE VIS-A-VIS DES TROIS TYPES DE X. CAMPESTRIS PV. VASCULORUM

CLASSEMENT DES MOYENNES *			
PARASITE		VARIETE	
Type 1	13,80 a**	S 17	11,60 a
Type 2	18,85 b	R 397	17,06 b
Type 3	23,21 c	M 147/44	20,90 c
		M 377/56	25,06 d

* Longueur des stries en cm

** Les moyennes différentes selon le test de NEWMAN-KEULS (P = 0,05) sont suivies de lettres différentes.

Afin d'obtenir des renseignements sur la variabilité intra et inter insulaire dans les Mascareignes, des essais comportant une même gamme variétale avaient été plantés en 1982 à la Réunion et à Maurice. Quelle que soit l'année des observations, et en dépit de l'inoculation artificielle de lignes infestantes, la propagation a été généralement faible (mis à part à St-Benoît). Le même classement variétal est obtenu dans chacun des essais.

III. CRIBLAGE AU CHAMP VIS-A-VIS DE LA GOMMOSE

Les essais mis en place au champ en 1982 comportaient également des variétés en cours de sélection dont le C.E.R.F. souhaitait connaître le comportement à la gommose. Malgré la faible pression de sélection, les sensibilités de R 76/13, R 71/358, R 71/550, R 70/353 et surtout de R 71/464 ont pu être remarquées.

IV. EFFET DE L'AGE DES TISSUS FOLIAIRES SUR L'INFECTION PAR PUCCINIA MELANOCEPHALA

La méthode précise d'inoculation mise au point en 1982 (Rapport Annuel IRAT-REUNION 82) a été utilisée pour l'étude du comportement à la rouille de plantes cultivées pendant des durées variables en serre. Nous avons également déterminé la réaction des tissus foliaires en fonction de l'étage foliaire et de la partie du limbe inoculée.

La sévérité de la maladie jugée par le nombre de pustules par cm² de surface inoculée s'avère identique pour des plantes âgées respectivement de 7, 11 et 15 semaines. Ces âges correspondent à ceux des plantes utilisées pour un criblage variétal rapide. Avec le même critère, la feuille 0 s'est avérée plus sensible que les feuilles + 1 (TVD) et + 2. Pour ces trois étages foliaires, la sensibilité des tissus augmente de la base vers le sommet de la feuille.

Afin de préciser ces phénomènes, des critères plus précis ont été introduits. La variable R + (réponses positives) rend compte des nécroses étendues et des pustules. Il y a dans ce cas colonisation importante des tissus hôtes. La variable R- (réponses négatives) correspond aux taches chlorotiques et aux points nécrotiques. Ici la progression du parasite a été rapidement stoppée par la réaction de la plante.

Le Tableau 3 donne les résultats obtenus lors de deux expériences distinctes faites avec la variété très sensible H 49/5 et la variété sensible Triton.

TABLEAU 3 : EFFETS DE L'ETAGE FOLIAIRE ET DE LA PARTIE DU LIMBE
SUR LES SYMPTOMES DUS A PUCCINIA MELANOCEPHALA

VARIETE	H 49/5		TRITON	
	R +	R -	R +	R -
Feuille 0	5,4	3,2	8,8	8,2
Feuille + 1**	4,4	3,4	5,2	10,0
Feuille + 2	4,7	3,7	6,8	8,5
Partie 1***	4,5	3,0	4,5	7,3
Partie 2	4,7	3,6	5,2	9,0
Partie 3	5,0	3,6	7,5	8,8
Partie 4	5,1	3,7	10,4	10,5

* Moyennes par cm² avec 6 (H 49/5) ou 9 (Triton) répétitions de 3 plantes par étage foliaire.

** La feuille + 1 est la plus jeune feuille à ligule visible.

*** De la base au sommet.

Ces résultats confirment la plus grande réceptivité de la feuille 0 comparativement à la feuille + 1 et + 2, ainsi que le gradient existant le long de la limbe. Ce gradient est en particulier très net avec R + pour Triton. Par ailleurs, on note que le rapport R+/R- est généralement supérieur à 1 pour la variété très sensible H 49/5 et inférieur à 1 pour la variété sensible Triton, alors que cette dernière variété présente globalement un nombre de réponses plus important.

La sporulation doit également être prise en considération. Ainsi, la sporulation des urédosores sur Triton est visuellement inférieure à celles des urédosores d'H 49/5.

La comparaison de la sporulation pour les trois étages foliaires a été effectuée au cours d'une nouvelle expérience avec H 49/5. Le Tableau 4 montre clairement que si la feuille 0 présente le plus grand nombre de pustules, la sporulation de celles-ci augmente avec l'âge des tissus.

**TABLEAU 4 : EFFET DE L'ETAGE FOLIAIRE SUR LE NOMBRE DE PUSTULES
ET LA SPORULATION DE P. MELANOCEPHALA**

ETAGE	PUSTULES / CM2	SPORES/PUSTULES (g)
Feuille 0	9,25	0,29
Feuille + 1	5,00	0,46
Feuille + 2	6,00	0,81

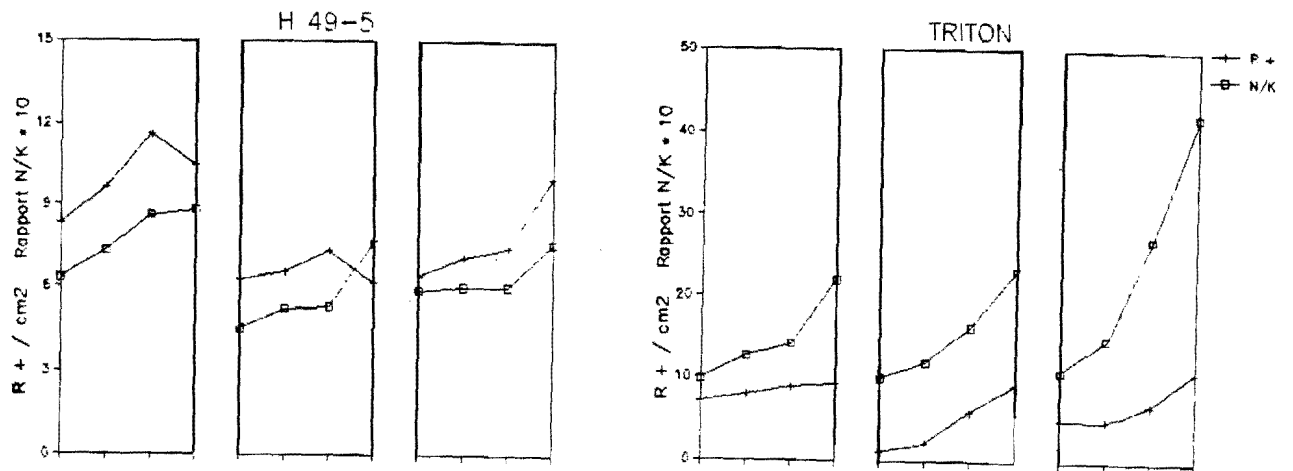
Ces divers résultats sont à mettre en relation avec les phénomènes observés au champ. Ainsi, le nombre des urédospores est croissant de la feuille la plus jeune aux feuilles les plus âgées. Cette situation n'est donc pas due à l'état physiologique des tissus. En revanche, le gradient d'humidité dans le couvert végétal pourrait être impliqué. Par ailleurs, plus la feuille est âgée et plus le nombre de générations du parasite sur le même limbe est élevé ; ce dernier phénomène serait amplifié par la sporulation plus abondante sur les tissus âgés. En ce qui concerne le gradient observé le long du limbe, les extrémités de feuilles sont effectivement plus attaquées au champ.

V. EFFETS DES TENEURS MINERALES DES FUEILLES SUR L'INFECTION PAR PUCCINIA MELANOCEPHALA

Afin de déterminer une éventuelle relation entre l'expression de la maladie et les teneurs des feuilles en minéraux, nous avons cherché à modifier les teneurs en azote et en phosphore en fertilisant de manière différente les plantes cultivées en serre. Par ailleurs, les teneurs de différents étages foliaires et des parties du limbe ont été mises en relation avec les gradients de sensibilité déjà observés.

Les plantes carencées en azote sont nettement moins réceptives à la maladie que les plantes pourvues en cet élément. En revanche, l'augmentation de la teneur en phosphore n'a d'effet ni sur le nombre de pustules par cm² ni sur leur sporulation.

Les gradients de sensibilité mis en évidence au sein d'une même plante semblent pouvoir s'expliquer par des gradients en teneurs minérales. Il apparaît en particulier que l'évolution des réponses positives à l'infection suivent les variations du rapport N/K.

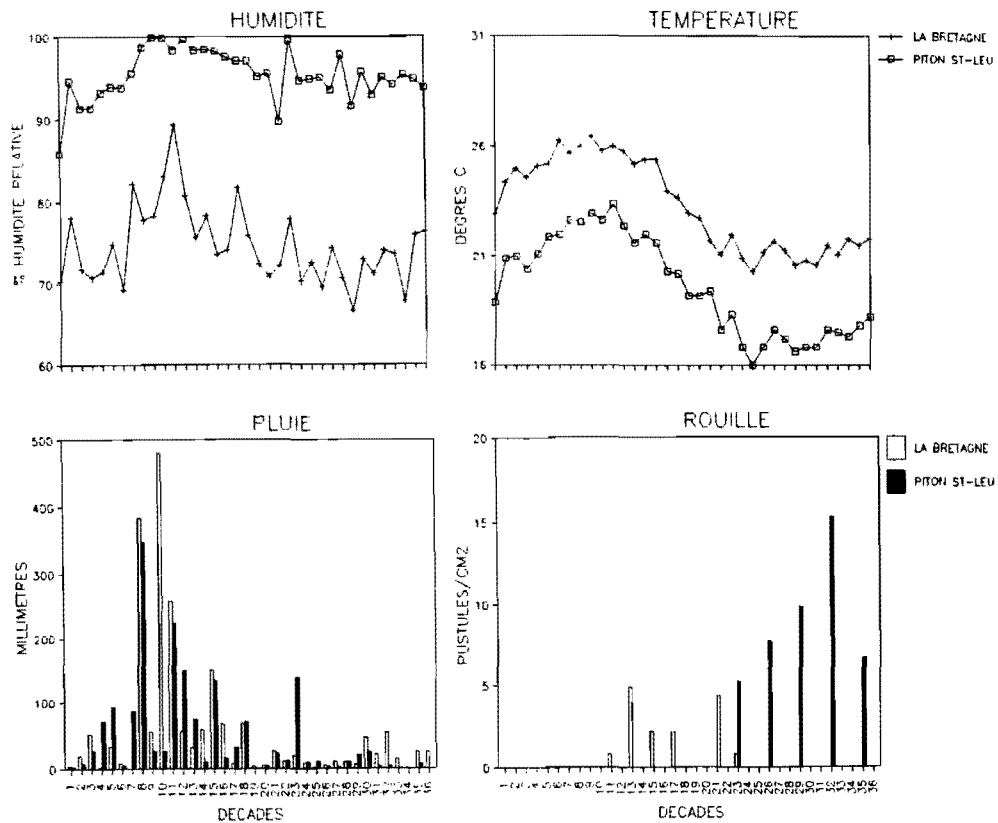


**FIGURE 1 : COMPARAISON DE L'EVOLUTION DES REPONSES POSITIVES
A L'INFECTION PAR PUCCINIA MELANOCEPHALA ET RAPPORT N/K**

VI. ETUDE DES FACTEURS AGISSANT SUR LES EPIDEMIES DE ROUILLE

Fin 84, de nouveaux essais ont été plantés dans plusieurs zones écologiques de l'île. Le comportement de quatre variétés : H 49/5, Triton, R 70/91 et R 469 est évalué dans un dispositif en blocs aléatoires complets. Pour le site de la Bretagne, les données climatiques de Gillot fournies par la Météorologie Nationale sont corrigées ; les autres données sont collectées par les stations bioclimatiques de l'IRAT.

Les difficultés pour entretenir les essais et/ou un environnement peu favorable au déclenchement de l'épidémie nous ont conduit à suivre plus particulièrement les essais de la Bretagne et de Piton St-Leu. Les situations climatiques dans ces sites sont bien différentes (Figure 2 A, B, C) ; la température à Piton St-Leu est en moyenne inférieure de 4 degrés à celle de la Bretagne, alors que le pourcentage d'humidité y est nettement plus élevé (15 à 20 %). Ces différences entraînent une plus grande sévérité de la maladie à Piton St-Leu (Figure 2 D). En ce qui concerne la chronologie des épidémies, la maximum de sévérité est observé pour une canne de 4 mois, ce qui confirme les résultats obtenus en 83 et 84. A Piton St-Leu, l'optimum est obtenu beaucoup plus tard.



**FIGURE 2 : DONNES CLIMATIQUES DE NOVEMBRE 84 A NOVEMBRE 85
ET OBSERVATIONS DES SYMPTOMES DE ROUILLE EN DEUX LOCALITES**

VII. INFECTION IN VITRO PAR LA ROUILLE ET LE CHARBON

Nous avons perfectionné les méthodes nous permettant d'obtenir des urédospores de *Puccinia melanocephala* non contaminées par d'autres micro-organismes. La méthode d'inoculation est également plus performante, des symptômes étant observés sur toutes les plantes inoculées. Les variétés résistantes se distinguent des variétés sensibles d'après la sporulation obtenue *in vitro*. Les recherches se poursuivent afin de déterminer l'effet de la composition du milieu de culture sur l'infection.

En ce qui concerne le charbon, les succès ont été moins importants. La croissance de l'*U. scitaminea* sur le milieu de culture gêne considérablement le développement de la plante après son inoculation. Des plantes infectées ont toutefois été obtenues et les recherches devront se poursuivre pour apporter les modifications nécessaires au milieu de culture.

AMELIORATION VARIETALE DE LA CANNE A SUCRE

Au cours de l'année 1985, les résultats concernant la mesure de la variabilité des somaclones issus des variétés R 472 et B 4362 confirment les observations réalisées en 1984. La variabilité des somaclones au regard des maladies et du comportement agronomique est de même nature que celle des témoins boutures.

Le matériel végétal issu de la culture *in vitro* implanté sur le terrain a été diversifié afin de déterminer ultérieurement les caractéristiques générales et spécifiques des vitroplants.

I. CULTURE IN VITRO

1.1. Variabilité somaclonale

* Clone R 472 (1ère repousse)

L'absence de somaclones R 472 immuns à la gommose foliaire *Xanthomonas campestris* pv. *vasculorum* rapportée pour les premières observations en vierge en 1984 a été confirmée en repousse en 1985. Une analyse de variance réalisée sur les données d'un nouveau test montre que les somaclones préalablement sélectionnés comme "résistants" ou "sensibles" à l'issue du test 1984 ont en fait la même sensibilité à la gommose que les vitroplants issus de la culture *in vitro* de bourgeons axillaires. En première repousse, les différences agronomiques observées au niveau des populations entre somaclones et témoins boutures diffèrent de celles rapportées en 1984. Elles sont significatives pour le poids de touffe et le poids de tige mais non significatives pour le nombre de tiges ou la longueur de la tige. Les somaclones sont moins vigoureux que les témoins. La floraison est observée pour 35 % des témoins boutures et seulement 1 % des somaclones.

Les variances et coefficients de variations des distributions de somaclones sont inférieures à celles des témoins boutures mais les différences ne sont pas significatives. L'analyse plante à plante ne permet pas d'individualiser des somaclones variants.

Les somaclones et témoins boutures ont été replantés individuellement en lignes de 5 mètres pour observations en 1986.

* **Clone B 4362 (vierge)**

Les somaclones B 4362 réceptionnés de Montpellier et repiqués en sachet de végétation présentent un taux de survie de 70 % au champ, 75 % des somaclones transplantés parviennent à établir une souche de canne. Au total, 386 somaclones ont pu être évalués après inoculation artificielle et 50 autres directement au champ pour leur comportement vis-à-vis de la rouille (*Puccinia melanocephala*).

Aucun somaclone B 4362 immun n'a été observé. En moyenne, la sévérité des symptômes est plus élevée pour les somaclones que pour les témoins boutures. Les amplitudes des variations au sein des deux populations en comparaison sont similaires.

* **Clone R 574**

Les 844 somaclones R 574 produits (milieu de callogenèse à 7 mg/l de 2,4 D) ont été repiqués *in vitro* sur une gamme de concentration en kinétine (0 à 1 mg/l). Des effets de la kinétine (1 mg/l) ont été mis en évidence sur la croissance *in vitro* des somaclones : réduction du nombre et de l'élongation des racines, réduction de l'élongation de la tige, augmentation du tallage. Ces effets persistent *in vitro* après culture en l'absence de kinétine.

Sevrés en sachet de végétation avec un taux de réussite de 88 % et transplantés au champ en Novembre 1985 avec une réussite de 98 %, ce sont donc 730 somaclones qui seront étudiés en 1986 en comparaison avec 290 témoins boutures et 86 plantes issues de culture *in vitro* de bourgeons axillaires.

* **Clone R 70/0353**

Les 538 somaclones R 70/0353 produits (milieu de callogenèse à 7 mg/l de 2,4 D) ont été repiqués *in vitro* sur une gamme de concentration en kinétine (0 à 1 mg/l). Des effets de la kinétine (1 mg/l) ont été mis en évidence *in vitro* sur ce clone également : réduction du nombre de racines mais stimulation de l'élongation racinaire, réduction de l'élongation de la tige mais augmentation du tallage. Ces effets persistent *in vitro* après culture en l'absence de kinétine.

Sevrés en sachet de végétation avec un taux de réussite de 88 % et transplantés au champ en Novembre 1985 avec une réussite de 96 %. Ce sont donc 461 somaclones qui seront étudiés en 1986 en comparaison avec 205 témoins boutures et 90 plantes issues de culture *in vitro* de bourgeons axillaires.

1.2. - Multiplication végétative

1.2.1. - Collection variétale in vitro

Les clones établis par **culture de bourgeons axillaires** et conservés *in vitro* sont B 34/104, B 37/172, B 43/62, BIG TANA BLANCHE, Co 1001, Co 6415, H 32/8560, H 49/5, M 1453/59, M 147/44, M 555/60, M 76/39, N 6, R 397, R 447, R 469, R 472, R 526, R 570, R 573, R 574, R 70/0219, R 70/0353, *S. spontaneum* et TRITON.

Les clones établis par culture d'apex *in vitro* sont H 49/5, R 567 et R 570.

1.2.2. - Etude des caractéristiques agronomiques

Les vitroplants issus de la culture *in vitro* de bourgeons axillaires (CD-vitroplants) des clones H 49/5 et R 472 manifestent une vigueur en repousse significativement plus faible que les plantes issues de boutures à 1 oeil (CD-boutures). Les variances du nombre de tiges et du poids d'une plante sont plus faibles pour les CD-vitroplants.

Le comportement en replantation des CD-vitroplants R 472 sera étudié en 1986.

Des plantes issues de culture de bourgeons axillaires *in vitro* des clones R 447, R 469, R 472, R 570, R 574 et R 70/0353 ont été sevrées et implantées pour expérimentation à La Bretagne en Novembre 1985.

1.2.3. - Action concertée IRAT - CERF

Les variétés suivantes actuellement en quarantaine au C.E.R.F. ont été introduites en culture *in vitro* (callogenèse + néoformation et culture de bourgeons axillaires) afin d'évaluer l'intérêt d'une micropropagation *in vitro* dans la réduction des délais nécessaires à l'évaluation des clones introduits à la Réunion : B 52/107, BJ 60/02, BT 64/134, CAVENGIRE, EROS, H 50/7209, KABA, M 1205/70, M 126/63, M 1557/70, M 292/70, M 628/70, M 695/69, M 792/69 et MANA. Les vitroplants sont actuellement conservés en collection *in vitro* jusqu'au sevrage prévu en Novembre 1986.

1.3. - Informatique

L'ensemble des opérations de culture *in vitro* exécutées à l'IRAT-REUNION depuis le début de cette activité en 1980 a été saisi dans des fichiers informatiques CIVCANE 1 et CIVCANE 2. Des programmes simples ont été réalisés avec le logiciel DBASE III (gestion de fichiers) et permettent de déterminer à tout moment la constitution de la salle de culture (ETATGEN et ETATPATHO) et de retracer la filiation de chacune des opérations (GENCIV). Ces fichiers permettront également de déterminer les paramètres techniques tels que les durées des opérations, les taux de multiplication etc... qui serviront de base à une étude économique des applications de la culture *in vitro*.

II. METHODOLOGIE ET SELECTION

Les essais variétaux concernant les descendance des croisements TRITON x R 331 (38 clones) TRITON x PT 43/52 (34 clones) ont fait l'objet d'une mesure de rendements en canne de 12 mois (1ère repousse). Le traitement statistique a été réalisé par le Service de Méthodologie de l'IRAT-MONTPELLIER. La variété R 80/2029 (descendance de R 331) est significativement supérieure à la variété R 570 (gain de 20 %).

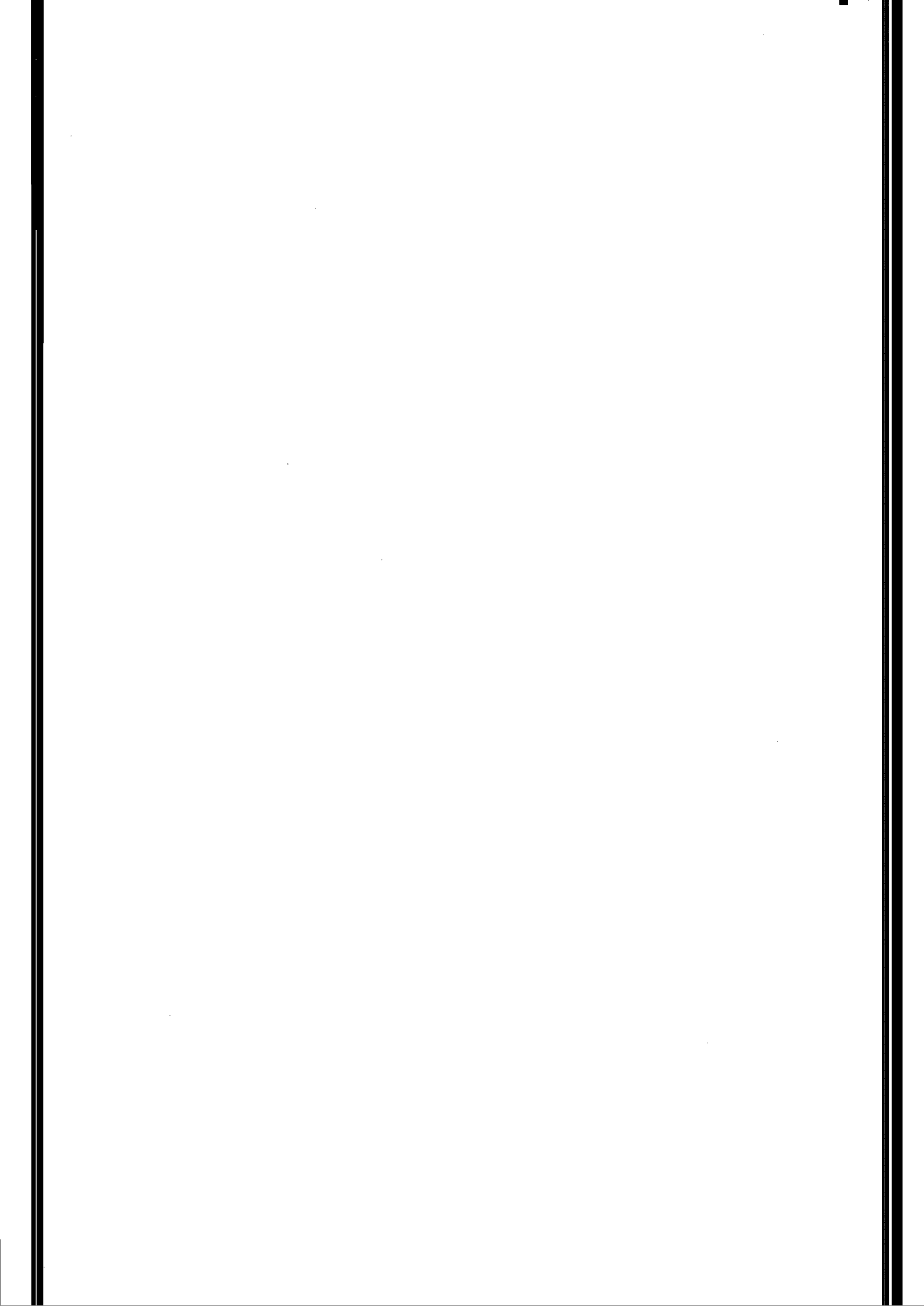
Les variétés R 80/0372 pour la descendance de PT 43/52 et R 80/0640 R 80/0645 pour la descendance de R 331, ainsi que la variété Q 76, sont non significativement supérieures ou égales à R 570. Les variétés R 80/0354, R 80/0364 et R 80/2021 pour la descendance PT 43/52, ainsi que les variétés R 80/0632, R 80/0636 R 80/0643, R 80/0661, R 80/0662, R 80/2034, R 80/2035, R 80/206 et R 80/2037 pour la descendance de R 331 sont non significativement inférieures à R 570.

La variété Q 75 (standard de richesse) est significativement inférieure à R 570 (- 40 % en TC) et se trouve parmi les plus mauvaises variétés testées.

La descendance de TRITON x R 331 apparaît globalement nettement supérieure à la descendance TRITON x PT 43/52 en ce qui concerne le rendement en canne.

Une analyse de la richesse complétera les résultats de deuxième repousse en 1986.

CULTURES MARAICHÈRES



CULTURES MARAICHÈRES :

Agronomie

Les cultures maraichères et vivrières doivent occuper une place intéressante dans la mise en valeur des Hauts. Leur importance est à considérer en particulier dans l'optique d'une diversification des systèmes d'exploitation à base de géranium rosat et la plupart des études sont effectuées dans ce cadre avec le concours du Développement et des agriculteurs.

I. HARICOT ROUGE

Le haricot rouge, consommé sous forme de grains secs, constitue un aliment de base à la Réunion. Cultivé traditionnellement en intercalaire de géranium, des gains de productivité importants sont nécessaires pour assurer une rémunération suffisante de travail, en particulier lorsqu'il est inclus dans une rotation avec cette plante.

Les facteurs essentiels qui conditionnent la production du haricot sont liés au système de culture : date de semis et fumure, l'apport localisé de compost de géranium permettant de stabiliser les rendements malgré les incertitudes climatiques et la variabilité de la fertilité du sol.

La variété Marlat, très appréciée par les consommateurs, présente cependant une faible productivité. Elle est sensible à la rouille (*Uromyces phaseoli*), à l'antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), à la graisse (*Pseudomonas phaseolicola*), aux pourritures blanche et grise (*Sclerotinia sclerotiorum* et *Botrytis cinerea*) et à la mosaïque commune (virus 1).

Les rendements de certains cultivars introduits apparaissent régulièrement supérieurs et les résultats obtenus en station (Rapport Annuel IRAT-REUNION 1983) se confirment, en particulier, pour Pompadour et Dark Red Kidney, qui semblent plus résistants à la rouille et à la pourriture blanche que Marlat (Tableau 1).

EMPLACEMENT ALTITUDE	M. PAUSEE - 840 M	M. CRESCENCE - 740 M
DATE DE SEMIS	18 ET 19 MARS	21 ET 22 MARS
Pompadour	16*	13
Dark Red Kidney	16*	14
109	15	16
Petit Rouge	13	14
Petit Noir	11	15
Chevrette	12	12
Kervegen	10	12
Marlat	9	12
Light Red Kidney	8	11

TABLEAU 1 : Rendements en grains secs à 17 % d'humidité de différentes variétés de haricots rouges chez deux agriculteurs de Tan Rouge (1985). Selon le test de DUNNETT, les productions affectées d'astérisques diffèrent au seuil 5 % de celui du témoin Marlat (C.V. respectifs 22 et 15 %, Ecarts types de la moyenne : 1,1 et 1,7). Toutes les variétés présentent une croissance déterminée sauf Petit Rouge et Petit Noir.

II. POMME DE TERRE

La pomme de terre présente un intérêt certain dans les Hauts sous le vent. Son implantation après un géranium permettrait non seulement de procurer des revenus non négligeables aux agriculteurs, mais aussi de réduire l'infestation des parcelles par les adventices grâce aux herbicides efficaces disponibles.

Deux périodes principales de culture peuvent être distinguées : un premier cycle annuel avec plantation en Mars-Avril à partir des plants introduits de métropole et un second en Septembre à partir de la production du précédent.

Les rendements sont conditionnés actuellement par :

- la fertilité du sol et son travail, les labours tardifs étant à proscrire en raison de leur action asséchante,
- le contrôle du mildiou, *Phytophthora infestans*, principalement en fin de second cycle,
- la qualité des plants importés, en particulier leur degré d'incubation (Tableau 2).

Ainsi, en premier cycle, le choix de la variété doit être effectué non seulement en fonction de ses potentialités mais aussi de la date de mise en place : Résy, à incubation rapide devant être réservée pour les plantations précoces de même que Spunta ou Eureka alors que Claustar, à incubation lente, convient bien pour les plantations tardives.

En second cycle, la tolérance au mildiou des cultivars européens apparaît insuffisante, mais certaines variétés résistantes du C.I.P. (The International Potato Center) pourraient constituer une solution d'avenir.

PERIODES	DEUXIEME CYCLE 1984			PREMIER CYCLE 1985	
LIEU	M. TECHER	M. FUTOL	M. ZITTE	M. BEGUE	St. IRAT Pte France
VARIETES	1.100 ■	800 ■	900 ■	1.000 ■	1.300 ■
Resy	6	10	5	4	11
Eureka	20	10	9	5	8
Danae	13	7	5	3	9
Claudia	16	5*	4	4	16
Spunta	17	9	6	8**	17
Claustar	15	10	6	7*	20*
Facteur limitant essentiel du rendement	Travail du sol trop important sur le tiers de l'essai	Mildiou précoce non contrôlé	Travail du sol trop important en conditions sèches	Travail du sol trop important et plant trop incubé (plan- tation fin Avril	Plants trop incubés (Plantation début Avril)

TABLEAU 2 : Rendement de variétés demi précoces à demi tardives de pomme de terre en t de tubercules commercialisables par ha, chez différents agriculteurs durant deux cycles culturaux.

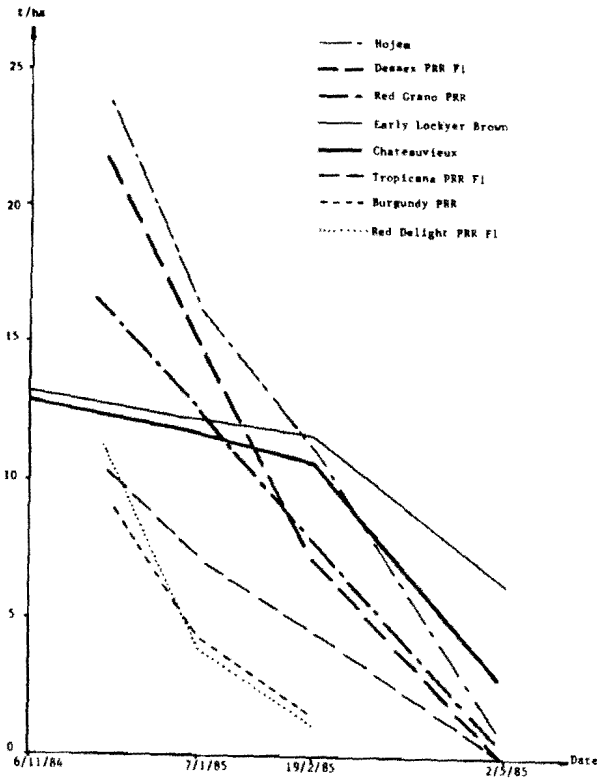
Les rendements affectés d'astérisques * ou ** diffèrent au seuil 5 % ou 1 % de ceux de la variété Résy, selon le test de DUNNETT (C.V. respectifs : 23 % 18 %, 21 %, 25 % et 28 %, E.T.M. : 2,1 - 0,9 - 0,7 - 0,6 et 2,0)

III. OIGNONS

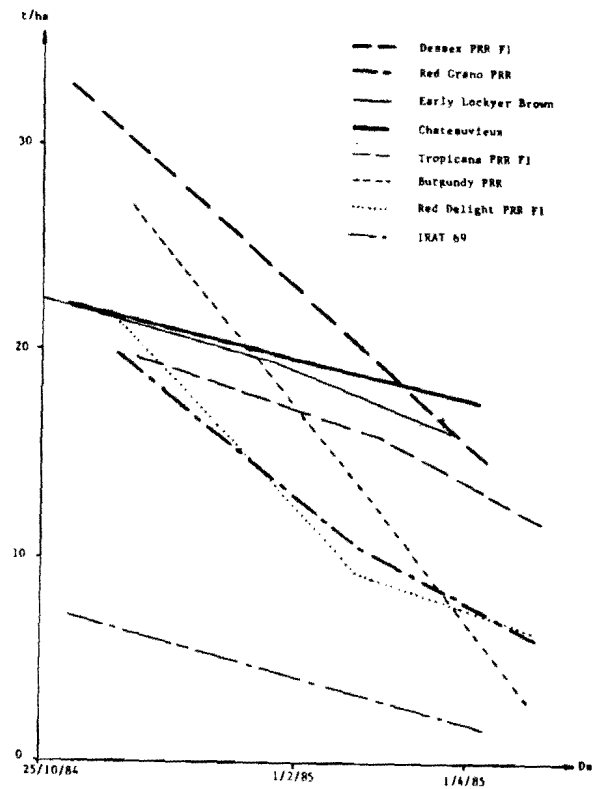
La production locale d'oignon est fortement concurrencée par les importations, principalement quelques mois après la récolte. Les rendements de la variété locale Chateaufort sont affectés par "la maladie des racines roses", due à *Pyrenochaeta terrestris* pour laquelle il existe certains cultivars tolérants.

Parmi les variétés introduites, Red Commander PRRF₁ pourrait aussi présenter un intérêt, mais leur conservation apparaît le plus souvent inférieure (graphiques 1 et 2).

D'autres cultivars seraient plus productifs, mais leur coloration (jaune) est moins appréciée : Hojem, dont l'aptitude à la conservation semble satisfaisante, et Dessex PRRF₁.



Graphique 1 : Evolution des rendements en bulbes commercialisables de différentes variétés produites et conservées dans les Hauts sous le vent en 1984-1985 (Colimacons, 800 m)



Graphique 2 : Evolution des rendements en bulbes commercialisables de différentes variétés produites et conservées sur la zone littorale en 1984-1985 (Mon Caprice, 150 m)

CULTURES MARAICHERES :

Pathologie

Le flétrissement bactérien dû à *Pseudomonas solanacearum* est le principal problème pathologique sur tomate et aubergine à La Réunion. Il peut également causer de graves dégâts sur pomme de terre, piments, (*Capsicum annuum* et *C. frutescens*), géranium rosat et *Anthurium*. On le rencontre occasionnellement sur arachide et haricot et il est fort probable que la liste de ses plantes hôtes à La Réunion soit plus longue.

En 1985, les actions de recherche ont porté essentiellement sur deux domaines : étude des populations du parasite à La Réunion et recherche de variétés résistantes à la maladie.

I. ETUDE DES POPULATIONS DE *PSEUDOMONAS SOLANACEARUM* A LA REUNION

Il est très important de connaître la composition des populations de *Pseudomonas solanacearum* à La Réunion pour pouvoir mener à bien la lutte contre cette maladie. En effet, cette bactérie est très polyphage, mais elle présente une certaine spécificité d'hôtes qu'il faut déterminer au mieux, ne serait-ce que pour être à même de préconiser des rotations culturales ou pour pouvoir prendre des mesures pour le cas où une nouvelle race ou un nouveau pathovar apparaîtrait localement.

Ce sujet d'étude a donc fait l'objet du stage d'une élève de troisième année de l'E.N.I.T.A. de Dijon, Melle Odile HUVIER, qui a soutenu en Septembre 1985 un mémoire intitulé " Contribution à l'étude de la gamme d'hôtes de *Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith à l'île de la Réunion ".

1.1. - Constitution d'une collection de souches de *Pseudomonas solanacearum* à La Réunion

Au cours du 1er trimestre 1985, 40 souches de la bactérie ont été isolées en différentes localités de l'île comprises entre 0 et 1.000 m d'altitude sur 9 espèces de plantes cultivées énumérées en introduction.

Ces souches ont été identifiées par une série de tests cytologiques (GRAM -) biochimiques (présence d'une cytochrome C oxydase, métabolisme oxydatif, réduction des nitrates en nitrites, dénitrification, présence d'une catalase) et biologiques (test d'hypersensibilité sur feuille de tabac, inoculation artificielle à des jeunes plants de tomate).

Le laboratoire de phytobactériologie du CIRAD à Montpellier a déterminé les biovars de ces souches selon HAYWARD : 38 d'entre elles sont du biovar III*, 2 seulement étant du biovar I**.

1.2. - Etude du pouvoir pathogène des souches isolées

Tous les isolats se sont révélés pathogènes sur tomate (variété Roma) aubergine (variété Monstrueuse de New York), pomme de terre (variété Claustar), haricot (variété Marlat) par injection d'une suspension bactérienne à 10^9 bactéries/ml. Les résultats ont été variables sur arachide (variété Blanche) : 14 souches n'ont provoqué aucun symptôme sur les 3 plants d'arachide inoculés. Enfin, aucune souche n'a provoqué de flétrissement sur tabac (variété IRAT-BOURBON).

1.3. - Conclusions de cette étude

Les 40 souches de *Pseudomonas solanacearum* étudiées, isolées en des localités variées, à des altitudes allant de 0 à 1.000 mètres, sur 9 plantes hôtes différentes, ont présenté une grande homogénéité dans leurs caractéristiques biochimiques (38 sont du biovar III, 2 seulement du biovar I) et du pouvoir pathogène. On peut penser qu'elles appartiennent toute à la race 1, définie par BUDDENHAGEN, SEQUEIRA et KELMAN en 1962. Il est important de noter qu'aucun cas de flétrissement bactérien n'a été observé sur tabac en conditions naturelles et qu'aucune des 40 souches n'a pu provoquer la maladie sur cette plante en inoculation artificielle. Ce résultat nécessitera un contrôle sur un nombre de plants plus important.

Le fait qu'aucun isolat n'appartienne à la race 3 doit inciter à renforcer les contrôles des importations de semences de pomme de terre. La race 3, en effet, attaque plus particulièrement cette culture et présente la particularité de pouvoir faire des dégâts à plus basse température que les races 1 et 2. En cas d'introduction, elle pourrait sévir bien au-delà de 1.000 mètres, dans des zones de culture traditionnelle de pomme de terre.

La "maladie de moko" du bananier, causée par la race 2, n'a encore jamais été observée à La Réunion : il convient donc de proscrire toute introduction de plants de bananier ou de musacées ornementales (*Heliconia*, *Strelitzia*), à partir de pays susceptibles d'être contaminés.

* biovar III : les souches sont capables d'utiliser les 6 sucres suivant comme source de carbone : Lactose, Maltose, Cellobiose, Mannitol, Sorbitol, Dulcitol.

** biovar I : les souches sont incapables d'utiliser aucun de ces 6 sucres.

TABLEAU I : CARACTERISTIQUES DES 40 SOUCHES DE PSEUDOMONAS SOLANACEARUM
DE LA REUNION ETUDIEES EN 1985

Souche	Hôte d'origine	Lieu d'isolement	Altitude (m)	Biovar	Inoculations (injection dans tige)						
					Tomate (Roma)	Aubergine (Mons. N York)	P.de terre (Claustar)	Haricot (Marlat)	Arachide (Blanche)	Tabac	
										Trabourbon	Samson
T ₁	Tomate	Bassin Plat	150	III	+	+	+	+	.	.	.
T ₅	"	Sans Souci	600	"	+	+	+	+	+	.	.
T ₁₁	"	Langevin	100	"	=	=	=	=	=	.	.
T ₁₆	"	St Gilles les Hauts	250	"	+	+	+	+	+	.	.
T ₁₇	"	Petite France	800	"	+	+	+	+	+	.	.
T ₁₈	"	Plate St Leu	600	"	+	+	+	+	+	.	.
T ₁₉	"	Colimaçons	800	"	+	+	+	+	-	.	.
T ₂₀	"	Rivière St Louis	130	"	+	+	+	+	-	.	.
T ₂₁	"	St Benoît	50	"	+	+	+	+	+	.	.
T ₂₂	"	Petite Ile	100	"	+	+	+	+	+	.	.
T ₂₃	"	Trois Bassins	750	"	+	+	+	+	+	.	.
T ₂₄	"	Anse des Cascades	50	"	+	+	+	+	+	.	.
T ₂₅	"	Bassin Plat	150	"	+	+	+	+	-	.	.
T ₂₆	"	Bras Panon	50	"	+	+	+	+	-	.	.
T ₂₇	"	Piton de Montvert	500	"	+	+	+	+	-	.	.
T ₂₈	"	Champ Borne	10	"	+	+	+	+	-	.	.
AU ₅	Aubergine	La Possession	30	III	+	+	+	+	+	.	.
AU ₆	"	Langevin	100	"	+	+	+	+	+	.	.
AU ₇	"	Pierrefonds	10	"	+	+	+	+	-	.	.
AU ₉	"	St Joseph	75	"	+	+	+	+	-	.	.
AU ₁₁	"	Tampon 14ème	700	"	+	+	+	+	-	.	.
AU ₁₃	"	St Joseph	10	"	+	+	+	+	+	.	.
AU ₁₅	"	Pierrefonds	10	"	+	+	+	+	+	.	.
AU ₁₆	"	Etang Salé - Bois Blanc	200	"	+	+	+	+	-	.	.
AU ₁₈	"	Manapany	50	"	+	+	+	+	+	.	.
AU ₂₂	"	Bassin Plat	150	"	+	+	+	+	+	.	.
G ₁	Géranium rosat	Vincendo	300	I	+	+	+	+	+	.	.
G ₁₀	"	Trois Bassins	1000	III	+	+	+	+	+	.	.
P ₁	Piment	Bassin Plat	150	"	+	+	+	+	+	.	.
P ₂	"	Ste Suzanne	10	"	+	+	+	+	-	.	.
P ₃	"	St Paul	10	"	+	+	+	+	-	.	.
P ₄	"	St Josphe	100	"	+	+	+	+	+	.	.
P ₆	"	Etang Salé	10	"	+	+	+	+	+	.	.
P ₇	"	Petite Ile	25	"	+	+	+	+	+	.	.
P ₉	"	Bois d'Olive	150	"	+	+	+	-	-	.	.
PO ₁	Poivron	Manapany	25	III	+	+	+	+	-	.	.
PO ₂	"	Bois d'Olive	150	"	+	+	+	+	+	.	.
AN ₁	Anthurium	Ste Marie	100	"	+	+	+	+	+	.	.
AR ₁	Arachide	Manapany	25	"	+	+	+	+	-	.	.
P. de T ₃	P. de Terre	Les Makes	900	I	+	+	+	+	+	.	.

. Inoculation non réalisée

+ Inoculation positive : au moins un plant sur trois flétri
négative : aucun plant flétri

* Pomme de terre variété "Euréka" et non "Claustar"

** Apparition d'ébauches racinaires sur la tige

II. RECHERCHE DE VARIETES DE TOMATES TOLERANTES AU FLETRISSEMENT BACTERIEN

Sauf cas particulier, la lutte contre *Pseudomonas solanacearum* par des moyens physiques ou chimiques est très difficile, voire impossible. On met donc un accent particulier sur la recherche de variétés résistantes.

Un essai de comportement de variétés de tomates à petits fruits a été mis en place fin 1984 à la Station de Ligne Paradis sur un terrain infecté artificiellement par *Pseudomonas solanacearum* et a été suivi au cours du 1er trimestre 1985. Il comportait 30 introductions en provenance de l'A.V.R.D.C.* à Taiwan, et 7 numéros issus de pollinisations croisées naturelles de la variété MST 21-23 (localement appelée "Bourbonna"), ainsi que deux témoins, l'un sensible (Roma), l'autre tolérant (MST 32-1, localement appelé "Eureka") régulièrement répartis sur le terrain. Un nombre important de numéros ont présenté un niveau de résistance correct au flétrissement bactérien, mais peu avaient le type de fruit apprécié par les consommateurs.

Les trois meilleurs numéros ont été retenus pour être testés de façon plus approfondie en 1986.

* A.V.R.D.C. : Asian Vegetable Research and Development Center.

**TABLEAU 2 : Principaux résultats du test de comportement de 37 numéros de tomates
en 1985 à Ligne Paradis**

Variétés	Index(**) ré- sistance flé- trissement à 40 jours	% Plant en floraison à 30 jours	Nouaison (***)	Aspect fruits
CL 5915-153D ₄ -3-4-0	3,0	40	a	-
PT 913	1,5	80	c	Petits, sphériques
CL 5915-402D ₄ -3-2-0	1,5	40	a	-
MST21-23 type n° 1(*)	1,3	30	c	Moyens, légèrement allongés, bosselés
CL 1104F ₇ n° 15	1,1	40	c	Moyens, sphériques
CL 5915-204D ₄ -1-2-0	1,0	70	a	-
CL 1104 F ₇ n° 13	0,9	70	d	Petits, sphériques, cotelés
PT 870	0,9	90	c	Moyens, légèrement allongés
TM 103	0,9	80	a	-
CL 1131-0-0-43-8-1	0,9	100	d	Moyens, légèrement allongés, cotelés
CL 1131-0-0-7-2-0-11	0,9	40	d	Petits, sphériques, cotelés
CL 5915-39D ₄ -1-4-0	0,9	50	b	Légèrement allongés
MST21-23 sphérique (*)	0,8	40	-	-
PT 774	0,8	70	-	-
PT 862	0,8	100	-	-
CL 5915-553D ₄ -3-0	0,8	50	-	-
MST21-23 type n° 3(*)	0,7	40	-	-
MST21-23 type n° 2(*)	0,7	30	-	-
PT 858	0,7	90	-	-
CL 5915-396D ₄ -2-1-0	0,7	40	-	-
CL 5915-206D ₄ -2-4-0	0,7	-	-	-
MST21-23 sphérique (*)	0,6	30	-	-
CL 5915-204D ₄ -1-4-0	0,6	50	-	-
CL 5915-223-D ₄ -3-2-0	0,5	40	-	-
CL 5915-93D ₄ -1-0	0,5	60	-	-
CL 1104-F ₇ n° 2	0,4	60	-	-
CL 1104-F ₇ n° 38	0,3	20	-	-
CL 5915-222D ₄ -0-4-0	0,3	50	-	-
CL 5915-136D ₄ -1-0	0,3	50	-	-
PT 30 26	0,1	-	-	-
TN 2	0,0	40	-	-
TK 70	0,0	80	-	-
CL 5915-314D ₄ -1-1-0	0,0	50	-	-
MST21-23 gros fruits (*)	- 0,1	20	-	-
MST21-23 gros fruits (*)	- 0,1	10	-	-
CL 5915-229F ₄ -1-1-0	- 0,1	40	-	-
CL 5915-93-D ₄ -1-0	- 0,1	70	-	-

(*) Numéros issus de pollinisations croisées naturelles

$$(**) i = \frac{P_s - P}{P_s - P_R}$$

P_s = % plants détruits du témoin sensible adjacent

P_R = % plants détruits du témoin résistant adjacent

P = % plants détruits de la variété testée.

i Témoin sensible : 0

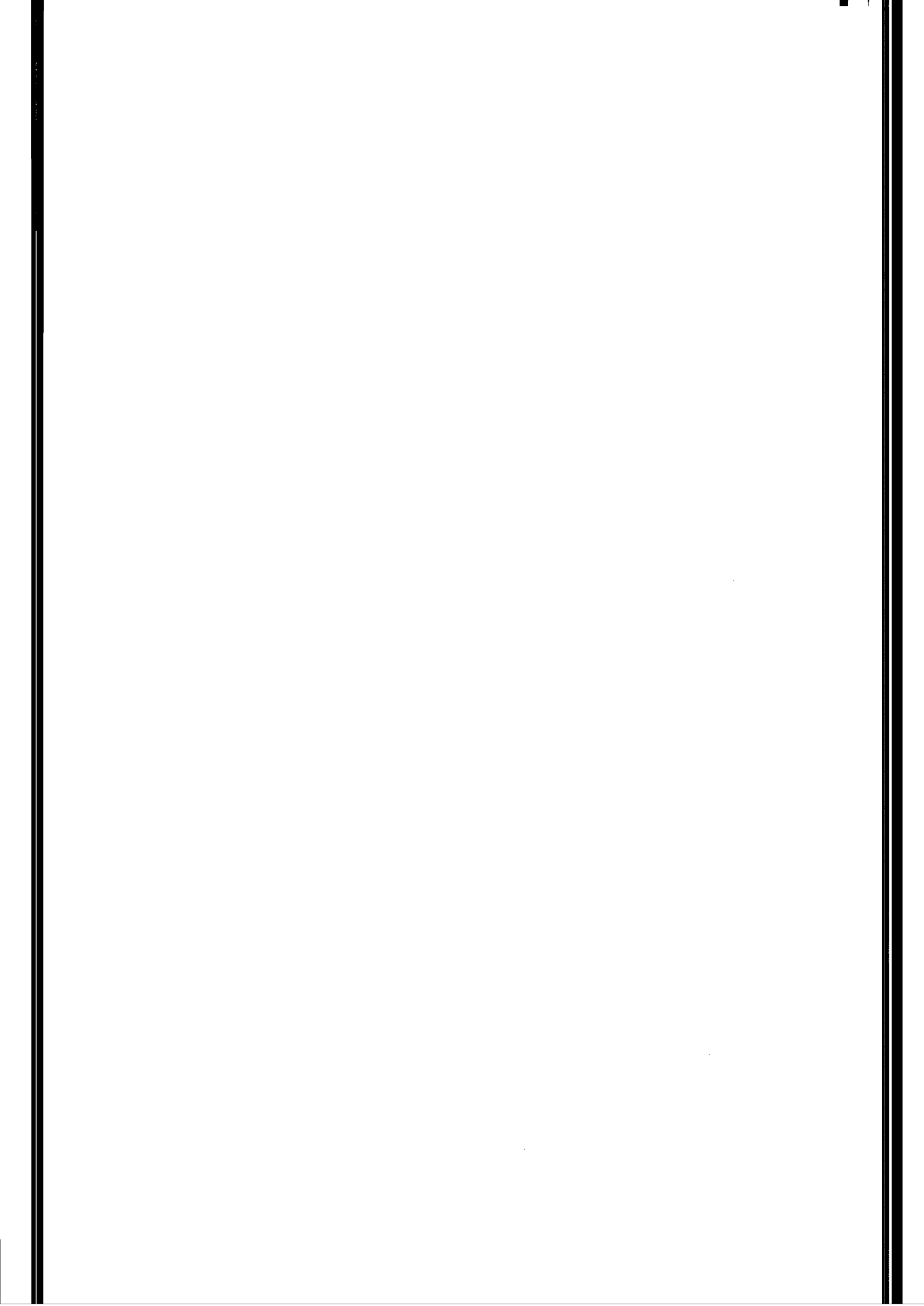
i Témoin résistant : 1

(***) Note de a = nouaison nulle à d = nouaison forte

Fiches d'essai, Rapports, Communications

- GIRARD, J.C. et MARCHAND, J.L., 1985 - Fiche d'essai CIRAD-IRAT-REUNION 1985 n° 11 - Essai de variétés de tomates sur le littoral en 1984 - 3 p.
- GIRARD, J.C. et MARCHAND, J.L., 1985 - Fiche d'essai CIRAD-IRAT-REUNION 1985 n° 12 - Test de comportement de variétés de tomates sur le littoral en 1984, 3 p.
- GIRARD, J.C., MARCHAND, J.L. et MICHELLON, R., 1985 - La recherche de variétés de tomates résistantes au flétrissement bactérien (*Pseudomonas solanacearum*) à La Réunion. Réunion du programme maraîcher à l'IRAT, 18-19 Juillet 1985, 10 p.
- HUVIER, O., Prémémoire - Etude de *Pseudomonas solanacearum* à La Réunion - Mars 1985.
- HUVIER, O., 1985 - Contribution à l'étude de la gamme d'hôtes de *Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith à l'île de La Réunion. Mémoire présenté pour obtenir le Diplôme d'Ingénieur des Travaux Agricoles - 48 p. annexes 22 p.

M A I S



M A I S

Sélection

Les travaux d'amélioration variétale du maïs ont porté, 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,
- étude de la résistance aux viroses à stries dans le matériel végétal réunionnais comme dans le matériel introduit : rassemblement, concentration et transfert de cette résistance.

Autour de ces deux thèmes, plusieurs axes de recherche ont été définis :

- **Rassemblement du matériel végétal** : conservation et multiplication.
- **Création variétale pour la zone du littoral** : outre les qualités recherchées dans tout travail de sélection (caractéristiques agronomiques, caractéristiques du grain...), l'accent est mis sur la précocité pour la culture en intercalaire de canne à sucre, la régularité du rendement pour les variétés, les potentialités de rendement pour les hybrides, et la résistance aux viroses. Ce dernier point est assez important pour faire l'objet d'une recherche particulière. Enfin, les attaques d'oiseaux "bélier" sont préoccupantes en culture d'hiver.
- **Création variétale pour les Hauts** : les problèmes se posent différemment dans les Hauts : les viroses sont rarement graves, en revanche les maladies foliaires, en particulier l'Helminthosporiose, sont souvent sérieuses et la précocité, permettant une culture dérobée, est importante.
- **Etude des viroses à stries sous l'angle résistance variétale** : ce travail est encore limité à l'étude, en conditions d'infestation naturelle, de la résistance globale à l'égard du pool viral réunionnais des variétés locales ou introduites. La mise au point des élevages, des infestations artificielles et des diagnostics se poursuit. L'outil devrait être opérationnel fin 1986.

L'année 1985 marque un tournant dans nos activités de recherches pour deux raisons :

- l'affectation d'un second sélectionneur permet une amplification de nos travaux, notamment dans les Hauts, avec une partie recherche classique et une partie appui au développement par des tests en milieu réel et des conseils aux producteurs de semences,

- un financement de la Communauté Economique Européenne et l'affectation d'un jeune Entomologiste pour une thèse sont à l'origine d'un développement important des travaux sur la résistance aux viroses à stries du maïs.

I. RASSEMBLEMENT, ETUDE ET CONSERVATION DU MATERIEL VEGETAL

Les introductions ont été peu nombreuses cette année.

Par contre, un important travail de remise à jour de la collection a été mené à bien :

- reconduction des semences les plus anciennes,
- transfert de la collection dans une chambre climatisée plus grande (Saint-Pierre) et stockage à long terme (10 ans) en chambre à Saint-Denis,
- informatisation de la gestion de la collection.

En outre, comme il n'existe aucune organisation des circuits semenciers à la Réunion, que ce soit pour le maïs ou pour les autres espèces, un effort particulier a été fait pour favoriser l'émergence d'une production semencière de qualité. Outre la sensibilisation à ces problèmes de différentes instances agricoles, nous avons suscité et suivi la production contrôlée d'environ deux tonnes de Tocumen (1) 7931 et de 1.200 Kg d'IRAT 143, hybride complexe.

II. CREATION VARIETALE POUR LA ZONE CANNIERE

2.1. - Recherche de variétés

Les deux sélections massales destinées l'une à améliorer la résistance à la verse et à la casse de Révolution, et l'autre à accentuer la précocité de cette variété se poursuivent.

Des essais de variétés, organisés par le CIMMYT et désormais classiques (ELVT 18 A et 18 B) ont été plantés en hiver 85. Les conclusions sont elles-mêmes devenues classiques : très beau type de plant et rendement élevé en l'absence d'attaques virales. Il importe cependant de poursuivre ces essais afin de connaître les meilleures variétés tropicales actuelles, de nous situer par rapport à elles, et de pouvoir effectuer un choix raisonné des variétés qui recevront la résistance aux viroses. Enfin, les essais d'hiver donnent une bonne idée des réactions des variétés en été dans les Hauts.

Nous participons également (semis d'été et d'hiver 85) à une évaluation variétale multilocale, organisée par la Division d'Etude et Valorisation de l'Eau de l'IRAT, comprenant des hybrides tempérées, des variétés du CIMMYT et des hybrides de l'IITA et de l'IRAT. En conditions d'infestations fortes, comme celles de l'été 85, toutes les variétés et hybrides sensibles sont massacrés (rendement entre 0 et 1.000 Kg/ha). Seuls les hybrides de l'IITA résistants au streak et certains hybrides IRAT, créés à La Réunion, arrivent à produire normalement.

D'autres essais, plutôt axés sur la résistance aux viroses, sont cités au paragraphe 4.

2.2. - Recherche d'hybrides

Les essais d'hybrides créés à La Réunion ont occupé une place importante dans les travaux de 1985 (semis de printemps et d'été).

* Les hybrides Révolution x écotypes Rodrigues, ne semblent guère prometteurs : leur rendement, au printemps, est assez souvent supérieur à celui de Révolution, mais pas à celui d'IRAT 143, par ailleurs plus précoce, et en été, supérieur à celui d'IRAT 143, trop sensible aux viroses, mais pas à celui de Révolution.

* Parmi les hybrides avec INRA 508, les deux hybrides simples (lignées de Révolution x INRA 508) sont supérieurs à IRAT 143 au printemps comme en été et supérieurs à Révolution au printemps, mais pas en été. Ils sont également plus sensibles que Révolution aux viroses et aux oiseaux.

* I 137 TN confirme sont intérêt : tous les hybrides sont supérieurs à Révolution, en rendement, au printemps, et deux d'entre eux le restent en été, avec une résistance aux viroses équivalente et une meilleure résistance à la verse et à la casse.

Une analyse globale des essais réalisés depuis plusieurs années devrait permettre d'élargir la gamme d'hybrides proposée au développement. Elle aura lieu en 1986.

III. CREATION VARIETALE POUR LES HAUTS

L'affectation d'une partie de temps-chercheurs à l'expérimentation variétale Maïs dans les Hauts a permis de développer un peu en 1985 nos activités dans ce domaine, activités qui restent foncièrement limitées par le manque de terrains d'expérimentation fiables et sûrs dans cette zone.

3.1. - Recherche de variétés et d'hybrides

Nous avons débuté en 1985 un volet léger de création variétale avec l'incorporation de la précocité dans Révolution. Ce programme de transfert de précocité comporte un donneur le composité D, variété Ouest-Africaine dont le cycle est extrêmement court et un receveur Révolution.

L'objectif des deux essais de variétés locales (Colimaçons 800 m et Pont d'Yves 1.000 m) était de mettre en évidence dans nos collections d'écotypes locaux du matériel prometteur pour les "Hauts", plus spécialement présentant un bon compromis précocité/rendement. Après plusieurs années d'expérimentation sur ce matériel, une synthèse est en cours ; il s'en dégage quelques résultats intéressants (en dehors de l'aspect tolérance aux viroses qui ne concerne que peu les Hauts) :

- La variabilité des cycles et des architectures de plants est plus faible que ce que l'on attendait. Cependant, on remarque que les écotypes de la zone St Joseph sont plus tardifs que la moyenne et que ceux originaires des "Hauts" et des régions "au vent" sont légèrement plus précoces. Au total, ces gains de précocité restent comparables à ceux obtenus avec Tocumen (1) 7931 et IRAT 143 que nous vulgarisons dans les Hauts.

- Sur le plan pathologique, des différences plus nettes apparaissent : les écotypes de la région de St Joseph sont plus tolérants à *Helminthosporium turcicum* et aux rouilles. Ceux de la région des Avirons montrent une tolérance inattendue aux rouilles tandis que ceux venant de la côte "au vent" semblent plus sensibles à ces deux maladies.

- Les écotypes de Rodrigues présentent en revanche un intérêt sur le plan de leur précocité (intermédiaire entre Révolution et Tocumen (1) 7931) et de leur architecture (épi inséré bas, plantes en général plus courtes que chez les écotypes réunionnais).

L'essai ELVT 18B regroupe les sélections élites du CIMMYT de précocité intermédiaire. Il a été mis en place en trois sites. Les résultats sont intéressants :

- Le témoin hybride IRAT 143 a eu un bon comportement (3 tonnes/ha de grain sec à la Petite-France). Cet hybride qui occupe déjà près de 50 hectares dans l'île, peut donc monter assez haut.

- Les variétés issues des populations 26, 32, 45 sont nettement plus tardives que celles issues des populations 30 et 31 et semblent avoir des potentialités plus élevées. Rattray-Arnd (1) 8149, légèrement plus tardif que Tocumen (1) 7931, produit significativement plus mais il est à grains blancs.

- Tocumen (1) 7931 se comporte de manière très satisfaisante, vu sa précocité à part sa sensibilité à *Helminthosporium turcicum*.

Pour les éleveurs des Hauts de l'île, il est indispensable de disposer de fourrage pendant l'hiver austral (Juillet, Août, Septembre) soit sur pied, soit sous forme d'ensilage. Pour évaluer dans quelle mesure le maïs peut répondre à ce problème (de nombreuses autres espèces fourragères sont parallèlement testées), nous avons mis en place à Petite-France (1.400 m) et à la Plaine des Cafres (1.600 m) **un test de comportement de 12 hybrides tempérés ou subtropicaux introduits**. Ces hybrides, représentant la plus large gamme de précocités possibles, ont été semés fin Novembre, fin Décembre, fin Janvier et fin Février. Malgré les déboires dûs aux attaques de rats, de chenilles, de boeufs... un certain nombre d'informations peut être retenu :

- Dans certains cas, les contraintes agronomiques dépassent de loin les contraintes variétales : pH trop bas, toxicité aluminique, carence marquée en potassium etc...

- L'ensemble des variétés semble accuser un déficit en heures d'ensoleillement plus qu'un déficit de températures.

- Les périodes de semis les plus précoces semblent être les plus favorables d'un point de vue physiologiques (températures, longueur des jours...) et d'un point de vue ennemis des cultures. Il semble exclu, à partir d'une certaine altitude, de conserver sur pied du maïs pour le fourrage car à partir du mois de Mai, on observe un véritable zéro de végétation et le maïs est alors la proie de toutes les maladies et de tous les insectes.

- Sur le plan variétal, on retrouve bien la gamme de cycles souhaitée. Cinq variétés (LG 11, LG 18, ZS 531, Dekalb B 810 et Granit XL 12) retenues pour leur adaptation et leurs performances correctes seront testées en combinaison avec Révolution en 1986. Notons enfin des différences variétales importantes sous une forte attaque d'*Helminthosporium turcicum* à la Petite-France : Granit XL 12 en particulier s'est révélé très résistant à ce parasite.

Dans le cadre pluridisciplinaire de l'étude de 4 itinéraires techniques à Trois-Bassins (1.000 m), les trois variétés de maïs vulgarisées sur l'île (Révolution, Tocumen (1) 7931 et IRAT 143) ont pu être observées chacune dans l'itinéraire pour lequel elle est vulgarisée. Compte tenu des "contraintes-systèmes" (calendrier des travaux, mise en place de la culture dérobée...) Révolution est apparue nettement trop tardive. Par contre, les cycles de Tocumen (1) 7931 et d'IRAT 143 semblent plus adaptés à un itinéraire intensifié.

Un marché de type légumier existe en France pour du maïs doux en contre-saison (Novembre-Janvier). Un essai a été mis en place à Saint-Pierre avec des hybrides sucrés Asgrow. Les résultats (voir Tableaux 1 et 2) sont intéressants car ils montrent que, pour un agriculteur soigneux et disposant de l'irrigation, une production de maïs doux peut, sans problème de débouchés, donner un produit brut de près de 30.000 F. à l'hectare en n'occupant les parcelles que moins de 3 mois.

3.2. - Appui au développement

Les contacts sont très fréquents avec tous les acteurs du développement agricole : SUAD, APR, SICAMA pour résoudre des problèmes spécifiques. Au niveau variétal, une expérimentation chez les agriculteurs des Hauts de l'Ouest et de Salazie a tourné court du fait d'une erreur de traitement des semences de la part du distributeur (semences traitées avec un herbicide...). Cette année, une soixantaine d'agriculteurs suivis par une dizaine d'agents du développement essaieront en grandeur réelle (parcelle de 1.000 m² environ) Tocumen (1) 7931 et IRAT 143 selon un protocole simple rédigé en collaboration avec le développement.

Enfin, nous avons animé une session de formation sur le maïs qui a réuni une trentaine de techniciens de la vulgarisation.

IV. RESISTANCE AUX VIROSES A STRIES

Le financement de la C.C.E. nous permet de développer ce thème de recherche sous ses aspects entomologie et sélection.

Pour réaliser le programme de transfert de la tolérance aux viroses présentes à La Réunion (Maize Streak Virus, Maize Stripe Virus et Maize Mosaic Virus) sur des variétés sensibles, les objectifs sont :

- la mise au point des élevages de masse de *Peregrinus maidis* (transmettant MMV et MStpV) et *Cicadulina mbila* (qui transmet le MSV) ce qui exige d'étudier leur biologie en conditions artificielles.

- l'obtention d'un pourcentage optimum d'insectes véruvifères, liée à la capacité vectrice des insectes,

- la mise au point des infestations artificielles au champ et en insectarium, nécessitant des études épidémiologiques.

4.1. - Etude de la biologie des 2 vecteurs en conditions artificielles

Pour *C. mbila*, nous disposons des résultats de nombreux travaux étrangers, alors que *P. maidis* est un insecte dont la biologie est peu connue.

Une étude en enceintes contrôlées a montré que *P. maidis* est dépendant d'une gamme réduite de température : son optimum se situe entre 20 et 25° C alors qu'à 12° C, il ne se développe pas et qu'à 30° C, la mortalité est très importante. Cette étude permet également de connaître la durée des cycles en fonction des variations saisonnières de températures.

Pour élever ces insectes, il faut également choisir une plante-hôte préférentielle. Pour *P. maidis*, nous avons étudié son comportement de ponte, son développement larvaire et son taux de survie sur :

- . Maïs (IRAT 143)
- . Sorgho
- . Mil (IRAT 30)
- . *Zea diploperennis*
- . *Rottbellia exaltata*
- . *Sorghum verticilliflorum*
- . *Coix lacryma-jobi*

Globalement, ces études prouvent l'intérêt de *Z. diploperennis* comme la plante permettant un développement rapide et important de *P. maidis*. Si sa culture ne pose pas de problèmes agronomiques, cette poacée pourra être utilisée pour l'élevage de masse de *P. maidis*.

4.2. - Etude de la capacité vectrice

Des piégeages d'insectes vivants sont réalisés dans divers biotopes (St-Pierre, Petite-France, Plaine des Palmistes, Bassin la Paix) pour rechercher les différentes espèces vectrices de viroses. Les individus actifs (qui ont la capacité de transmettre) de ces populations servent à enrichir les élevages de masse.

Les pourcentages d'insectes véruifères dans les populations naturelles sont faibles surtout pour *P. maidis*.

	MSV	MMV	MStpV
<i>C. mbila</i>	50 %		
<i>P. maidis</i>		5 %	15 %

Pour limiter le nombre d'insectes à produire et être certain que chaque plant testé soit bien inoculé, nous tentons par des méthodes de sélection des insectes d'augmenter le taux d'insectes actifs et par une méthodologie précise en fonction du cycle du virus dans l'insecte (durée d'acquisition, d'incubation, d'inoculation) d'homogénéiser ce taux de transmission.

Actuellement, au stade expérimental, nous avons obtenu des populations de *C. mbila* transmettant le MSV à quasiment 100 % et de *P. maidis* transmettant le MStpV à 50 %. Mais pour maintenir de tels taux, il nous faut mieux comprendre la relation spécifique insecte-virus car la capacité de transmission est due à des facteurs biologiques liés généralement à un déterminisme génétique.

4.3. - Epidémiologie comparée du MSV, MMV et MStpV conditions naturelles

Pour mettre au point les infestations artificielles, nous devons améliorer notre connaissance des épidémies virales en conditions naturelles.

Le diagnostic basé sur la symptomatologie sur des semis hebdomadaires de parcelles d'INRA 508 (variété très sensible) et CVR3 (Composite Virose Résistant) montre que le MSV, atteignant en moyenne plus de 30 % des plants, est de loin le plus dommageable ; vient ensuite le MStpV avec 13,5 %, et plus faiblement le MMV (6,2 %).

Ces premières observations mettent en évidence également l'existence d'une importante variation saisonnière : le MSV est surtout violent pendant la période la plus chaude (Décembre à Mars) alors que le MStpV et le MMV le sont pendant les saisons intermédiaires. Ces observations nous permettent également de suivre l'importance de la variabilité de ces virus :

- types symptomatologiques pour le MStpV (Stripe et Chlorotic Stripe) et le MMV (Fine, Coarse et Broken)

- isolats distincts pour le MSV par leur gamme d'hôtes et leur agressivité sur maïs.

4.4. - Etude des infestations artificielles

Un premier essai a été réalisé au champ pour le MSV par des *C. mbila* d'élevage. Les insectes, préalablement endormis au CO₂, ont été déposés à raison de 2 par cornet. Bien que 6 H après, l'on ne retrouve que 50 % des insectes, cela reste suffisant pour une réussite à 95 % de l'incubation (sur Témoin sensible INRA 508). Pour le mode de notation, une grille prenant en compte l'importance des zones chlorotiques semble un critère visuel simple à utiliser mais il faut définir les dates optimales de notation et surtout le seuil de sensibilité tolérable pour le choix des plants à sélectionner.

La mise au point des élevages de masse des vecteurs et des infestations artificielles nous amène à prévoir un programme lourd de transfert de résistance de CVR dans des variétés sensibles et une part non négligeable des activités de 1985 répond à cet objectif.

* Le criblage des variétés introduites a été poursuivi avec le test de variétés de l'IITA résistantes au streak, dont certaines présentent un intérêt et le test d'hybrides résistants au streak de Pioneer, dont aucun ne mérite d'être conservé (cf. Tableau 3). Enfin, les hybrides de l'IITA ont eu un comportement et des rendements équivalents à IRAT 143.

* Le Composite Virose Résistant CVR 3 a subi le premier cycle de sélection, toujours en conditions d'infestations naturelles, particulièrement fortes en été 85. Il confirme une excellente résistance globale, que l'on peut encore améliorer.

* Nous avons également testé la résistance aux viroses es F3 variétés sensibles x CVR 3, très largement supérieure à celle des variétés parentales. Ces différences se retrouvent dans les rendements.

* Enfin, un essai de protection insecticide comparait deux traitements (Curater au semis et Decis en pulvérisation hebdomadaire) à un témoin non traité et à la combinaison des 2 traitements. Le Curater apporte une protection non négligeable, alors que le Decis est fort peu efficace (Tableau 3).

V. DIVERS

Nous avons, comme les années précédentes, participé à l'essai international de définitions des indices de précocité.

TABLEAU 1 : COMPORTEMENTS DES SWEET CORN SUR LE LITTORAL IRRIGUE

	FLORAISON 50 % MALE	MATURITE	PLANTS PRESENTS RECOLTE (% PLANT THEORIQUE)	H.P. cm	HMIE cm	NOMBRE EPIS TOTAL	POIDS EPIS FRAIS (g)	HUMIDITE (%)	NOMBRE EPIS CLASSE 1	NOMBRE EPIS CLASSE 2
XPH 2566	54	71	95	155	60	40	5440	80	9	12
XPH 2533	52	71	95	135	50	50	6730	81	10	15
AZTEC	42	65	95	145	50	37	5350	71	6	15
COMMANDER	55	76	95	150	60	39	6950	69	4	8
SILVERCHIEF	55	76	88	140	65	30	5010	71	1	5
COMMANCHE	49	68	95	140	50	37	5870	64	3	17
MERIT	54	73	97	170	80	40	6973	65	1	6
MEVAK	49	71	97	150	55	38	6160	67	1	13
SILVER CROSS BANTAM	54	84	92	170	65	36	5075	71	-	4
INRA 508**	52	69	97	175	90	-	-	-	-	-
REVOLUTION**	70	92	97	250	170	-	-	-	-	-

* Nombre de jours après semis pour lequel la variété est récoltable : humidité de l'épi frais entre 70 et 75 %.

** Sur les variétés non sweet, les observations à la récolte n'ont pas été effectuées.

TABLEAU 2 : COMPORTEMENT DES SWEET CORN VIS-A-VIS DES PATHOGENES
(Observations effectuées sur des nombres de plants non significativement différents
pour toutes les parcelles)

	ROUILLES	HELMINTHO- SPORIUM	NOTATION VIROSES									
	1 → 9	1 → 9	NOTE 21 j	DUNCAN 8 %	NOTE 35 j	DUNCAN 5 %	NOTE 49 j	DUNCAN 5 %	NOTE 63 j	DUNCAN 5 %	AIRE VIROSE	DUNCAN 5 %
XPH 2566	3,5	0,5	0,14	NS	9,13	bc	18,52	f	23,85	f	26,43	f
XPH 2553	3,5	0	0,10	NS	7,46	bc	15,38	ef	20,81	ef	22,19	ef
AZTEC	5,5	3,5	0,49	NS	9,41	c	9,72	bcde	11,35	bcd	16,70	de
COMMANDER	5	3,5	0,14	NS	9,50	c	13,56	def	16,80	de	21,02	def
SILVERCHIEF	9	3,5	0,47	NS	6,88	bc	12,02	cde	16,43	de	18,23	de
COMMANCHE	7	2	0,38	NS	8,16	bc	9,33	bcd	11,23	bcd	15,53	cde
MERIT	4,5	1	0,29	NS	7,13	bc	11,95	cde	15,87	de	18,10	de
MEVAK	4,5	1	0,10	NS	6,21	bc	6,98	bc	12,57	cd	13,00	bcd
SILVERCROSS BANTAM*	9	3	0,00	NS	3,33	-	6,10	-	7,70	-	11,30	-
INRA 508	5	1	0,34	NS	4,57	a	4,43	ab	7,01	abc	8,45	abc
REVOLUTION	2,5	0	0,05	NS	1,02	a	1,02	a	1,34	a	1,98	a

* Par manque de semences, ces observations ne portent que sur 3 parcelles sur 8. Aucun test statistique n'a pu donc être effectué sur cette variété.

**TABEAU 3 : TEST DE TOLERANCE AUX VIROSES D'HYBRIDES PIONNEER
AFRIQUE DU SUD**

VARIETES	OBSERVATIONS VIROSES				
	NOTES A				AIRE
	21	35	49	63 JAS	
E STR 1	3	12	28	29	37
E STR 2	6	21	27	31	44
E STR 3	7	14	39	43	52
E STR 4	4	14	33	38	45
E STR 5	9	14	30	45	47
E STR 6	6	11	27	37	40
E STR 7	11	19	35	43	54
E STR W 1	15	29	41	48	68
E STR W 2	6	18	38	43	54
E STR W 3	10	22	38	47	59
PNR 6428	2	11	32	38	42
PNR 482	5	13	32	38	44
PNR 6514	7	16	33	34	47
PNR 6427	4	15	35	49	51
PNR 6405	6	21	45	52	64
PNR 473	4	19	35	43	52
IRAT 143	2	12	25	31	36
REVOLUTION	4	6	11	22	20

Notes de 0 (totalement indemne) à 100 (tous plants tués par les viroses).

TABLEAU 4 : TEST DE TOLERANCE AUX VIROSES DE VARIETES INTRODUITES PAR SE ET EN CROISEMENT AVEC CVR

VARIETES	OBSERVATIONS VIROSES					RENDEMENT GRAINS KG/HA A 15 % HUM.
	NOTES A				AIRE	
	21	35	49	63 JAS		
CVR 3	0	3	11	15	14	1 633
FK 7928 x CVR 1 (F3)	2	4	16	20	21	3 427
FK 7928	2	9	27	33	36	345
Obregon 7936 x CVR 1 (F3)	2	8	17	21	24	2 674
Obregon 7936	3	14	35	41	47	422
Poza Rica 7931 x CVR 1 (F3)	2	6	19	22	24	2 627
Poza Rica 7931	7	16	38	59	58	330
Across 7835 x CVR 1 (F3)	0	2	7	10	9	3 606
Across 7835	6	18	34	54	55	1 015
Poza Rica 7926 x CVR 1 (F3)	3	6	12	12	17	2 927
Poza Rica 7926	8	20	29	30	45	643
CVR 3	1	4	10	12	14	1 925

Notes de 0 (totalement indemne) à 100 (tous plants tués par les viroses)

TABLEAU 5 : ESSAI DE PROTECTION INSECTICIDE

VARIETES	VIROSES					
	21	35	49	63	AIRE	
CURATER	2	6	18	24	25	b
DECIS	7	16	28	33	42	a
CURATER + DECIS	2	4	14	19	19	b
TEMOIN	7	21	36	42	54	a

M A I S

Pathologie

Les cultures de maïs de La Réunion sont affectées par plusieurs maladies, les plus importantes étant trois viroses transmises par insectes et différentes maladies fongiques attaquant le feuillage. Les viroses donnant lieu à un programme spécifique financé par la C.E.E., le Laboratoire de Phytopathologie de l'IRAT à Saint-pierre est chargé de l'étude des autres maladies, notamment l'helminthosporiose, due à *Helminthosporium turcicum*.

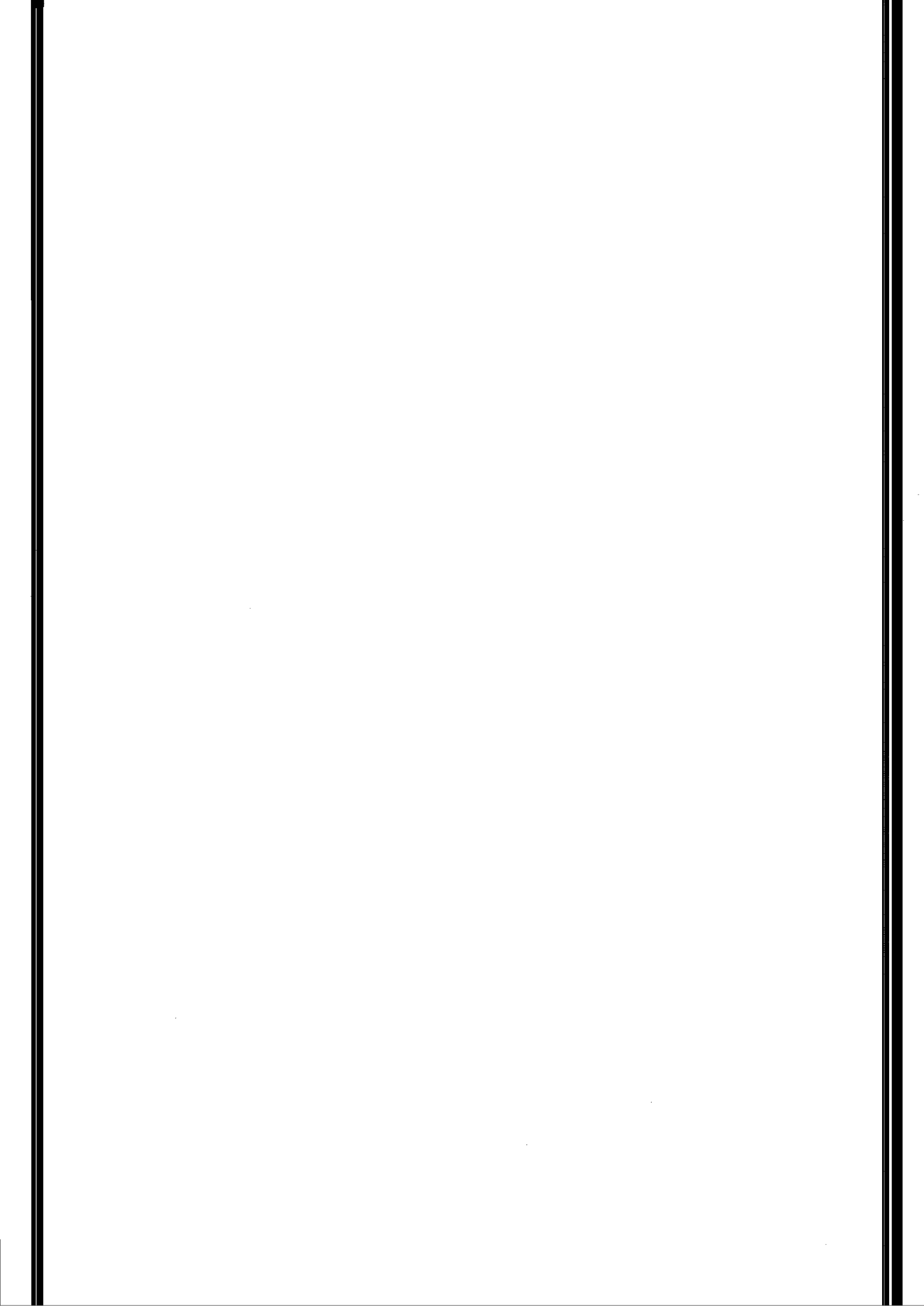
I. HELMINTHOSPORIUM TURCICUM PASS.

C'est la maladie du maïs la plus grave dans les Hauts de l'île. Elle se traduit par des lésions foliaires allongées, d'assez grande taille, pouvant détruire une partie importante du feuillage. La seule méthode de lutte envisageable est la sélection de variétés résistantes.

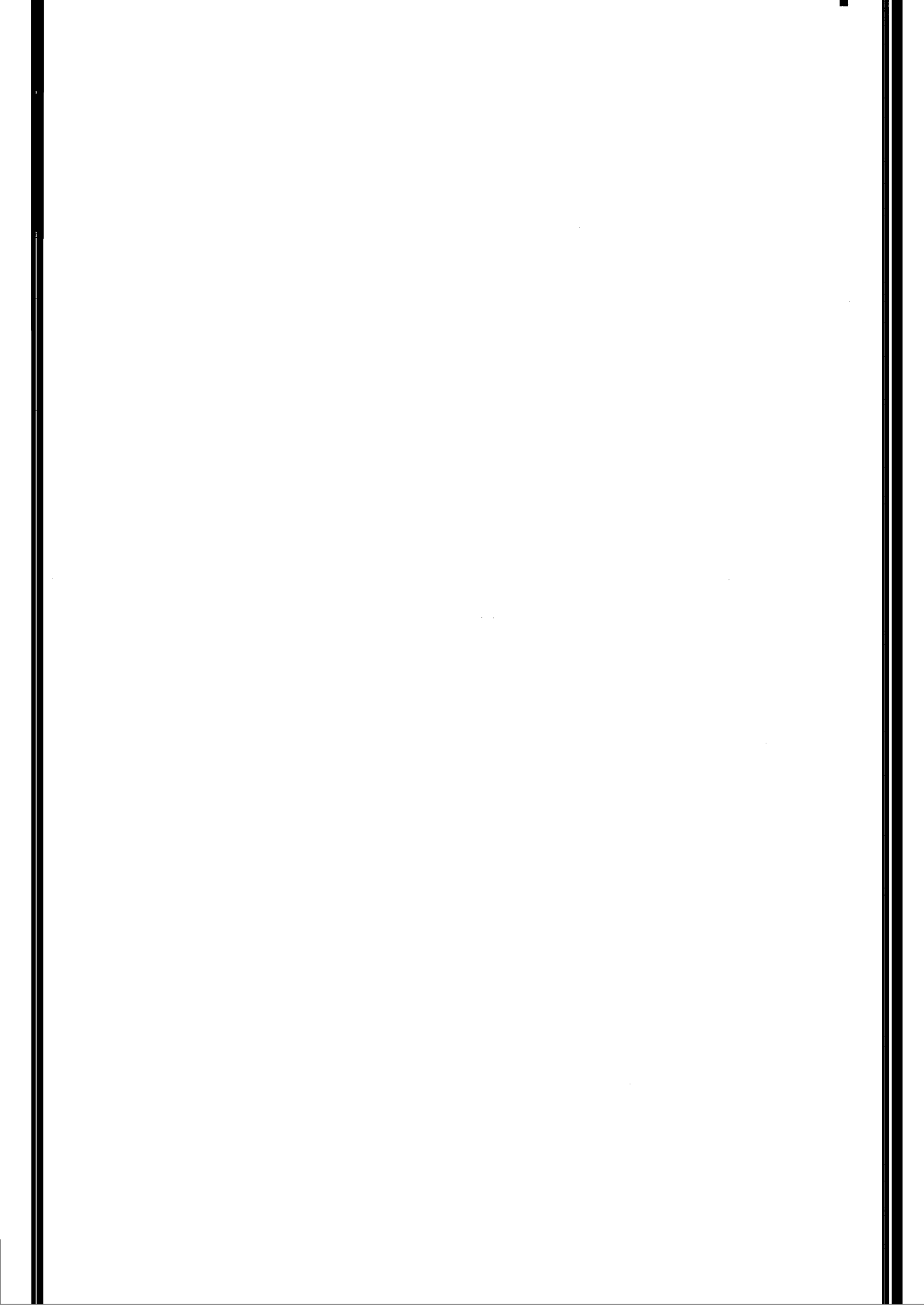
En 1985, l'étude de cette maladie a fait l'objet du stage d'une élève de l'I.S.T.O.M. du Havre, Melle Marie-Betty TANG-SIOM-LIN. L'objectif de son travail était la mise au point d'une méthode d'inoculation artificielle au champ, simple et reproductible, de façon à permettre aux sélectionneurs de maïs d'évaluer la résistance de leur matériel végétal en cours de sélection. En effet, la méthode classiquement employée consistant à déposer dans les cornets foliaires du maïs une poudre fabriquée, en broyant des lésions de la maladie, elle se révèle particulièrement coûteuse en main d'oeuvre dans les conditions de La Réunion.

Les études de laboratoire ont permis de préparer rapidement une grande quantité d'inoculum par culture sur un milieu liquide agité à base de farine d'avoine. Cet inoculum étant dépourvu de conidies, il a été montré que le mycélium qui le constituait était infectieux. Par ailleurs, ce mycélium a pu être deshydraté à l'étuve ventilée et utilisé ultérieurement après rehydratation, ce qui pourrait constituer une méthode pratique de conservation de l'inoculum.

Compte tenu de divers aléas, les expérimentations en plein champ n'ont pas permis de tirer de conclusions définitives quant à la meilleure méthode d'inoculation à utiliser.



GERANIUM



GERANIUM

L'IRAT est depuis plusieurs années le partenaire privilégié du monde agricole réunionnais, dans les opérations de Recherche et de Développement liées à la culture des plantes à huiles essentielles.

Des essais pour diversifier ces productions à haut revenu brut à l'hectare sont en cours, en collaboration avec les organisations de producteurs et sur les conseils de quelques utilisateurs métropolitains, mais l'essentiel de nos activités reste encore, pour le moment, axé sur la production de l'huile essentielle de "Géranium bourbon".

En 1985, les résultats les plus significatifs ont été obtenus dans la recherche de voies nouvelles et performantes pour l'amélioration variétale et la création de nouveaux cultivars, et dans la diffusion, auprès des agriculteurs, des résultats de la recherche en collaboration avec les Services de la Chambre d'Agriculture de la Réunion.

I. LES RECHERCHES THEMATIQUES MENEES EN 1985

1.1. - L'amélioration variétale du "Géranium rosat"

L'hypothèse, selon laquelle les *Pelargonium* à feuilles odorantes, cultivés pour la production de l'huile essentielle de "Géranium Bourbon" seraient d'origine hybride [1], mérite d'être approfondie, et, à l'heure actuelle, les plus sérieux espoirs pour l'amélioration variétale des cultivars commerciaux se fondent sur la connaissance de leurs origines génétiques et de leur filiation, à partir des espèces botaniques naturelles.

L'objectif des recherches est de recréer par la voie des croisements interspécifiques, des *Pelargonium* du type "Géranium rosat", avec un meilleur rendement en essence et une meilleure résistance aux maladies. Ceci signifie, entre autre que les plantes créées soient herbacées, à port érigé, tolérantes, voire résistantes au flétrissement bactérien (agent causal : *Pseudomonas solanacearum*), au pourridié (agent causal : *Clitocybe tabescens*) et au dépérissement (agent causal : *Phomopsis* sp.), et que leur comportement en culture soit celui des plantes pérennes ayant un rendement moyen en essence au moins égal à celui du cultivar "Rosé", avec une qualité d'essence équivalente.

Compte tenu des connaissances accumulées sur les cultivars commerciaux, et à partir des observations qui ont été réalisées les années précédentes sur les espèces botaniques, plusieurs voies de recherches sont explorées simultanément ; elles visent à étudier la production des essences chez les cultivars et les espèces botaniques ancestrales, et à vérifier expérimentalement les hypothèses sur l'origine hybride des cultivars commerciaux par la réalisation de croisements interspécifiques et l'étude des descendance hybrides.

1.1.1. - La production d'essence

L'étude des huiles essentielles produites par les parents supposés des cultivars commerciaux a été approfondie, pour affiner les connaissances sur la transmission des caractères des essences.

Sur le plan quantitatif, l'observation simplifiée de la production d'essence a montré de grandes différences entre les espèces *P. radens*, *P. graveolens*, et *P. capitatum* ; le volume d'essence produit par rapport à la masse de matière verte distillée, est relativement très important chez les *P. radens* (de 0,60 à 1,20 %), moyen chez les *P. graveolens* (de 0,10 à 0,20 %), et très faible chez les *P. capitatum* (moins de 0,05 %).

Sur le plan qualitatif, les impressions olfactives et l'interprétation des résultats des analyses physico-chimiques d'huiles essentielles, par chromatographie en phase gazeuse sur colonnes capillaires [1, 2], distinguent très nettement les essences des *P. radens* et des *P. graveolens*, de celles des *P. capitatum*. Comme le montrent les chromatogrammes (figures 1, 2, 3) et le tableau 1, les essences des *P. radens* et des *P. graveolens* sont très concentrées en Menthone et (-)-Isomenthone et ne contiennent que des traces d'alcools monoterpéniques aliphatiques (i.e. Géraniol, Nérol, Citronellol), à l'inverse des essences de *P. capitatum*, qui sont relativement peu concentrées en Menthone et (-)-Isomenthone, mais renferment une plus grande variété de composants, notamment les alcools monoterpéniques responsables de "l'odeur de rose", et leurs esters.

Ces observations sont à rapprocher des connaissances disponibles sur les cultivars commerciaux, qui forment le groupe des "Géraniums Rosat", pour lesquels nous savons que la production d'essence est d'environ 0,15 à 0,20 % de la matière verte distillée, et dont la composition des essences fait apparaître une forte proportion des alcools monoterpéniques et de leurs esters, ainsi qu'une proportion non négligeable d'Isomenthone (Tableau 1).

TABLEAU 1 : Composition simplifiée des huiles essentielles obtenues à partir de différentes espèces ou cultivars de *Pelargonium*

POURCENTAGES COMPOSANTS	PELARGONIUM RADENS	PELARGONIUM GRAVEOLENS	PELARGONIUM CAPITATUM	CULTIVAR ROSE 08003
Alpha-pinène	0.50	0.50	58.00	1.10
Menthone	1.80	1.90	Traces	0.70
Isomenthone	80.00	71.70	Traces	8.50
Gaïadiène 6-9	Traces	Traces	8.10	5.30
Linalol	0.30	0.20	0.10	11.40
Citronellol	0.20	1.50	1.00	22.00
Géraniol	Traces	0.10	0.20	18.00
Formiate citronellyle	0.15	0.40	0.50	7.70
Formiate géranyle	1.00	Traces	9.20	5.50

1.1.2. - L'hypothèse hybride

Au vu des ces résultats, et compte tenu du fait que les autres espèces du genre du *Pelargonium* sont, tant du point de vue morphologique que de celui de la qualité de leurs essences, très éloignées du type "*Géranium rosat*", il paraît logique de considérer les cultivars commerciaux mâles-stériles comme des hybrides naturels entre les espèces *P. capitatum* d'une part, et *P. radens* ou *P. graveolens*, d'autre part.

De façon théorique, cette hypothèse est confortée par des travaux récents de cytologie [3], qui montrent que les espèces naturelles de *P. capitatum* sont à 66 chromosomes, tandis que les *P. radens* et les *P. graveolens* sont à 88 chromosomes. Une hybridation entre ces deux types de plantes conduirait naturellement à des plantes à 77 chromosomes, ce qui est le cas de la plupart des cultivars commerciaux de "*Géranium rosat*" [4].

Expérimentalement, des hybridations réalisées en 1984, entre des *P. radens* utilisés comme parents mâles et des *P. capitatum* utilisés comme parents femelles, ont produit un petit nombre de plantes qui sont très proches des cultivars commerciaux, tant par l'aspect général que pour la qualité des essences (figures 4 et 5).

1.1.3. - Les hybridations interspécifiques

Toutes ces raisons, ajoutées au fait qu'une certaine résistance au *Pseudomonas solanacearum* existerait chez les *P. graveolens*, font que le programme de sélection des *Pelargonium* à feuilles odorantes, s'est orienté vers la production de plantes nouvelles par hybridations interspécifiques entre les espèces citées ci-dessus ; des hybrides deux voies ont ainsi été créés en 1985, qui proviennent de croisements où les *P. capitatum*, *P. radens*, et *P. graveolens* ont été utilisés aussi bien comme parents mâles que comme parents femelles. Les centaines de plantules obtenues dès la fin de l'année formaient des générations F1 très homogènes, et dans la plupart des cas, elles présentaient un aspect morphologique très proche de celui des "Géranium rosat". De même, autant qu'il nous a été possible d'apprécier olfactivement les essences, celles-ci ne sont plus à Isomenthone dominant, et exhalent une odeur rosée plus ou moins marquée.

1.2. - La collection des Pelargonium à feuilles odorantes

1.2.1. - La conservation des espèces

La nécessité de disposer d'une source de gènes, pour l'amélioration variétale du "Géranium rosat", a conduit à constituer et entretenir, en serre et *in vitro*, une importante collection de *Pelargonium* à feuilles odorantes. L'enrichissement de cette collection en écotypes des espèces *P. radens*, *P. graveolens*, et *P. capitatum* s'avère utile, pour vérifier au mieux l'hypothèse de l'origine hybride des cultivars commerciaux et surtout pour créer les nouveaux cultivars sur une base génétique plus large, avec les meilleures chances de succès. Une nouvelle prospection en ce sens des zones d'origine des *Pelargonium* a eu lieu en 1985 et a permis d'introduire en collection une trentaine de plantes, ce qui porte le nombre total d'individus en collection à 253.

1.2.2. - L'étude des plantes

L'étude systématique des huiles essentielles des plantes de cette collection est poursuivie, pour mieux appréhender les voies de la synthèse biochimique des essences dans le genre *Pelargonium*. Un essai de synthèse des résultats au niveau de la section *Pelargium*, par une mise en relation des analyses chromatographiques et des nombres chromosomiques des différentes espèces pourrait permettre, dans un futur proche, une meilleure connaissance de la transmission héréditaire des caractères des essences.

1.2.3. - La valorisation de la collection

D'autre part, les études concernant la culture du *P. tomentosum* [5] ont été poursuivies et ont conduit à la production de petites quantités d'huile essentielle, qui ont été soumises avec succès à plusieurs utilisateurs potentiels. Contrairement à ce qui a été observé dans d'autres pays, le *P. tomentosum* a un comportement très rustique dans les conditions de culture des "Hauts" de la Réunion et

son exploitation sur une échelle plus grande est envisageable, pour autant qu'un marché stable et concerté puisse voir le jour, avec une demande bien établie du côté des utilisateurs et une production et des prix garantis du côté des producteurs.

II. LES ACTIVITES DE DEVELOPPEMENT

1985 a été l'année de mise en place et de démarrage des actions planifiées pour la relance de la culture du "géranium" et des cultures de diversification, dans les zones d'altitude de l'île. Pour ce qui concerne le "géranium", cette action a rencontré un accueil très favorable auprès des agriculteurs ; les estimations sur trois ans, qui prévoient une adhésion d'environ trois cents agriculteurs par an ont été très largement dépassées et ce sont plus de quatre cent cinquante agriculteurs qui ont, à des degrés divers, souscrit aux modalités du plan.

Dans ce dispositif, l'IRAT est impliqué de façon très forte, d'une part en tant que prestataire de services pour la réalisation des analyses de sols et les diagnostics de fertilité sur l'ensemble des parcelles, d'autre part, en tant que formateur et conseiller auprès des techniciens chargés de l'encadrement des agriculteurs.

Références bibliographiques

1. DEMARNE F., 1984 : LE GERANIUM
in Rapport Annuel IRAT-REUNION : 117-123
2. GUERERE M. & DEMARNE F., 1985 : Caractérisation de l'huile essentielle
de Géranium Bourbon par chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire.
Ann. Fals. Exp. Chim., Vol. 78, n° 817 : 183-188
3. ALBERS F., VAN DER WALT J.J.A., 1984 : Untersuchungen zur Karyologie und
Mikrosporogenese von *Pelargonium* Sect. *Pelargonium* (*Geraniaceae*)
4. PAYET J., 1981 : Caractéristiques morphologiques, biologiques et nombre de
chromosomes chez les *Pelargonium* à feuilles odorantes.
DEA Amélioration des Plantes, Université de Paris-Sud-Orsay : 31 p.
5. DEMARNE F., 1985 : L'huile essentielle de *Pelargonium tomentosum* : premières
observations.
Journées Sci. Int., Dignes-les-Bains : 10 p.

Figure 1

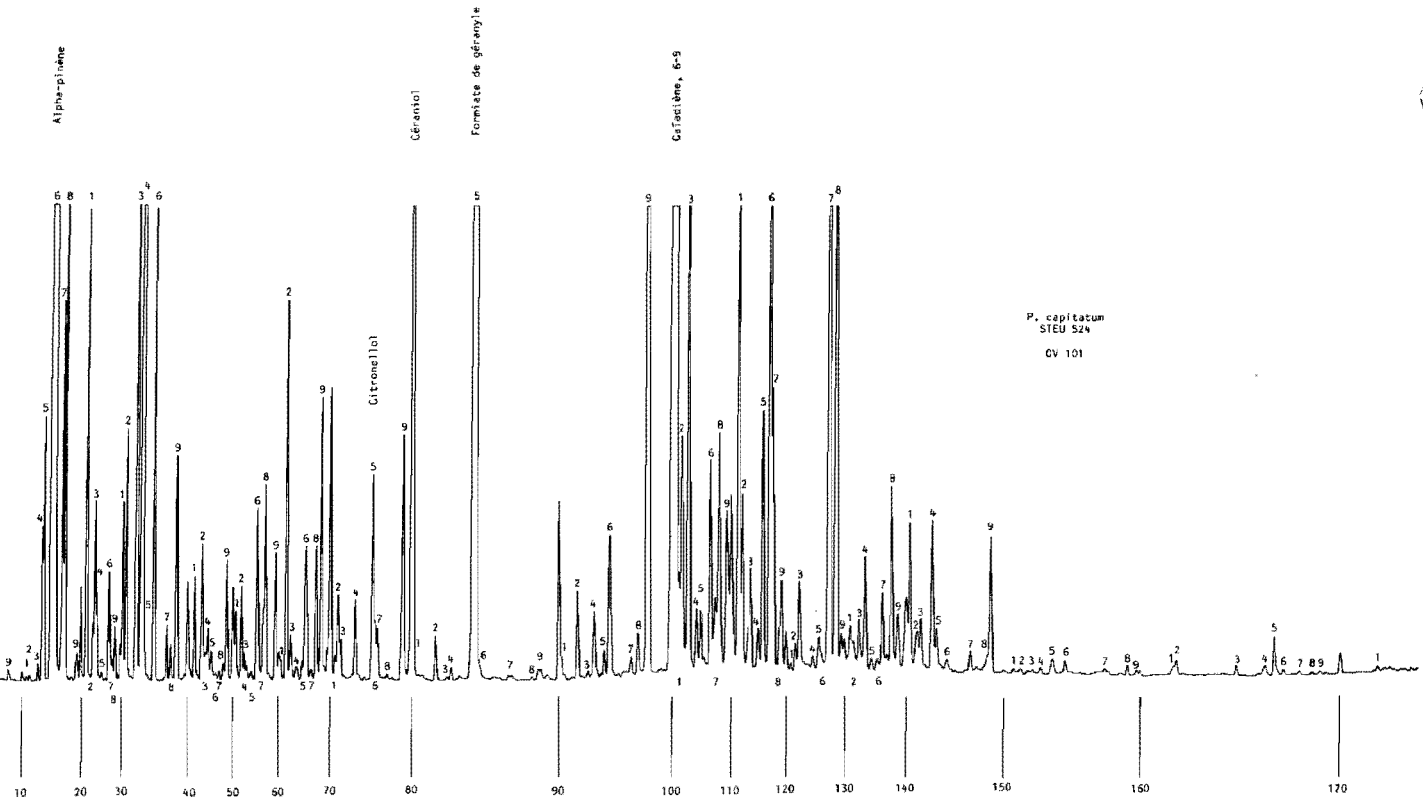


Figure 2

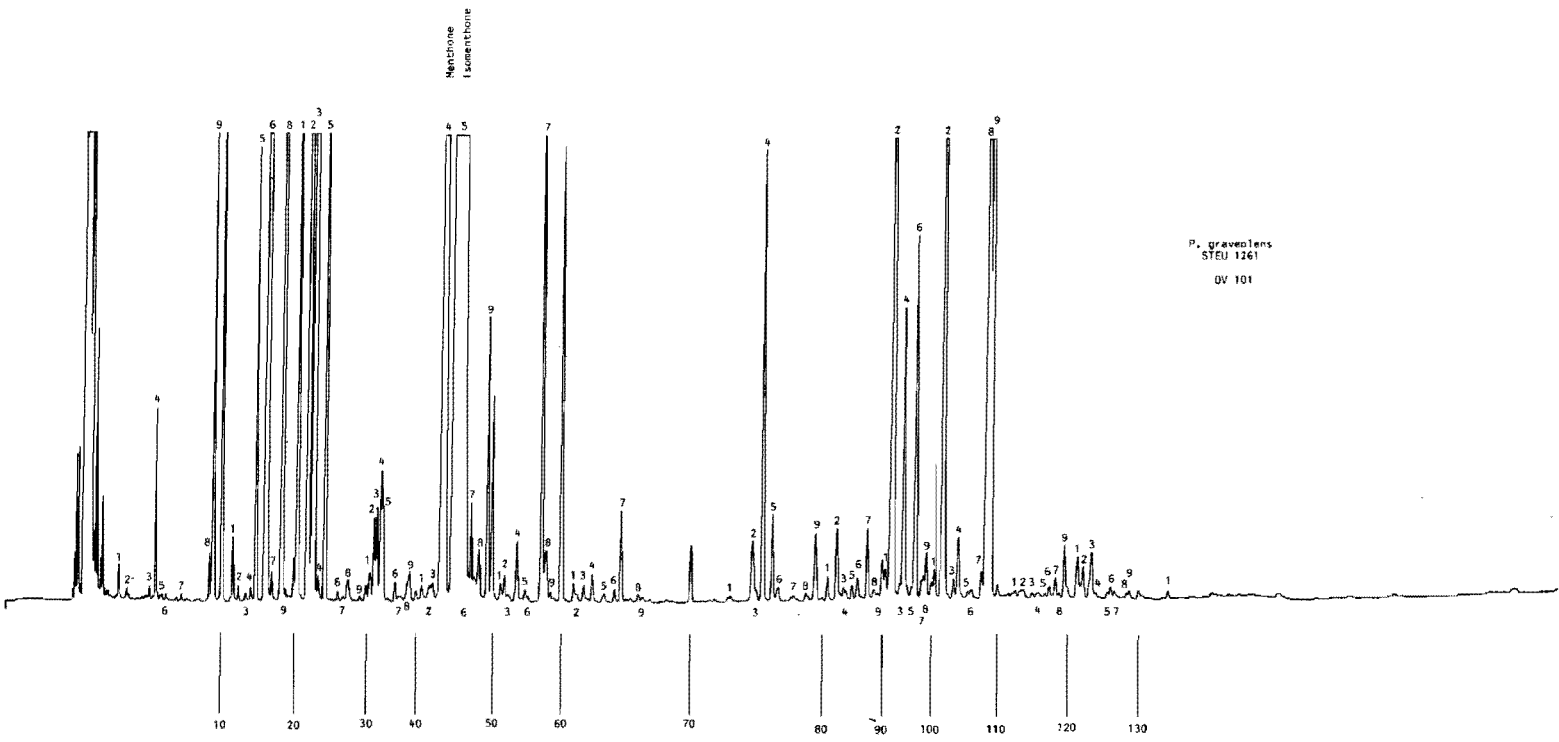


Figure 3

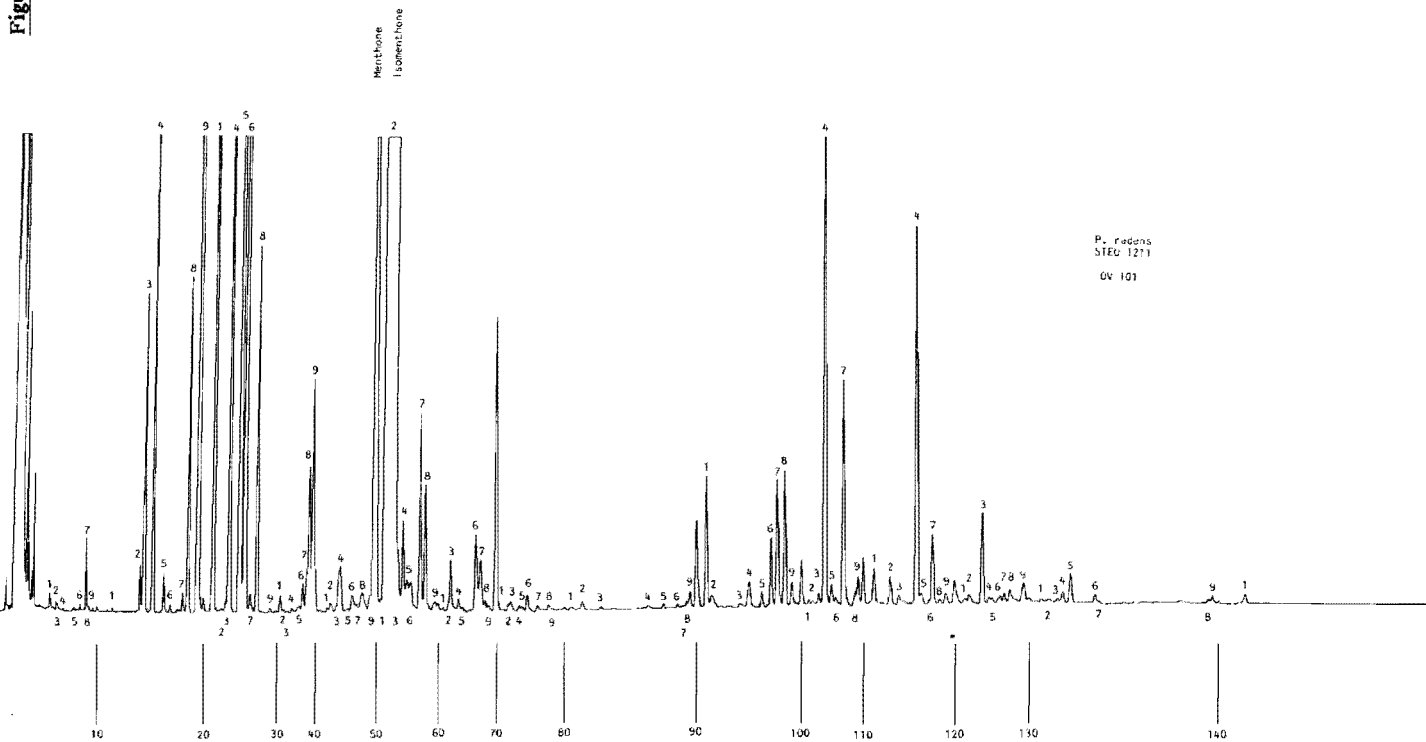


Figure 4

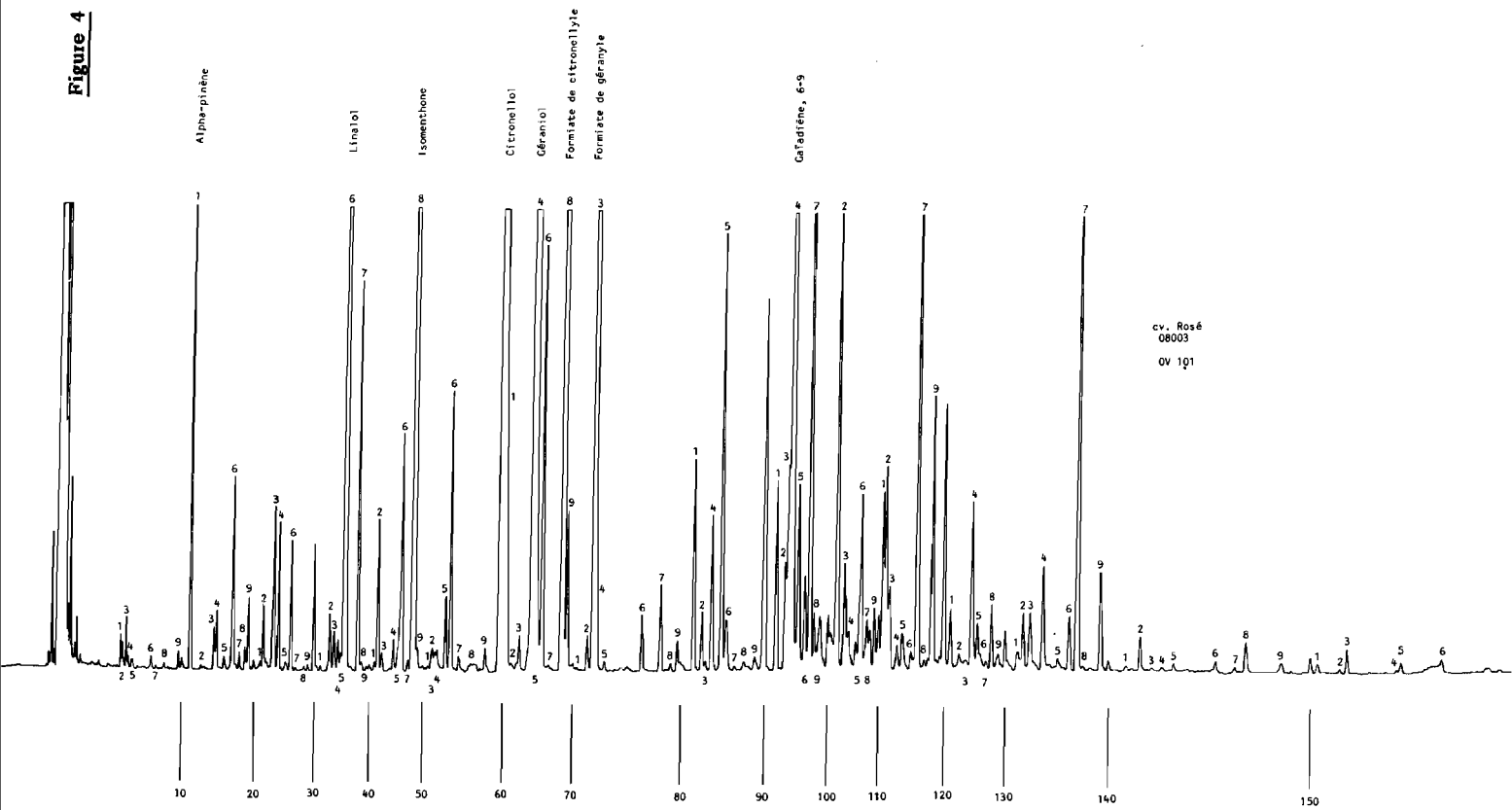


Figure 5

Alphapinène

Linalol

Isomenthène

Citronellol

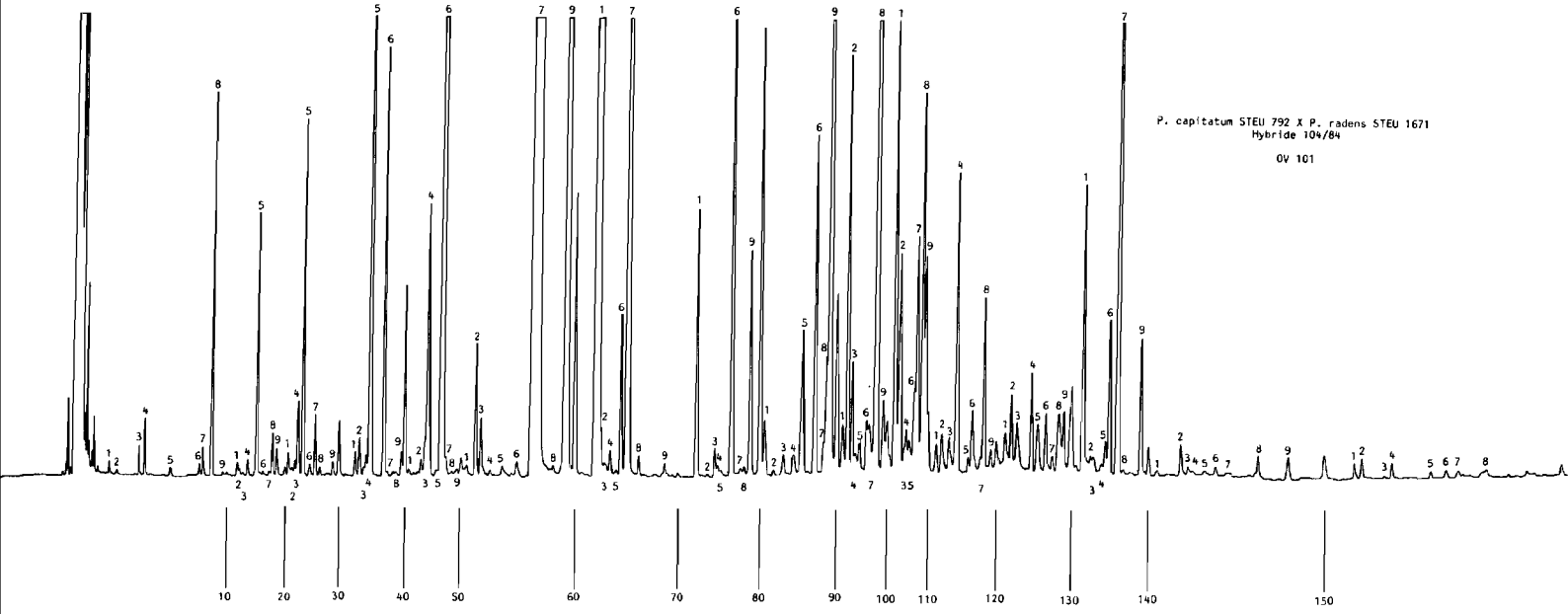
Déranol

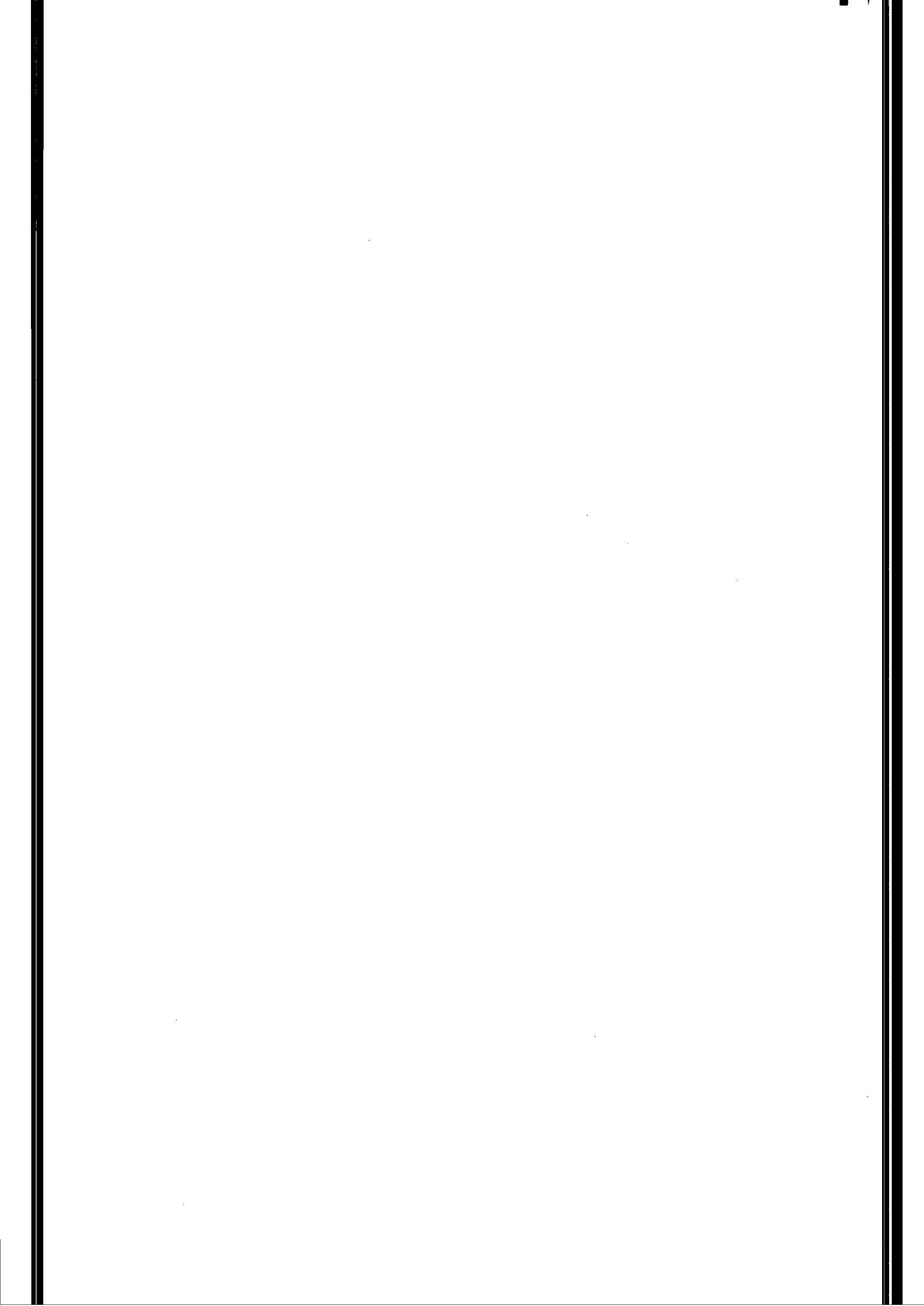
Formiate de citronellyle

Formiate de géranyle

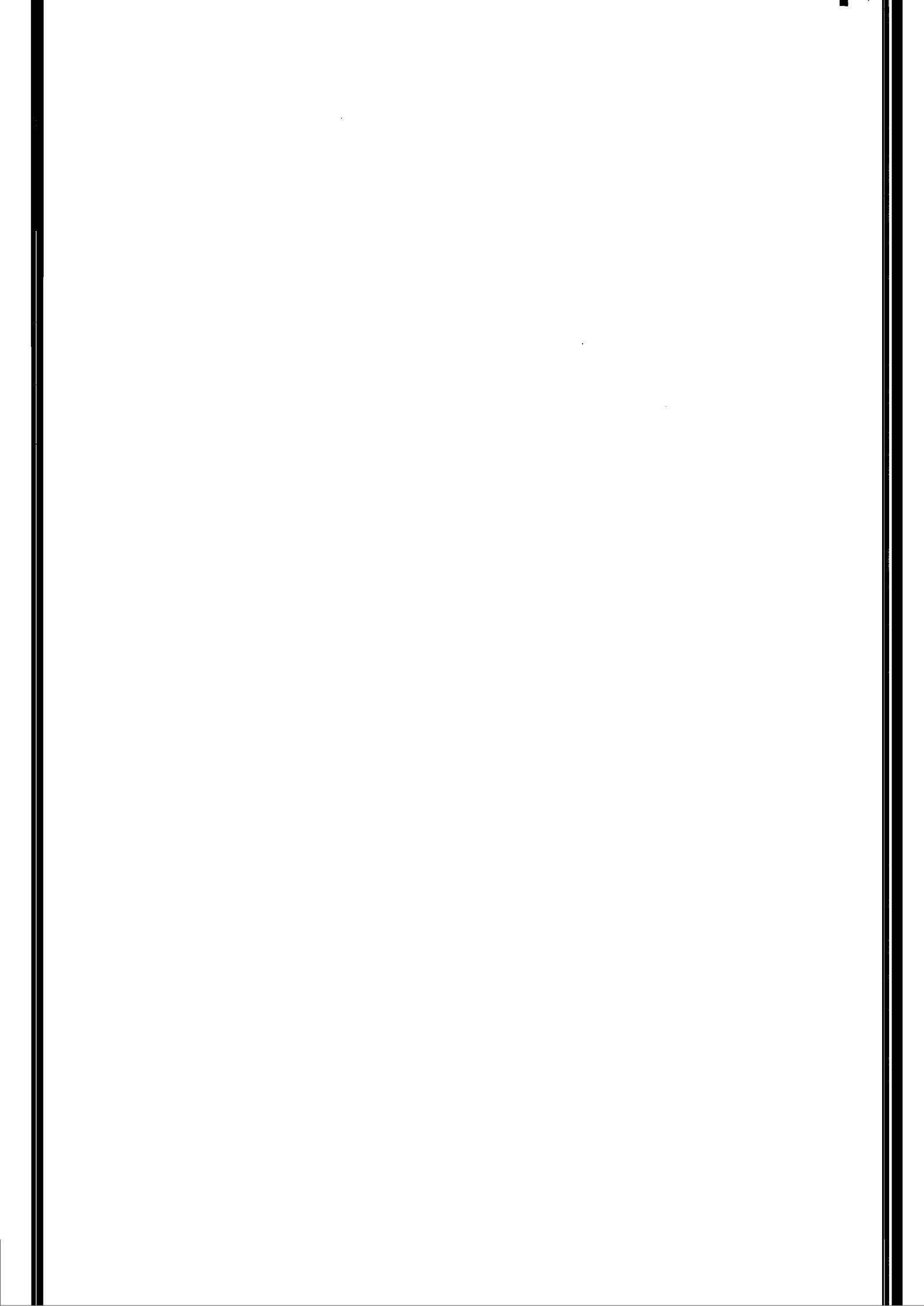
Galadiène, 6-9

P. capitatum STEU 792 X P. radens STEU 1671
Hybride 104/84
OV 101





PRODUCTIONS FOURRAGERES



PRODUCTIONS FOURRAGERES

L'élevage doit constituer avec les productions vivrières, maraîchères, fruitières et les cultures spécialisées (tabac, géranium rosat), la base du développement des Hauts de l'île. Un programme de recherche à moyen terme a été établi en 1980 et confié à l'IRAT en matière de productions fourragères. Il vise essentiellement à compléter les données disponibles sur les fourrages, les actions prévues portant principalement sur les points suivants :

- sélection et adaptation d'espèces fourragères aux régions de moyenne et haute altitude,
- essais fourragers en vraie grandeur,
- confrontation animaux prairie.

De plus, dans les zones perhumides au vent, l'envahissement des prairies par les cypéracées limite considérablement la productivité et la pérennité des pâturages. De nouvelles études sont réalisées pour rechercher les espèces ou variétés les plus compétitives dans ce milieu.

I. ZONE SOUS LE VENT

1.1. - Graminées

Le kikiyu, *Pennisetum clandestinum*, constitue la base des systèmes fourragers installés ces dernières années. Il allie à une productivité élevée sa bonne couverture du sol, son agressivité et sa rusticité, en particulier ses faibles exigences sur le plan de la fumure. Cependant, la production de cette espèce tropicale est très mal répartie au cours de l'année, ce problème s'accroissant avec l'altitude.

Pour combler le déficit fourrager hivernal en évitant à l'éleveur des achats onéreux de complément, plusieurs solutions sont possibles :

- le recours à des espèces tempérées dont la production varie moins au cours de l'année,
- une fumure mieux adaptée du kikuyu qui permet d'atténuer la chute de production hivernale,
- la constitution de réserves fourragères.

1.1.1. - Sélection de graminées fourragères

Les graminées fourragères tempérées présenteraient en altitude une production mieux répartie au cours de l'année que celle du kikuyu. Mais elles sont plus exigeantes en ce qui concerne la fertilité du sol (amendements, fumure), et seules certaines espèces et variétés s'avèrent adaptées.

Ainsi, se sont distingués dans les essais de comportement exploités par fauche : le Dactyle (en particulier les variétés Lully, Prairial, Lucifer, FLoréal et Apanui), le *Phalaris aquatica* (Sirolan) et le Ray Grass Anglais (Vigor et Nui) ou Hybride (Ariki et Manawa), et la Fétuque (cultures de type classique : Clarine et Ondine);

Cependant, en première année d'exploitation d'un essai pâturé comportant un nombre réduit d'espèces, seul le *Phalaris aquatica* Sirolan présenterait une productivité équivalente, mais mieux répartie, que celle du kikuyu (Tableau 1).

ESPECE VARIETE	FUMURE MINIMALE	FUMURE MAXIMALE
Kikuyu	8,2	10,5
Phalaris aquatica Sirolan	9,2	10,5
Dactyle Prairial	4,3	6,8
Fétuque Clarine	-	5,5

TABLEAU 1 : Comparaison des rendements de graminées en t de matière sèche par ha (Petite-France, 1.330 m d'altitude, 1985).
La fertilisation minimale est de 30 unités d'azote, 30 d'acide phosphorique et 50 de potasse par ha deux fois par an et la fumure maximale comporte un amendement de 2 t de chaux par ha à l'installation et 60 unités d'azote par ha et par pâturage, et 50 unités d'acide phosphorique et 100 de potasse deux fois par an.

1.1.2. - Fumure des graminées fourragères

Il apparaît possible d'atténuer le déficit fourrager hivernal en modulant la fertilisation azotée en fonction de la saison.

Ainsi, la vitesse de croissance du kikuyu peut être augmentée en hiver par des apports élevés d'azote après chaque pâturage de fin de saison chaude et de début de saison fraîche.

Cette fertilisation azotée devrait pouvoir être réduite grâce aux amendements calcaires dont l'influence apparaît plus marquée en hiver lorsque la minéralisation de la matière organique est minimale (Tableau 2).

AZOTE	30 KG/HA ET PAR PATURAGE			60 KG/HA ET PAR PATURAGE			
	CHAUX	HIVER	ETE	TOTAL	HIVER	ETE	TOTAL
Sans		1,8	3,6	5,4	4,8	9,1	13,9
2 t de CaO/ha		2,9	5,2	8,1	4,9	9,1	14,0

TABLEAU 2 : Influence du chaulage et de la fertilisation azotée sur la production de kikuyu pâturé en t de matière sèche par ha (Station de la Petite-France, 1.335 m d'altitude, 1984-1985).
Les paturages d'hiver ont été effectués de Mai à Octobre et ceux d'été de Novembre à Avril.

1.2. - Sélection de légumineuses fourragères d'altitude

L'introduction de légumineuses dans les systèmes fourragers permettrait d'améliorer la qualité des rations et, lorsqu'elles sont associées aux graminées pâturées, d'en réduire la fertilisation azotée.

Elles nécessitent cependant des amendements calcaires en terrain acide et, au semis, leurs graines doivent être inoculées par enrobage avec leur *rhizobium* spécifique.

En altitude moyenne, la luzerne et le desmodium, en particulier *D. repuinatum*, apparaissent très productifs, ainsi que le *Leucaena leucocephala*, qui permettrait en outre la constitution de haies antiérosives dans les cultures sarclées.

Mais à une altitude élevée, seuls les trèfles paraissent donner satisfaction et pourraient être associés pour bénéficier de leurs caractéristiques complémentaires : trèfle du Kenya, trèfle souterrain (variété Woogenelup), trèfle blanc (Haïfa) et trèfle violet (Pawera).

1.3. - Réserves fourragères

Outre le stockage des excédents estivaux qui se développe par l'ensilage, la constitution de réserves fourragères sur pied devrait aussi permettre de palier le déficit hivernal.

Ainsi, certaines espèces telles que l'avoine et les crucifères, possèdent des potentialités de production élevées en hiver et une grande résistance à la sécheresse.

Les crucifères et en particulier le chou demi-moëllier Protéor qui confirme son intérêt, nécessitent un semis plus précoce et un travail du sol supérieur, mais présentent une meilleure valeur alimentaire que l'avoine.

Leur coût d'installation est cependant élevé. Il peut être fortement réduit lors de la mise en place ou du renouvellement des prairies, par une association avec les espèces devant constituer le pâturage.

Pour les systèmes d'exploitation installés, les plantes pérennes présentent un intérêt certain, en particulier le Bana Grass, *Pennisetum purpureum* x *P. thyphoïdes*, et constitue en outre des haies antiérosives remarquablement efficaces dans les cultures sarclées.

II. ZONE AU VENT

Dans cette zone, la très forte pluviométrie favorise un envahissement des prairies par les cypéracées, *Cyperus rotundus* et *Killinga* sp., qui dominent la flore spontanée.

Un travail spécifique de sélection d'espèces et/ou variétés a été engagé en 1983 pour trier le matériel végétal compétitif avec la flore spontanée dans ce milieu particulier. Pour ce faire, des collections fourragères ont été installées à différentes altitudes.

Les résultats antérieurs obtenus par fauche dans les collections implantées à 5, 500 et 1.000 m d'altitude se confirment en 1985.

Ainsi, sur la zone littorale se distinguent *Setaria sphacelata*, *Chloris gayana*, *Panicum maximum*, *Pennisetum purpureum* et *P. purpureum* x *P. thyphoïdes*. Mais en altitude, outre *Setaria sphacelata*, *Pennisetum clandestinum*, *Paspalum dilatatum* et les espèces tempérées (Dactyle, Ray Grass Anglais et hybride) apparaissent les plus productifs.

Après un premier tri en collection, l'étude du comportement du matériel végétal dans la zone se poursuit sous pâturage.

Dans ces conditions, le cultivar Nandi de *Setaria sphacelata* semblerait le plus productif à une altitude moyenne, et présenterait la meilleure répartition de la production au cours de l'année (Tableau 3). Mais sa teneur en matière sèche, qui conditionne les performances des animaux, apparaît la plus faible pour cette espèce.

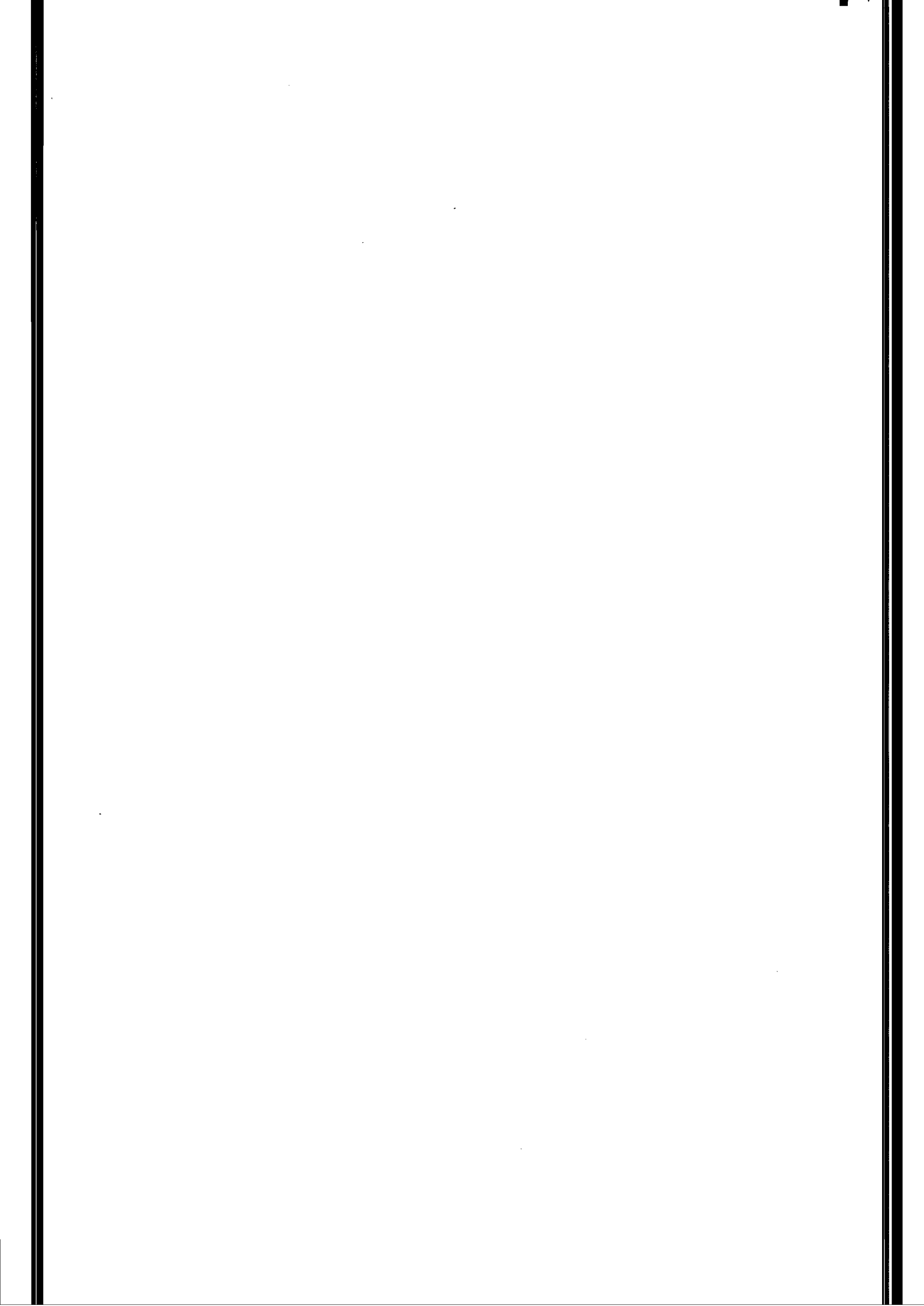
ESPECE, VARIETE	1984	1985	TOTAL
Setaria sphacelata Nandi	23,8	21,8	45,6
Kazungula	20,6	17,2	37,8
Hemarthria altissima	18,5	14,1	32,6
Cynodon plectostachyum (Star Grass)	12,4	16,2	28,6
Phaspalum plicatulum Rodd's bay	13,0	10,7	23,7
Phapalum dilatatum	8,6	7,6	16,2
Pennisetum clandestinum (Kikuyu)	15,2	16,8	32,0

TABLEAU 3 : Rendement en t de matière sèche par ha de diverses graminées observées en essai de comportement pâturé (Bassin de la Paix, 280 m d'altitude).

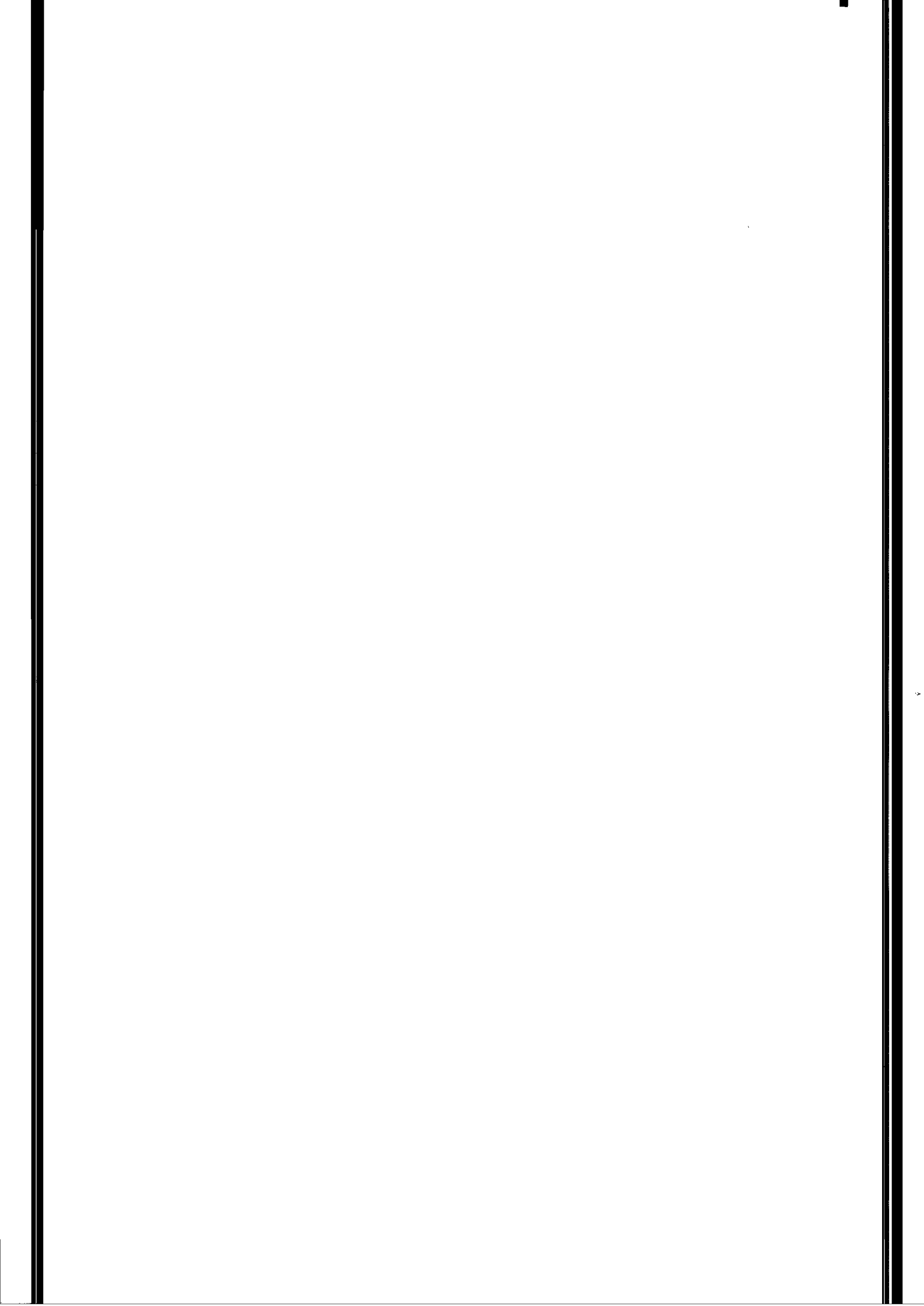
A la Plaine des Palmistes, au cours de la première année de pâturage, se distinguent le Ray Grass Anglais (Vior) et le Dactyle (Prairial).

En ce qui concerne les légumineuses, hormis le *Leucaena leucocephala* en basse altitude, toutes semblent présenter des difficultés d'adaptation qui conduisent le plus souvent à leur disparition.

Les nombreuses références obtenues en milieu contrôlé vont permettre la mise en oeuvre d'un programme de Recherche-Développement en milieu réel, afin d'améliorer les systèmes fourragers actuels en intégrant mieux la confrontation animal végétal et en prenant en compte les contraintes d'exploitation dans le choix du pâturage et sa gestion.



INSECTES DES CULTURES FRUITIERES



INSECTES DES CULTURES FRUITIERES

Au cours de l'année 1985, les activités du Laboratoire d'Entomologie fruitière du CIRAD-REUNION sont restées centrées essentiellement sur les ravageurs des agrumes. Sur les quatre programmes prioritaires engagés, trois leur sont en effet consacrés : ainsi les études bio-écologiques sur deux ravageurs importants, la teigne du citronnier et le phytopte, ont été poursuivies ainsi que les recherches visant à une amélioration des méthodes de lutte. Un troisième programme, plus global, est consacré à l'ensemble des ravageurs-clés présents sur agrumes ; il a pour but la mise au point d'une méthode de lutte intégrée sur cette culture. Enfin, le programme de recherches sur les mouches des fruits déborde largement le cadre de l'agrumiculture, puisque ces ravageurs polyphages se montrent nuisibles sur la majorité des cultures fruitières de l'île.

I. ENQUETES ECOLOGIQUES SUR LES RAVAGEURS DES CULTURES FRUITIERES

Les enquêtes écologiques menées en 1985 répondaient à deux objectifs :

1.1. - Surveillance phytosanitaire des stations IRFA

L'inspection hebdomadaire des parcelles sur les stations de Bassin Martin et Bassin Plat a permis de compléter nos connaissances sur les ravageurs et les biocénoses inféodées aux principales productions fruitières tropicales : agrumes, manguier, litchi, papayer, cocotier, avocatier...

Des prélèvements ponctuels effectués sur de fortes populations ont permis de préciser l'importance relative des parasites régulant les populations de certaines cochenilles des agrumes (*Coccus viridis*, *Chrysomphalus ficus*, *Ceroplastis floridensis*).

Sur litchi, des prélèvements ont été réalisés en période de récolte afin d'évaluer l'incidence des ravageurs sur fruit et de confirmer les résultats de l'enquête menée en 1984.

En fonction de ces observations hebdomadaires, un calendrier spécifique de traitements phytosanitaires a été planifié pour chacune des parcelles.

1.2. - Surveillance des équilibres biologiques homoptères - parasites sur agrumes

* *Aleurothrixus floccosus* : les observations effectuées sur certains foyers d'aleurodes signalés en 1984 confirment le bon contrôle biologique exercé sur *Cales noacki*. Deux exemples : à Saint-François (altitude 600 m) les populations d'aleurodes étaient très faibles en début d'été et l'on relevait la présence de nymphes parasitées.

A Bois-de-Nèfles Saint-Paul, où un important foyer était signalé en Septembre-Octobre, les populations étaient réduites début 1986 et l'on notait une présence active de *Cales*. Les conclusions du précédent rapport sur cet équilibre biologique sont donc confirmées cette année. Il ne semble pas utile de poursuivre la surveillance de l'équilibre *A. floccosus* - *C. noacki* ; l'aleurode demeure en effet fréquent tout en étant la plupart du temps maintenu à un niveau inférieur au seuil de nuisibilité.

* *Psylles des Agrumes* : de rares populations de *Diaphorina citri* ont été observées cette année dans la zone "au vent" de l'île. A Saint-andré, en Avril, aucun parasitisme n'était décelable sur une faible colonie présente sur *Murraya paniculata*. Toutefois, en Janvier 1986, *Tetrastichus radiatus* se montrait actif sur une jeune population comportant quelques larves âgées, observée sur agrumes à Sainte-Suzanne. Compte tenu du très faible niveau d'abondance atteint par l'hôte et le parasite, il importe de poursuivre la surveillance de cet équilibre fondamental pour le développement de l'agrumiculture réunionnaise.

Afin de pouvoir suivre de façon régulière l'évolution du statut de *D. citri* dans les vergers d'agrumes de la zone Nord de l'île, un réseau de pièges à glu jaunes a été installé dans quatre vergers : St-François-Convalescence, Bois-de-Nèfles Ste Clotilde, Commune Ango et Ste Suzanne. Celui-ci a été complété début 86 par l'installation d'un autre piège en zone Est (Ste Anne). De fin Octobre 85 à fin Janvier 86, aucune capture de *D. citri* n'a été enregistrée, la seule espèce récoltée étant *Trioza eastopi*, dont la plante-hôte préférentielle (*Litsea glutinosa*) est assez fréquente dans les vergers peu entretenus.

II. MOUCHE DES FRUITS

Cette année, les travaux ont porté avant tout sur l'étude de l'évolution des populations et des attaques de mouches en vergers de pêchers d'altitude, afin de compléter les résultats obtenus en 1984.

2.1. - Lutte contre les mouches des fruits en verger de pêchers

Une étude a été menée cette année en collaboration avec la section Fruitiers Tempérés (E. PARISOT), dans deux biotopes d'altitude : Cilaos (Station IRFA du Bras Sec ; alt. : 1.250 m) et Petite France (Station IRAT ; alt. 1.200 m). Elle a permis de suivre simultanément :

- l'évolution des captures dans un réseau de pièges jaunes, du type "Procida", chargés à l'aide d'un attractif sexuel (capilure) et d'un attractif alimentaire (Buminal).
- l'évolution du pourcentage de fruits piqués sur les arbres,
- le stade de développement des fruits par la mesure des trois dimensions : petit et grand diamètre, longueur.

L'objectif est de mettre en évidence les relations existant entre :

- la climatologie et le début des captures dans les pièges,
- le calendrier de traitement, l'abondance des captures et le pourcentage de fruits piqués,
- le stade de développement et la réceptivité sur fruit.

Il s'agit également de déterminer dans quelle mesure il est possible de retarder le début des traitements au-delà du seuil retenu jusqu'à maintenant (35 jours avant récolte ; FOURNIER, 1981) et, éventuellement, de fixer un seuil de captures pour le déclenchement de la lutte chimique.

Des observations complémentaires ont été effectuées à Cilaos en réalisant, à des intervalles hebdomadaires, des infestations artificielles sur des fruits ensachés afin de préciser le stade de réceptivité du fruit et le devenir de fruits piqués à différentes étapes de leur développement.

Les résultats de 1985 confirment les différences déjà observées l'année dernière entre ces deux biotopes d'altitude. A Petite France, le niveau de captures est demeuré très faible, le premier individu étant détecté le 20 Novembre, alors qu'à Cilaos le début des captures est à nouveau intervenu vers la mi-October. Les effectifs piégés sont apparus nettement supérieurs à ceux de 1984 ; ils restent toutefois très faibles (< ou = à 3 mouches/piège/semaine) par rapport à ce que l'on observe dans les zones basses de l'île, en période de réceptivité des fruits-hôtes. Cette année encore, malgré l'utilisation de deux types d'attractifs, l'évolution des captures de mouches montre l'absence quasi-totale des femelles. Plus qu'une variation du sex-ratio (cf : présence de fruits piqués), ce fait traduit le peu d'attractivité du système utilisé pour les femelles de *Pterandrus rosa*. Il importera donc, au cours d'essais futurs, d'améliorer dans ce sens les capacités du système de piégeage.

Comme l'année dernière, aucun traitement n'a été effectué cette année à Petite-France. Des quatre variétés observées, seule la plus tardive (Culemborg) a présenté quelques attaques (8 % à la fin Novembre). A Cilaos, le déclenchement des traitements peu après les premières captures a permis de maintenir le taux d'attaque inférieur à 5 % pour toutes les variétés.

Les mesures de dimension des fruits permettent un suivi précis de la phénologie. En 1985 à Cilaos, les piqûres ont été observées à un stade précoce du développement, ce qui est généralement le cas sur le pêcher, espèce très sensible aux attaques de mouches. Toutefois, les dimensions des fruits piqués excédaient toujours certaines valeurs (petit diamètre > 2,5 cm ; grand diamètre > 3 cm). L'évaluation des dimensions en fonction du temps permet une comparaison des différentes variétés (Fig. 1). Une excellente corrélation apparaît entre les trois paramètres utilisés pour chacune des neuf variétés. Lors d'essais futurs, on pourra donc employer indifféremment l'un quelconque de ces trois critères.

Les résultats obtenus au cours de ces deux années d'étude permettent d'envisager un aménagement de la lutte chimique contre les mouches pour les biotopes étudiés. Il conviendra de vérifier qu'il est applicable pour l'ensemble des vergers de pêchers d'altitude de l'île et éventuellement sur d'autres productions fruitières.

La prévision des dates de début de récolte à partir de la date de nouaison de chaque variété permet de fixer dans chaque cas une date théorique de début des traitements, dans l'hypothèse d'une lutte chimique préventive 35 jours avant la récolte (FOURNIER, 1981). A Cilaos, en 1984, le début des traitements a pu être retardé de 3 à 7 semaines selon les variétés, avec toutefois quelques dégâts. Cette année, un excellent contrôle a été obtenu en retardant d'une à trois semaines la date de la première intervention.

L'observation simultanée des niveaux de capture et des taux d'attaque montre qu'avec le système de piégeage utilisé, on obtient un contrôle très satisfaisant en déclenchant les traitements dès l'apparition des premières captures. Dans les zones les plus élevées, il est même possible de s'abstenir de tout traitement sans perte notable due aux attaques de mouches.

Pour un système de piégeage donné, il apparaît donc que des seuils d'intervention différents doivent être retenus selon la situation du verger et notamment de l'altitude. Entre autres facteurs, on sait en particulier que l'efficacité d'un type de piège peut varier largement en fonction de la climatologie locale. Ainsi, le seuil d'intervention retenu en verger de pêcher pour certaines zones de moyenne altitude (10 mouches/piège/semaine ; SPV Réunion, 1984) apparaît trop élevé pour les zones d'altitudes supérieures à 1.000 m.

Les travaux effectués constituent une contribution à la mise au point d'une lutte intégrée en vergers de pêcheurs, par la diminution de l'incidence des traitements sur la faune auxiliaire limitant certains autres ravageurs importants (ex : *Pseudaulacaspis pentagona*.)

2.2. - Actions d'information et de vulgarisation

Au niveau du développement, une action a été menée à la demande d'une coopérative d'approvisionnement agricole (Hellbourg), afin d'évaluer les possibilités d'utilisation de la méthode des traitements par taches (attractif alimentaire + insecticide) pour protéger les bibaces des attaques de *Pterandrus rosa*.

III. AGRUMES : TEIGNE DU CITRONNIER

3.1. - Dynamique des populations et évolution des attaques

Cette étude a été poursuivie et amplifiée en 1985. Les observations ont été menées cette année, dès le début de la principale période de floraison, sur une parcelle d'agrumes de Bassin-Martin comportant 4 variétés réparties en 9 blocs de 35 arbres. Un réseau de 9 pièges à phéromone permet de suivre l'évolution hebdomadaire des captures de mâles dans chaque bloc. Le suivi de la phénologie est assuré par l'observation de rameaux marqués, qui fournit également une première estimation de l'importance des attaques par la mesure du taux d'attaques apparentes. Des prélèvements et dissections hebdomadaires sont réalisés pour une analyse plus précise du niveau d'attaque.

L'évolution des captures de mâles au piège à phéromone au cours de la période 84-85 confirme les résultats de la campagne 83-84. La figure 2 en montre l'allure générale ; une analyse plus détaillée montre d'importantes variations entre blocs ou variétés. Les deux premières vagues de captures apparaissent bien liées à la floraison principale et à la seconde période de floraison, surtout nette sur limes et citronniers. La troisième vague de captures observée en Avril-Mai fera l'objet d'une étude particulière en 1986.

En 1985, le suivi phénologique des 4 variétés, sur chacun des blocs, permet de retracer l'évolution de l'abondance des différents stades préalablement définis (Fig. 3). Les pics d'abondance des stades floraux s'échelonnent nettement selon les variétés en commençant par les limes, puis les mandarines et oranges, et enfin les tangelos. Pour les différentes variétés, on peut mesurer l'ampleur de la diminution d'abondance des organes floraux, qui traduit à la fois la très forte chute physiologique et l'influence des attaques de *Prays citri*. L'évolution des captures de mâles au piège sexuel révèle à nouveau des différences assez marquées entre blocs ou variétés (Fig. 4).

L'étude du pourcentage d'attaques sur fleurs confirme la très grande nuisibilité de l'insecte sur limes où le taux de fleurs présentant au moins une attaque atteint 75 % au cours de la floraison principale et près de 60 % pendant la seconde floraison, malgré l'influence des traitements insecticides. Comparativement, le taux d'attaque culmine à 30 % sur oranger, 25 % sur tangelos et 20 % sur mandarinier (Fig. 5). Le pourcentage maximum d'attaques sur fleurs coïncide assez bien avec le maximum d'abondance des stades floraux, avec souvent un décalage de l'ordre d'une semaine. Une analyse plus fine permet d'évaluer pour chaque variété, l'abondance relative des différents stades de l'insecte au cours de la période de floraison.

L'évolution du pourcentage d'attaques apparentes sur fleurs met en évidence, dans la plupart des cas, un décalage de 2-3 semaines des maxima entre attaques réelles et apparentes (Fig. 6). Cette méthode de suivi des attaques n'est donc pas utilisable pour déterminer à temps la nécessité d'un traitement. Par ailleurs on constate que l'évaluation des attaques obtenues à l'aide de cette méthode est largement sous-estimée par rapport au niveau réel.

Les auxiliaires naturels indigènes n'ont manifesté cette année aucune action décelable sur les populations de *P. citri*, sans doute en raison d'un programme de traitement trop intensif. Par ailleurs, cette étude a également permis une évaluation précise des dégâts de la cécidomyie (en cours d'identification) observée depuis l'an dernier sur agrumes, sur chacune des variétés.

Les résultats obtenus permettent de mieux évaluer la nuisibilité de *P. citri* vis-à-vis de différentes variétés d'agrumes et contribuent à un aménagement de la lutte chimique contre ce ravageur. Si les attaques sur boutons se révèlent négligeables, on peut considérer actuellement que les traitements doivent être déclenchés peu de temps après l'apparition des premières fleurs fermées (F1), tout au moins pour les vergers des zones basses comme Bassin-Martin. Une analyse plus complète des résultats ainsi que des études complémentaires dans d'autres conditions climatiques permettront de préciser l'utilité du piégeage sexuel pour l'aménagement de la lutte chimique.

3.2. - Essais de lutte microbiologique à l'aide du *Bacillus thuringiensis*

Afin de conclure quant aux possibilités d'utilisation du *Bacillus* pour lutter contre *P. citri*, deux essais complémentaires ont été effectués cette année sur une parcelle de limes à Bassin-Plat. Le premier visait à comparer l'efficacité, au niveau de la mortalité larvaire de la teigne, de quatre formulations de *B. thuringiensis* (Bactospéine 16000, Bactospéine SC 8500, Dipel et Dipel 2 X). Le second essai a pour objet d'évaluer l'influence de cinq calendriers de traitements sur le rendement de la culture. Les combinaisons testées sont les suivantes : 1 - témoin ; 2 - phosalone ; 3 - endo-sulfan ; 4 - *B. thuringiensis* ; 5 - phosalone (premier traitement) puis *B. thuringiensis*. Pour chaque combinaison, quatre traitements espacés d'une semaine ont été réalisés au cours de la floraison principale, puis deux autres au cours de la seconde floraison.

Cet essai est pratiquement achevé ; les résultats semblent pour l'instant confirmer la moindre efficacité des formulations à base de *B. thuringiensis* par rapport aux insecticides couramment utilisés contre *P. citri*.

3.3. - Elevage de la teigne ; lutte biologique

Plusieurs envois de chenilles et de chrysalides de *P. citri* ont été adressés au Laboratoire d'Elevage et de Nutrition des insectes du CIRAD-MONTPELLIER en vue de parvenir à la mise au point d'un milieu d'élevage artificiel de la teigne. L'utilisation d'un tel milieu permettra d'aborder de façon satisfaisante une nouvelle opération d'introduction du parasite *Ageniaspis fuscicollis* (en liaison avec l'INRA-ANTIBES) en vue d'une multiplication de masse de cet auxiliaire.

IV. AGRUMES : PHYTOPTÉ

Le programme "phytopte" a été réorienté cette année en vue d'étudier deux points particuliers.

4.1. - Sensibilité variétale des agrumes aux attaques de *P. oleivora*

Il n'a pas été possible d'aborder cette année une étude précise avec infestations artificielles. Toutefois, une première série d'observations a été effectuée afin d'évaluer l'importance des dégâts qualitatifs sur les fruits de diverses variétés d'agrumes à Bassin Martin.

Au cours de ces observations, on a pris en compte, sur un nombre de fruits variable mais toujours supérieur à 200, les dégâts qualitatifs attribuables aux principaux ravageurs (phytopte, thrips) ou à l'action du vent. Dans ce dernier cas, comme pour les dégâts de thrips, les différents types de symptômes décrits par BEDFOORD (1978) ont été distingués. Une échelle a été définie pour la notation des symptômes.

Les résultats portent sur onze variétés dont plusieurs sont largement répandues dans l'île. L'évolution des populations d'acaréens n'ayant pas été suivie, il ne nous est pas possible d'estimer le degré de tolérance de chaque variété. Globalement, les populations se sont toutefois montrées abondantes et, malgré les traitements acaricides, un taux de dégâts assez important a été noté à plusieurs reprises. Si la méthode utilisée pêche par défaut et sous-estime la "sensibilité" de certaines variétés faiblement attaquées, elle permet néanmoins de considérer comme sensibles les variétés présentant plus de 10 % de fruits avec des dégâts d'intensité 3 à 5.

Parmi les variétés étudiées, il apparaît que les oranges (Pineapple, Washington Navel), les tangelos (Orlando, Nova) ainsi que certaines mandarines (Zanzibar, Lee) peuvent être considérées comme sensibles aux attaques de *P. oleivora*.

Cette série d'observations pourrait être utilement complétée par une enquête en verger permettant d'évaluer les symptômes sur les principales variétés, dans les différentes zones de culture de l'île.

4.2. - Lutte chimique : test de différents acaricides au Laboratoire

Afin de prévenir l'apparition probable d'une résistance de *P. oleivora* aux matières actives les plus utilisées dans l'île (zinebe, dicofol), un volet "lutte chimique" a été inclus cette année dans le programme phytopte.

Un premier travail de screening a été réalisé au Laboratoire, en liaison avec le Service de la Protection des Végétaux, afin d'opérer une sélection préalable en vue d'essais en vergers. Neuf produits ont été testés, sur des fruits très contaminés par le phytopte : dicofol, cuivre + manèbe + zinèbe, binapacryl, azocyclotin, tetrasul, fenbutatin oxyde, benzoximate, bromopropylate et diflubenzuron. Des contrôles d'efficacité ont été opérés avant traitement puis 2, 6, 9, 16 et 20 jours après traitement.

Outre le difocol, plusieurs produits montrent, dans les conditions de l'expérience, une excellente action de choc vis-à-vis de *P. oleivora*, à la dose usuelle d'utilisation : c'est le cas du bromopropylate (Neoron), du fenbutatin oxyde (Torque), de l'azocyclotin (Peropal) ou du binapacryl (Ambox). Toutefois, un produit à action progressive comme le diflubenzuron apparaît également très intéressant.

V. LUTTE INTEGREE EN VERGER D'AGRUMES

Ce programme global a été poursuivi en 1985 sur une parcelle d'agrumes de Bassin-Martin. Cette année, les études ont porté particulièrement sur les points suivants :

- suivi des fluctuations de population des ravageurs-clés ; évaluation des dégâts ; méthodes d'échantillonnage et seuils d'intervention,
- aménagement du calendrier de lutte chimique ; diversification des matières actives ; choix de produits peu toxiques pour les auxiliaires.

Au cours des principales périodes de risque, l'évolution des attaques de chaque ravageur-clé a été suivie avec une fréquence hebdomadaire. Les méthodologies d'échantillonnage ou de piégeage ont été progressivement affinées ; chaque fois que possible, elles sont définies d'après les recommandations du groupe de travail "Lutte intégrée en agrumiculture" de l'OILB (CAVALLORO et PROTA, 1983). Parmi les actions entreprises, on peut citer :

. Teigne :

Réseau de 9 pièges à phéromone. Prélèvement et dissection de 50 fleurs/arbre sur 10 % des arbres. Les résultats obtenus avec cette méthode seront comparés à ceux du programme "Teigne".

. Thrips-acariens :

Contrôle visuel de 20 fruits/arbre sur 10 % des arbres (dénombrement total ou classes d'abondance). Pour le suivi des populations de thrips, un réseau de 9 pièges à glu jaunes a été installé afin de comparer les résultats à ceux du contrôle visuel. Par ailleurs, la faune variée capturée sur ce type de piège permet l'étude de l'évolution annuelle de certains phytophages (psylles, *Penthimiola bella*) ou auxiliaires (Coccinellidae, Chrysopidae, Syrphidae, Hyménoptères parasites).

• Cochenilles :

Contrôle visuel selon un plan d'échantillonnage systématique de 15 fruits/arbre sur 20 % des arbres. Dénombrement total ou classes d'abondance en distinguant les femelles et les autres stades des principales diaspines des agrumes. Trois contrôles en Janvier, Février et Mars. Ponctuellement, des observations ont été effectuées sur tous les arbres de certains blocs afin d'étudier certains points particuliers :

- importance des populations sur tronc et charpentières,
- influence du porte-greffe sur le degré d'attaque.

• Mouches des fruits :

Réseau de 9 pièges (type "Procida" + Capilure + Lindane). Evaluation des attaques par contrôle visuel sur 4 quadrats de 1 m²/arbre, sur 15 % des arbres. Dénombrement des fruits tombés sous les arbres échantillonnés.

Ponctuellement, une évaluation des attaques a été effectuée sur tous les arbres d'un bloc afin d'étudier la répartition spatiale des attaques.

• Dégâts qualitatifs :

Les dégâts qualitatifs dus aux thrips et acariens sont évalués dès leur apparition, au cours des contrôles hebdomadaires, par la notation individuelle des fruits à l'aide de classes d'intensité de dégâts.

Outre de nombreuses données sur l'évolution des populations de ravageurs en liaison avec la climatologie et les traitements, cette étude doit permettre de définir progressivement pour chaque ravageur-clé un seuil d'intervention pour le déclenchement des traitements. La définition de calendriers de traitements spécifiques pour chacun des blocs de la parcelle permet par ailleurs de vérifier l'efficacité de certaines matières actives intéressantes ou peu dommageables pour les auxiliaires : divers acaricides contre *P. oleivora*, attractif alimentaire + insecticide en traitement par tache contre les mouches, traitements microbiologiques à l'aide d' *Hirsutella thompsonii* contre *P. oleivora*.

VI. LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES HOMOPTERES

Ce programme pluriannuel vise à introduire à la Réunion, lorsque cela est nécessaire, une gamme complémentaire d'auxiliaires s'attaquant à certains homoptères (cochenilles, pucerons, aleurodes). Dans un premier temps, plusieurs études ont été initiées afin de mieux connaître la faune auxiliaire indigène :

- étude du cycle annuel et des ennemis naturels de deux cochenilles diaspines dont les dégâts sont préoccupants sur manguier (*Aulacaspis cinnamomi*) et agrumes (*Pseudaonidia trilobitiformis*) : ce travail, bien engagé, doit s'achever début 86.
- inventaire et répartition des Névroptères de la Réunion : ce travail, mené en collaboration avec l'Université de Nice (Dr. SEMERIA) a pour l'instant porté avant tout sur la faune des vergers où 6 genres de Chrysopidae ont été recensés. Un premier bilan doit en être dressé sous peu.
- répartition et spécificité des Coccinellidae de la Réunion.

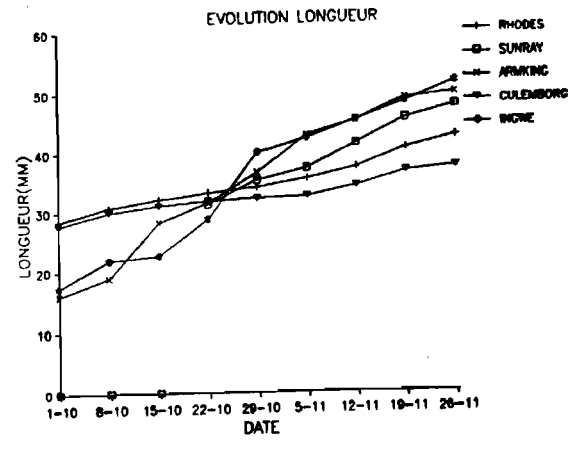
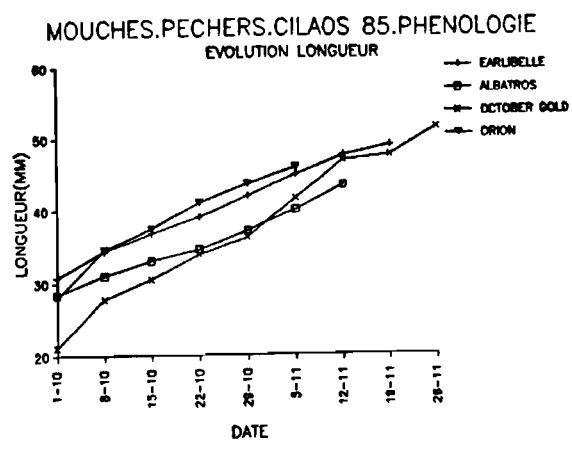
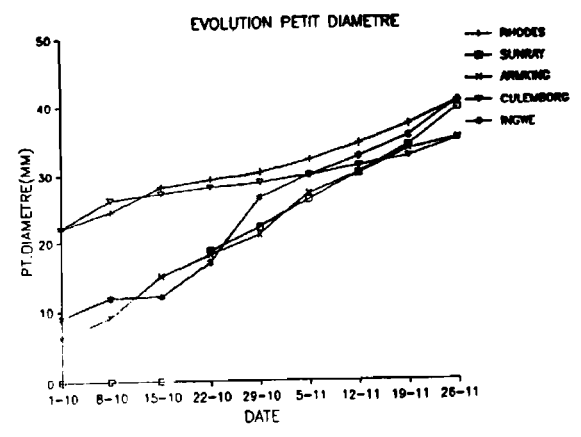
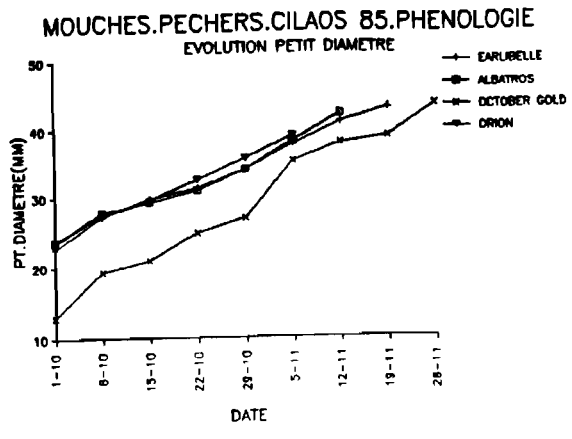


Fig. 1 - Evolution des dimensions du fruit au cours du temps, sur pêcher. CILAO 85.

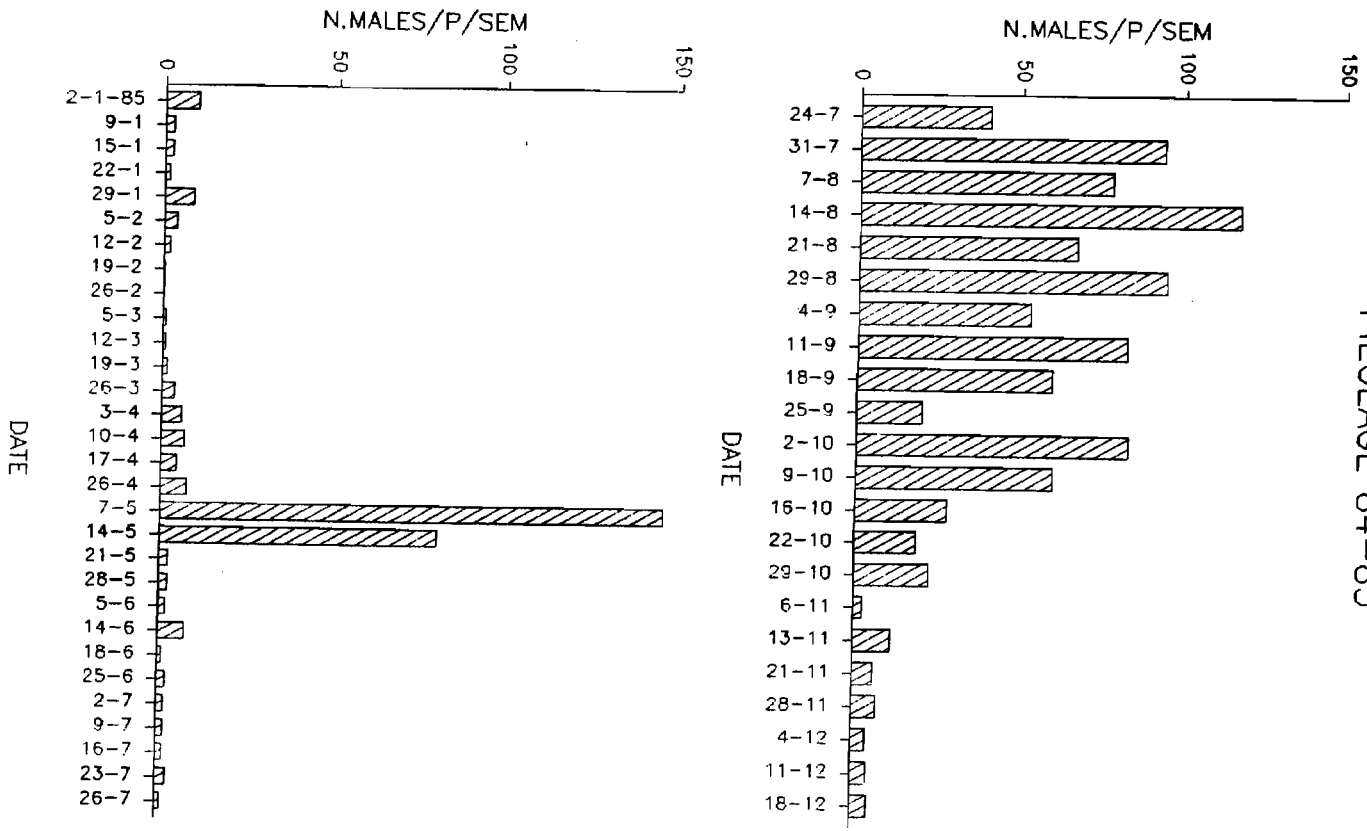
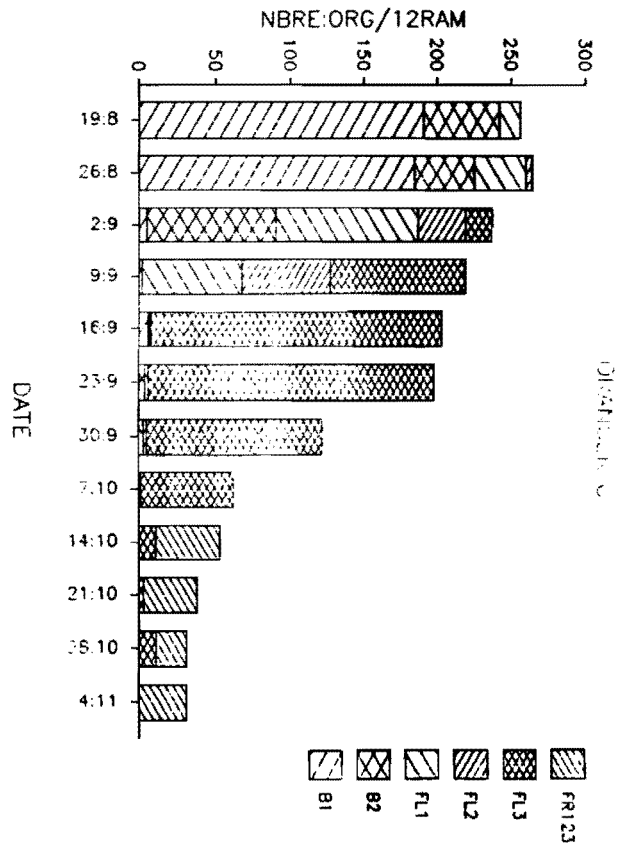
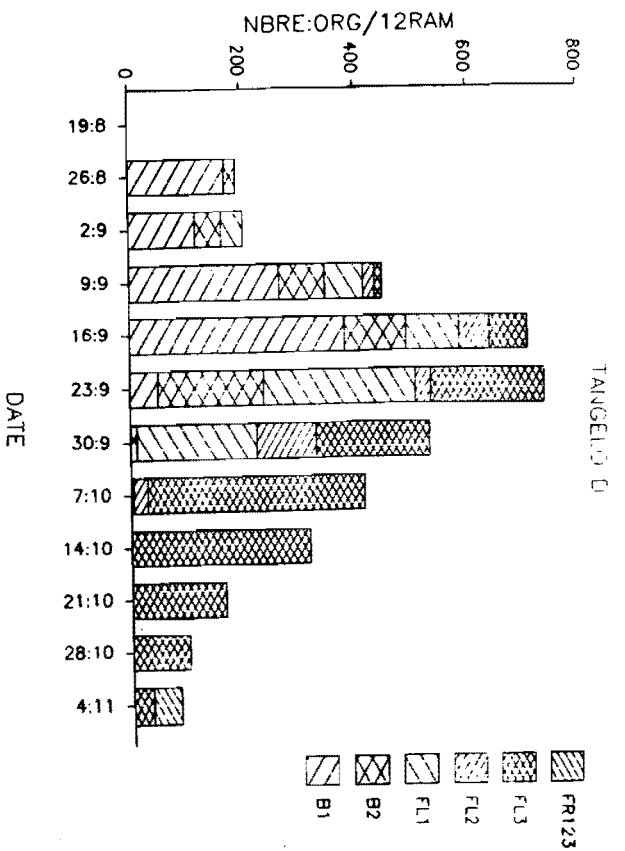
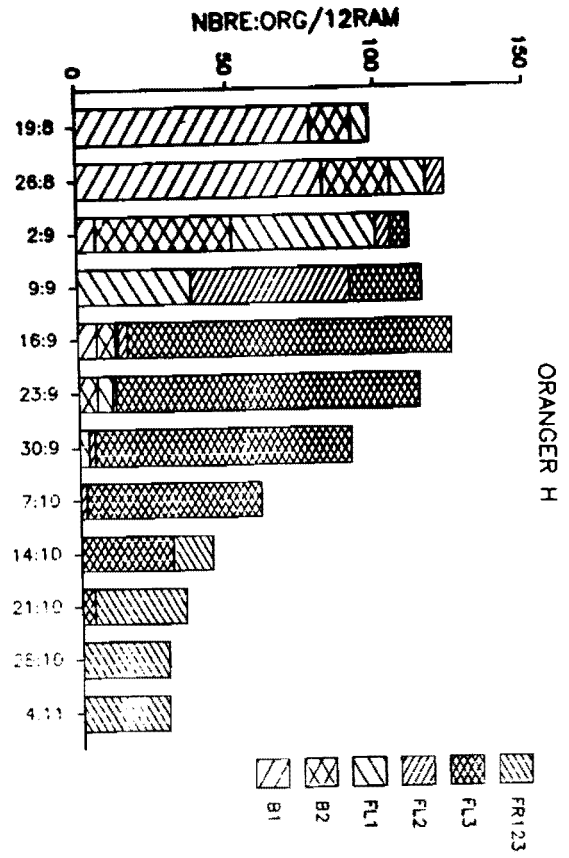
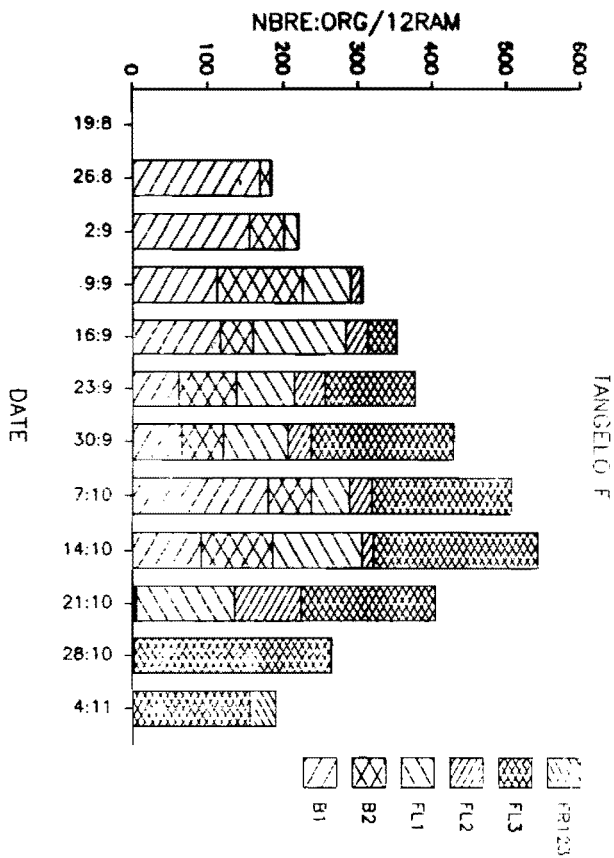


Fig. 2 : Evolution des captures de mâles de Prays citri aux pièges à phéromone. Bassin-Martin - 1984-1985.

Fig. 3 : Succession des stades phénologiques sur les différents blocs. Bassin-Martin - 1985.



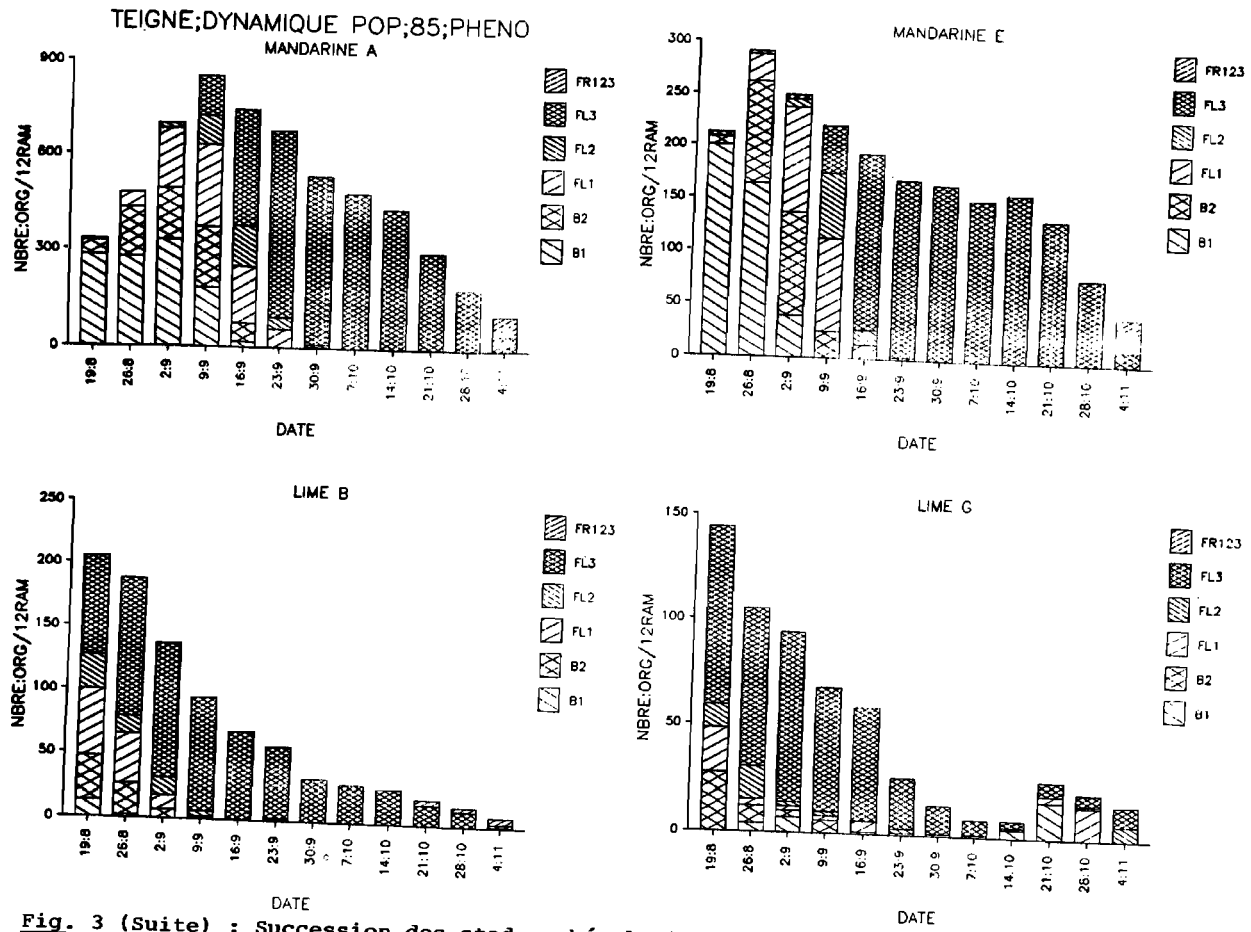
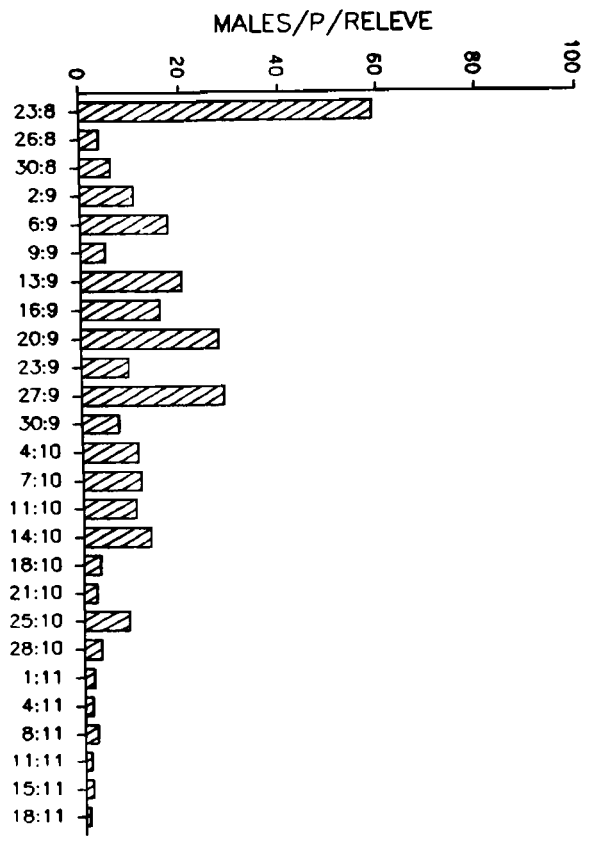


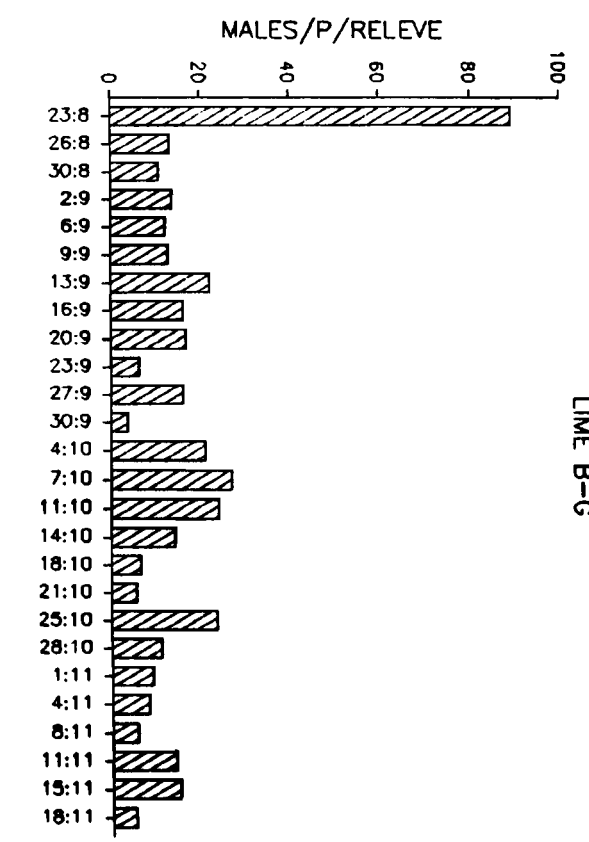
Fig. 3 (Suite) : Succession des stades phénologiques sur les différents blocs. Bassin-Martin 1995

Fig. 4 - Evolution des captures de mâles de Prays citri aux pièges à phéromone Bassin Martin - 1985

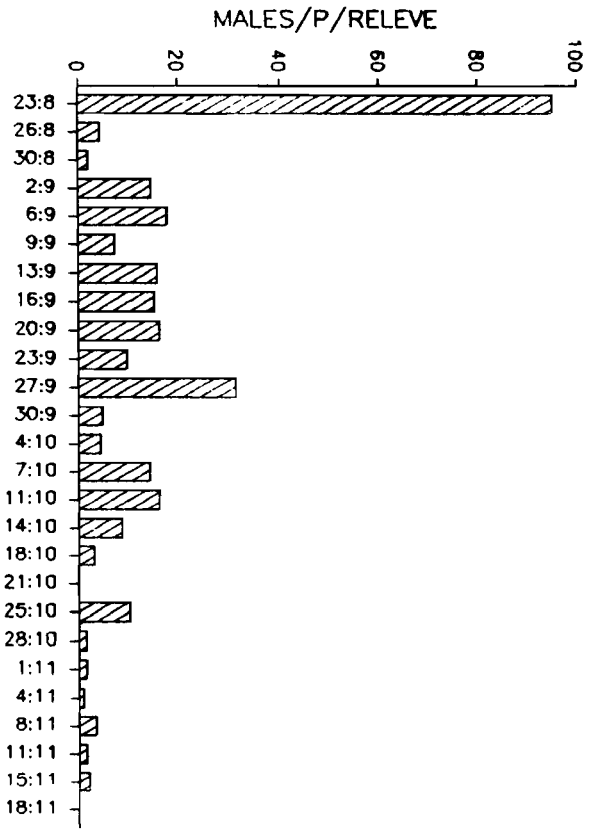
ORANGE C-H-1



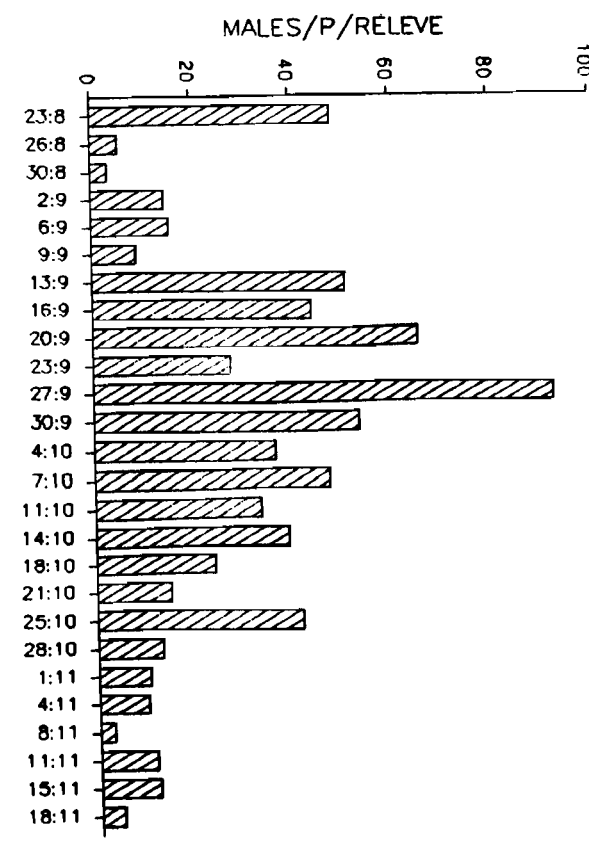
TEIGNE. PIEGEAGE SEXUEL. 85
LIME B-G



MANDARINE A-E



TANGELO D-F



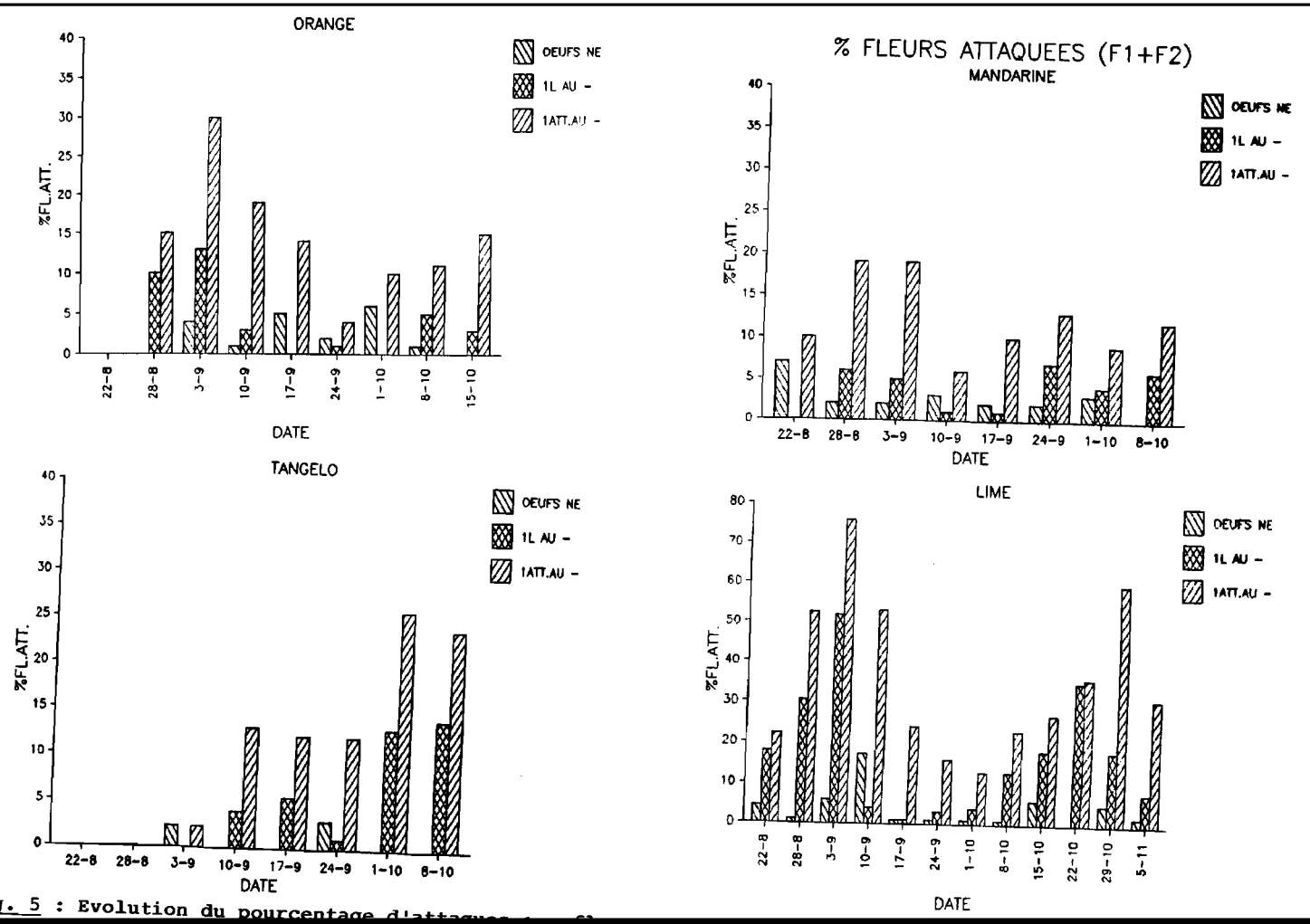
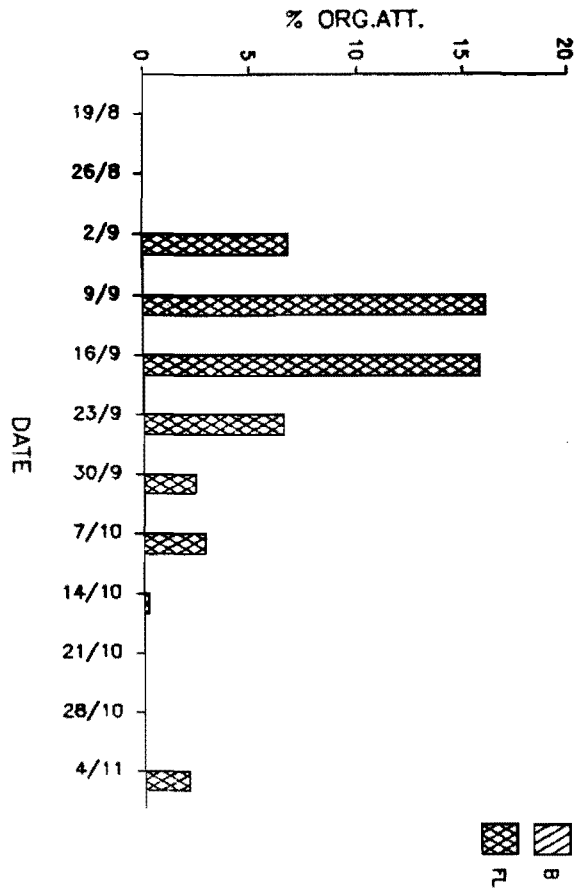
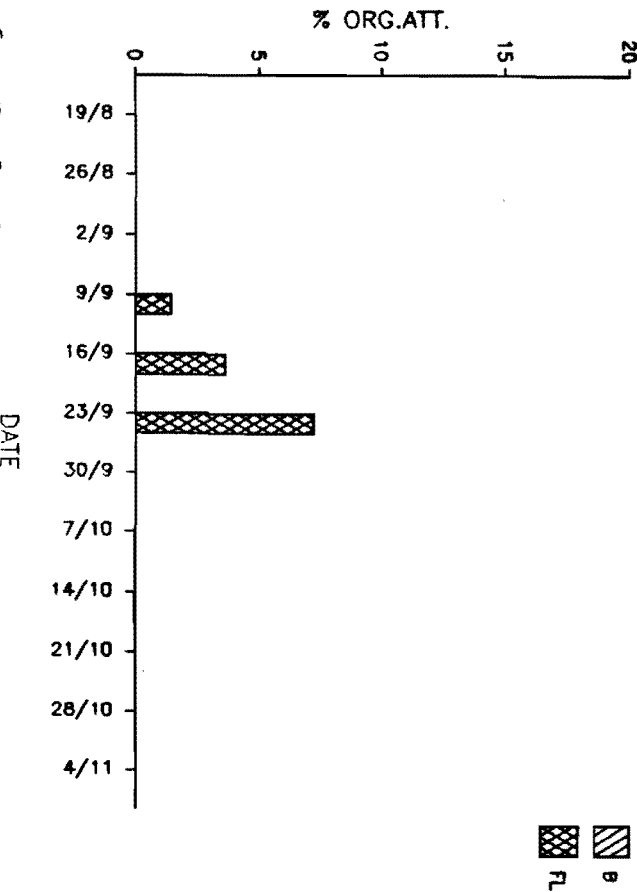


Fig. 5 : Evolution du pourcentage d'attaques de fleurs pour les 4 variétés d'agrumes. Bassin-Martin - 1985.

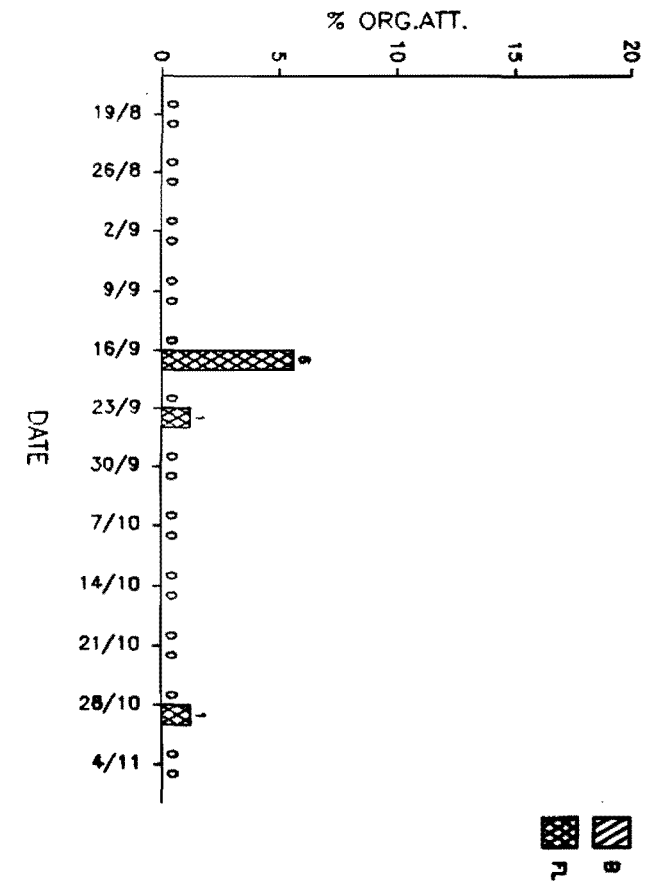
% ATTAQUES APPARENTES
MANDARINE A



ORANGER C



MANDARINE E



ORANGER H

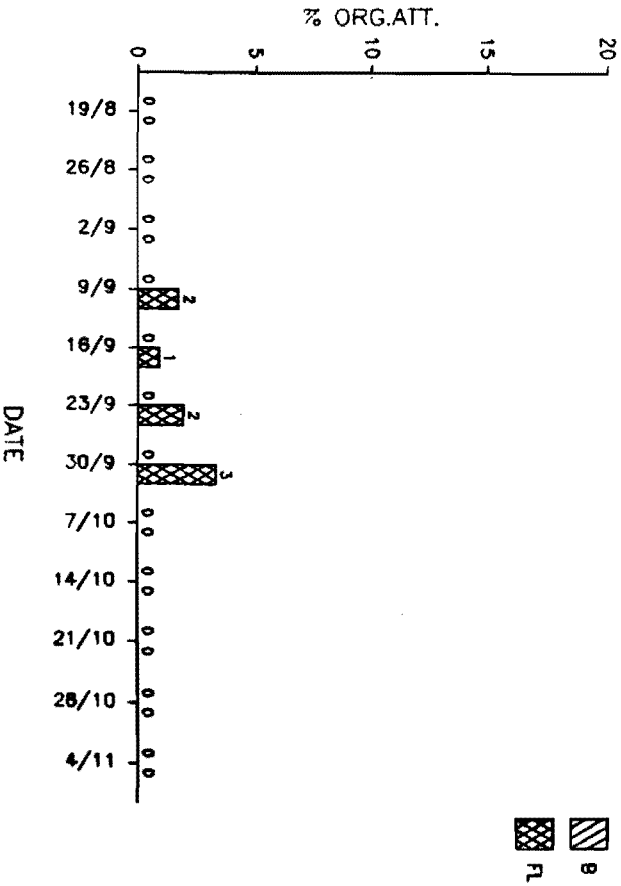
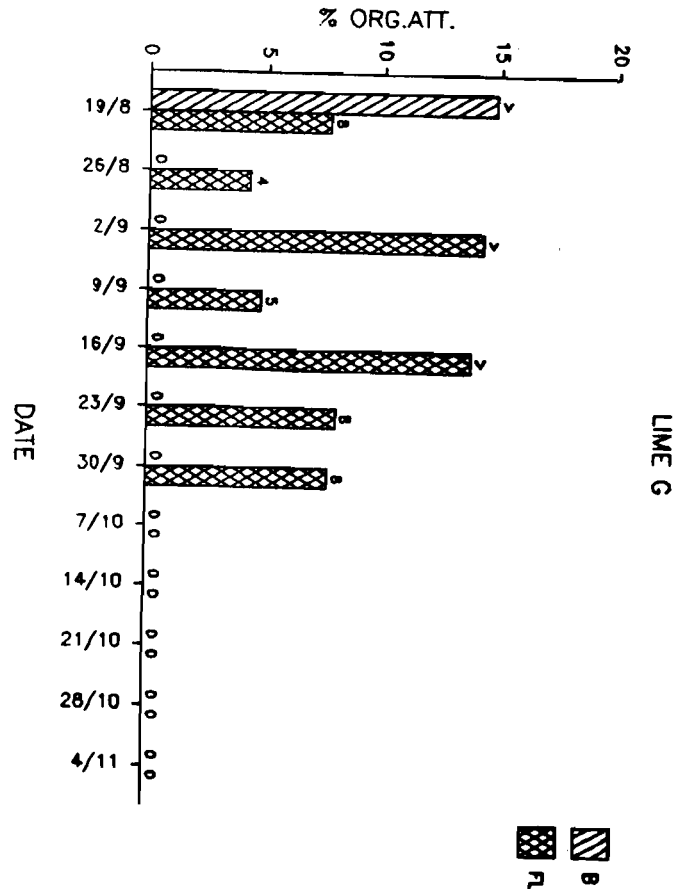
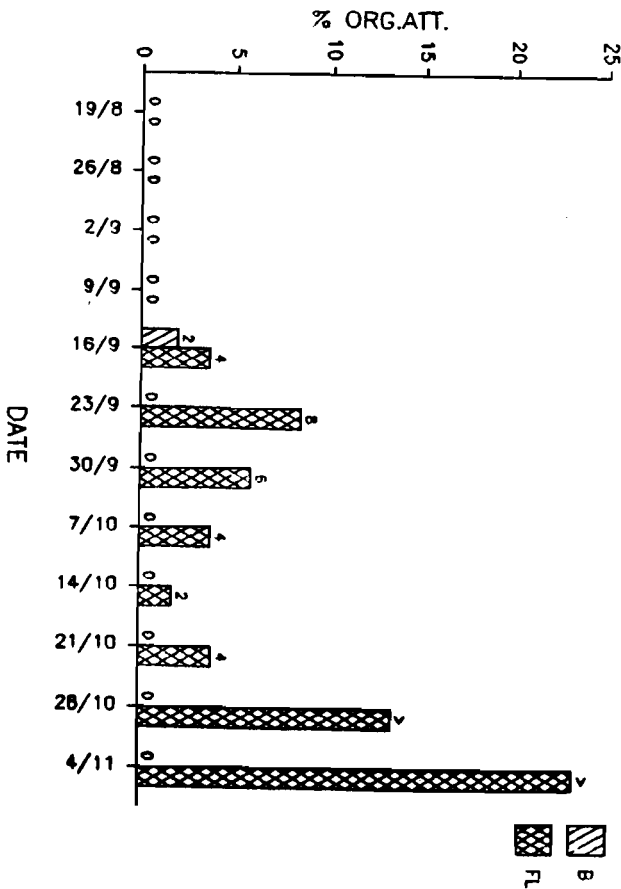
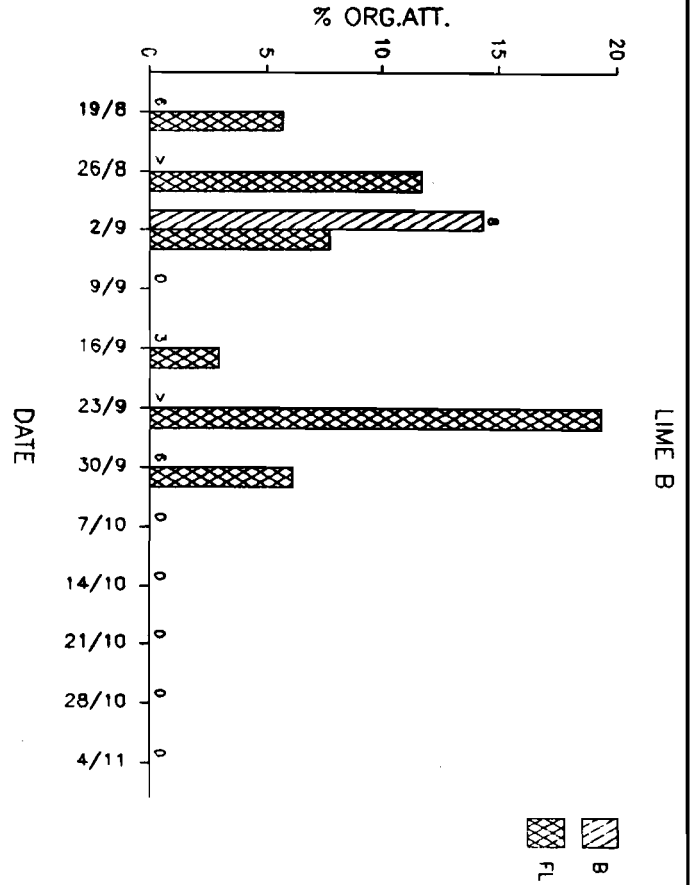
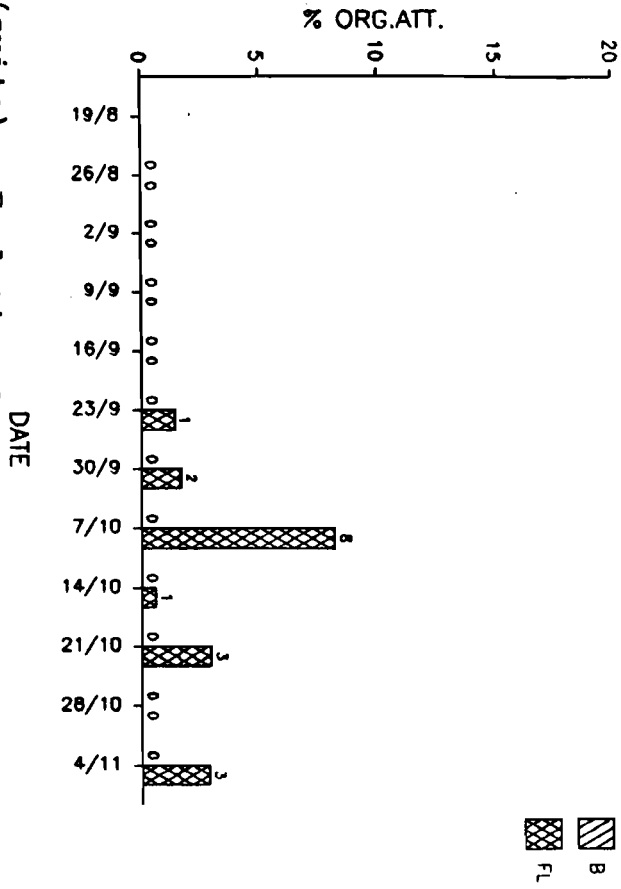
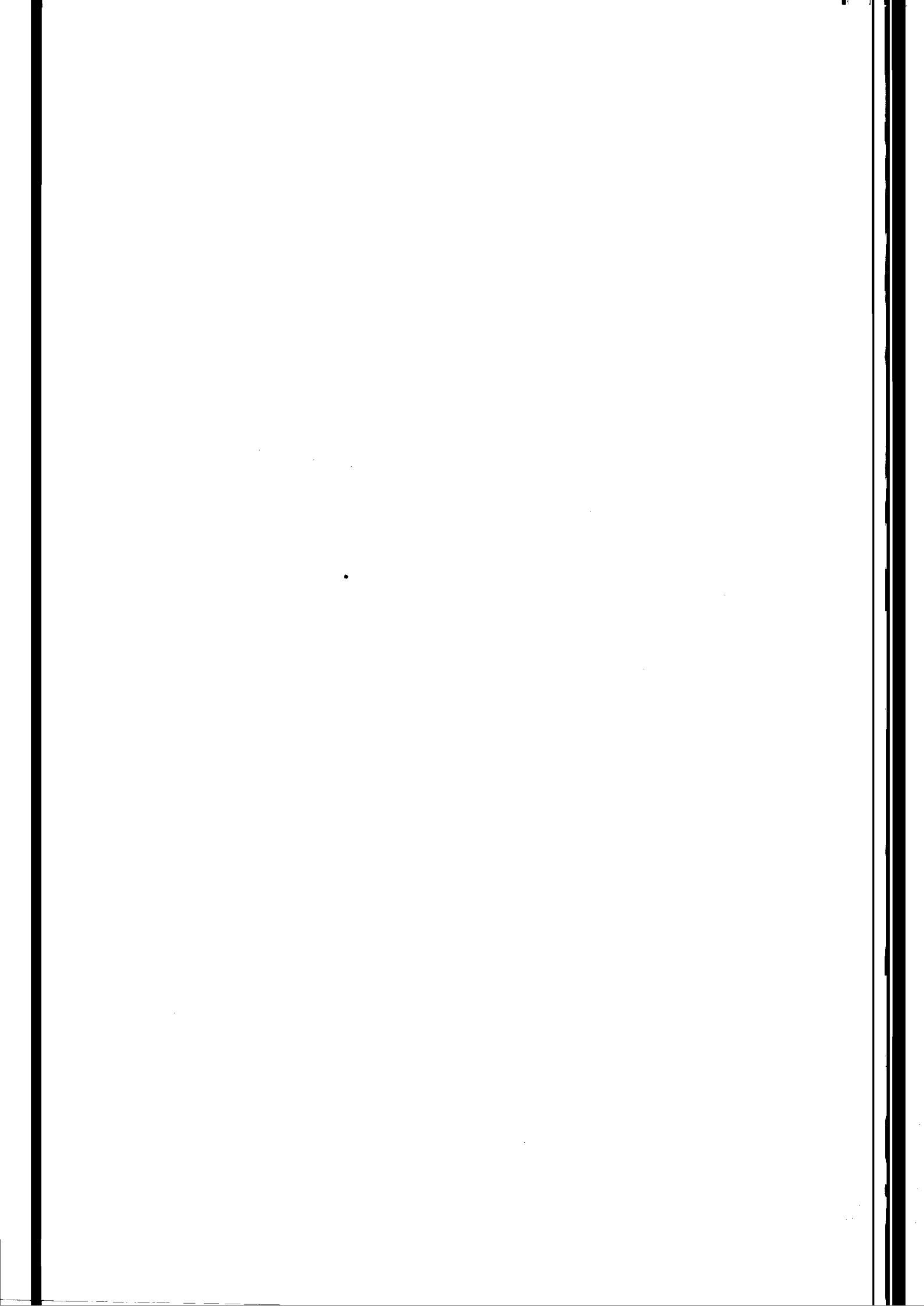


Fig. 6 : Evolution du pourcentage d'attaques apparentes sur fleurs pour les différents blocs.
Bassin-Martin - 1985

Fig. 6 (suite) : Evolution du pourcentage d'attaques apparentes sur fleurs pour les différents blocs



AGRO - ECONOMIE



AGRO - ECONOMIE

Evolution des exploitations "à Géranium" de la commune du Tampon

I. INTRODUCTION

La cellule d'Agro-économie intervient tout d'abord dans le cadre de la Recherche-Système et de la Recherche-Développement menées dans les Hauts de l'Ouest.

Elle mène, par ailleurs, des études relevant plus spécifiquement de sa discipline. L'étude de l'évolution des exploitations du Tampon entre 1973 et 1984 répond à ce second type de préoccupation.

II. PRESENTATION DE L'ETUDE

La commune du Tampon a connu en l'espace de trente ans une véritable mutation de son économie agricole. Le géranium a aujourd'hui laissé la place aux productions légumières, florales et à l'élevage.

Alors que dans les Hauts de l'Ouest la diversification des cultures constitue un des objectifs prioritaires du Plan d'Aménagement, la mutation "spontanée" des systèmes de production agricole de la commune du Tampon prend valeur d'exemple.

L'étude menée au Tampon a donc pour objet de mettre en évidence les processus d'évolution des exploitations.

III. METHODOLOGIE

L'exploitation agricole a été retenue comme le niveau d'analyse le plus pertinent pour comprendre les changements survenus dans les activités agricoles du Tampon.

L'évolution des exploitations agricoles a été appréhendée à travers la comparaison des situations familiales et des systèmes de production.

Les modes de faire-valoir et les cultures

Pour étudier l'influence du mode de faire-valoir sur le choix des productions, il faut considérer la parcelle et non pas l'exploitation qui est fréquemment en faire valoir mixte.

En 1984, la canne occupe 85 % de la superficie en colonage et seulement 21 % de la superficie en fermage.

Schématiquement, on peut considérer que le colonage est associé à la canne tandis que le fermage est associé aux cultures légumières. En d'autres termes, la culture traditionnelle s'accompagne d'une tenure traditionnelle tandis que les cultures nouvelles correspondent à un mode de faire-valoir apparu récemment.

V. EVOLUTION DES PRODUCTIONS DE 1973 A 1984

5.1. - Les productions végétales

En 1973, la moitié des exploitants pratiquent la culture du géranium en monoproduction. Un quart ont des cultures légumières, mais sur de faibles superficies.

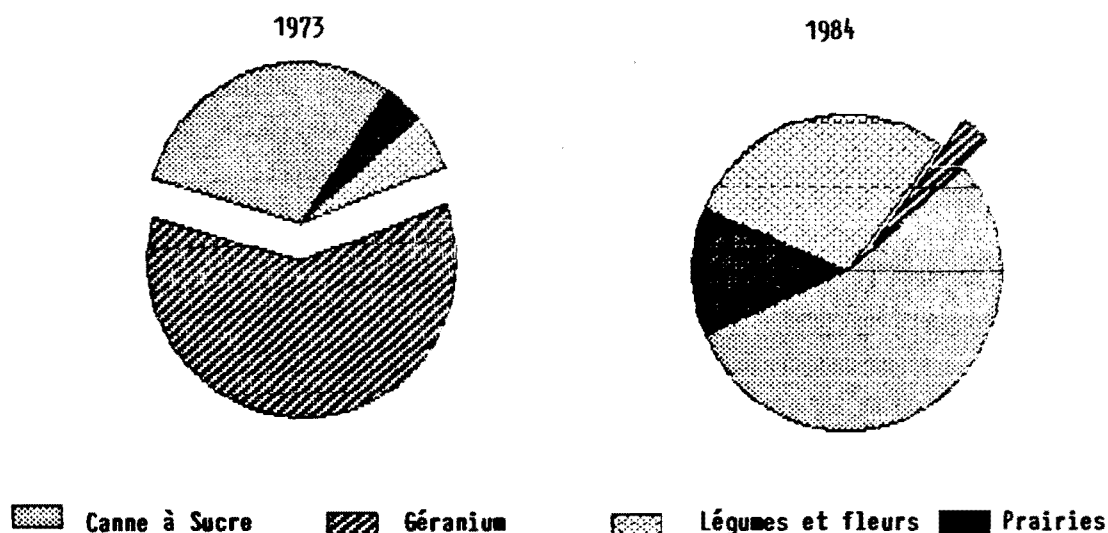
En 1984, le géranium n'occupe plus que 3 % de la superficie, et ne concerne que 3 exploitations.

L'abandon du géranium au profit de la canne et des cultures légumières et florales apparaît donc très clairement (cf. graphes).

Répartition des cultures

CULTURES	SAU 1973 (ha)	%	SAU 1984 (ha)	%
Canne à Sucre	38	30.40 %	54	55.10 %
Géranium	75	60.00 %	3	3.06 %
Légumes et fleurs	7	5.60 %	28	28.57 %
Prairies	5	4.00 %	13	13.27 %
TOTAL	125	100.00 %	98	100.00 %

EVOLUTION DE LA REPARTITION DES CULTURES



5.2. - Les productions animales

En 1973, un tiers des exploitations possède un petit élevage bovin. En 1984, les productions animales demeurent pour beaucoup des productions de "cour" destinées à l'autoconsommation. Toutefois, 40 % des exploitations possèdent des bovins. Le "grand" élevage (plus de 5 bovins) est lié à la présence de surfaces fourragères; le petit élevage est pratiqué par les exploitations qui possèdent de "grandes" superficies en cannes ou en légumes. La présence de ce petit élevage est un indice du "bon état" de la trésorerie.

VI. LA FAMILLE ET LA GESTION DU TRAVAIL

6.1. - La famille et ses revenus

L'organisation de l'activité agricole et les objectifs qui lui sont assignés dépendent étroitement de la composition des familles.

De plus, les revenus extra-agricoles et la pluriactivité sont partie intégrante du mode de gestion des ressources et des activités de la famille, et influencent l'organisation du système de production.

La composition des familles étudiées est très variable, par conséquent, les besoins en revenu et les disponibilités en main d'oeuvre seront également différents d'une exploitation à l'autre. Cependant, l'âge du chef d'exploitation reste un bon indicateur de la situation familiale ; ainsi la classe des 35-50 ans se distingue des autres par un potentiel de main d'oeuvre familiale important.

Les prestations sociales

La situation familiale intervient également de façon décisive pour le montant des prestations sociales qui dépassent 15.000 F. par an pour 35 % des foyers enquêtés. Les foyers qui n'ont pas ou n'ont plus d'enfants à charge et qui ne touchent pas encore de retraite sont ceux qui reçoivent le moins de prestations sociales.

La pluriactivité

41 % des exploitations disposent de revenus extérieurs liés à une activité régulière d'un membre de la famille. Ces activités sont très diverses : "journées" dans l'agriculture ou le bâtiment, artisanat, taxi, commerce, emploi de maison. La pluriactivité est un phénomène très répandu et la coupure entre secteurs d'activités n'existe pas pour les ruraux.

6.2. - L'organisation du travail agricole

Le travail des épouses sur l'exploitation, au-delà d'un mi-temps, ne concerne que 10 % des exploitants.

L'entraide et le travail salarié temporaire ne semblent pas très répandus (moins d'un quart des exploitations). Toutefois, la main d'oeuvre n'étant généralement pas déclarée, il est difficile d'obtenir une quantification exacte dans ce domaine.

Hormis les véhicules de transport, une seule exploitation est mécanisée ; cette observation est à mettre en relation avec la faible superficie des exploitations de notre échantillon. Il est parfois fait appel à un entrepreneur pour des travaux occasionnels tels que le labour.

VII. TYPOLOGIE D'EVOLUTION DES EXPLOITATIONS

Nous esquissons ici une typologie fondée sur l'évolution des exploitations qui pratiquaient la culture du géranium en 1973. Elle reste évidemment très schématique, car l'évolution des exploitations n'est pas univoque mais au contraire fonction de nombreux paramètres. Ceux relatifs au système de production ou à la structure sont faciles à appréhender, mais d'autres qui touchent aux projets de l'agriculteur, aux opportunités d'emploi le sont beaucoup moins.

Les exploitations qui ont été divisées à l'occasion de ventes ou de successions font souvent exception. Celles dont les chefs sont âgés et sans successeur évoluent le plus souvent vers une agriculture de subsistance.

Les exploitations qui, en 1973, avaient plus de 4 ha de cannes, ont abandonné le géranium et agrandi leur superficie en canne. On a vu que dans ce groupe le colonage reste assez fréquent.

Les micro-exploitations de moins de 1 ha en monoculture de géranium ont, soit disparu, soit abandonné cette production en faveur de la canne ou du maraîchage.

Les exploitations de tailles moyennes (2 à 4 ha) en monoculture de géranium ont disparu, à l'exception de celles en colonage qui se sont maintenues dans une agriculture de subsistance.

Les exploitations de taille moyenne qui, dès 1973, diversifiaient, ont accentué leur diversification. Elles ont vu leur superficie en cultures légumières augmenter. Certaines, dont la superficie a augmenté, possèdent un élevage bovin.

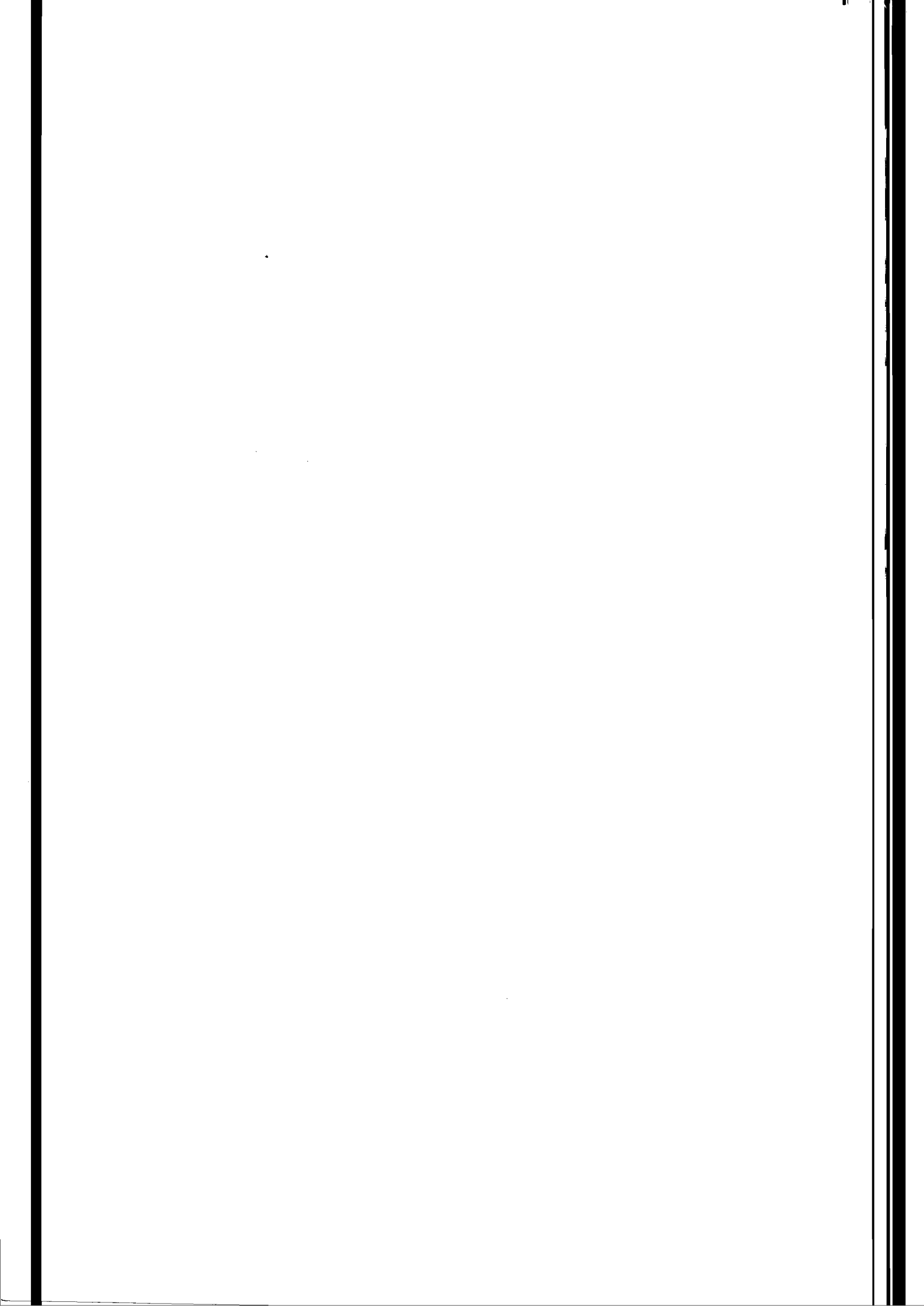
VIII. CONCLUSION

On peut résumer les traits marquants de l'évolution des Hauts du Tampon au cours de ces dix dernières années.

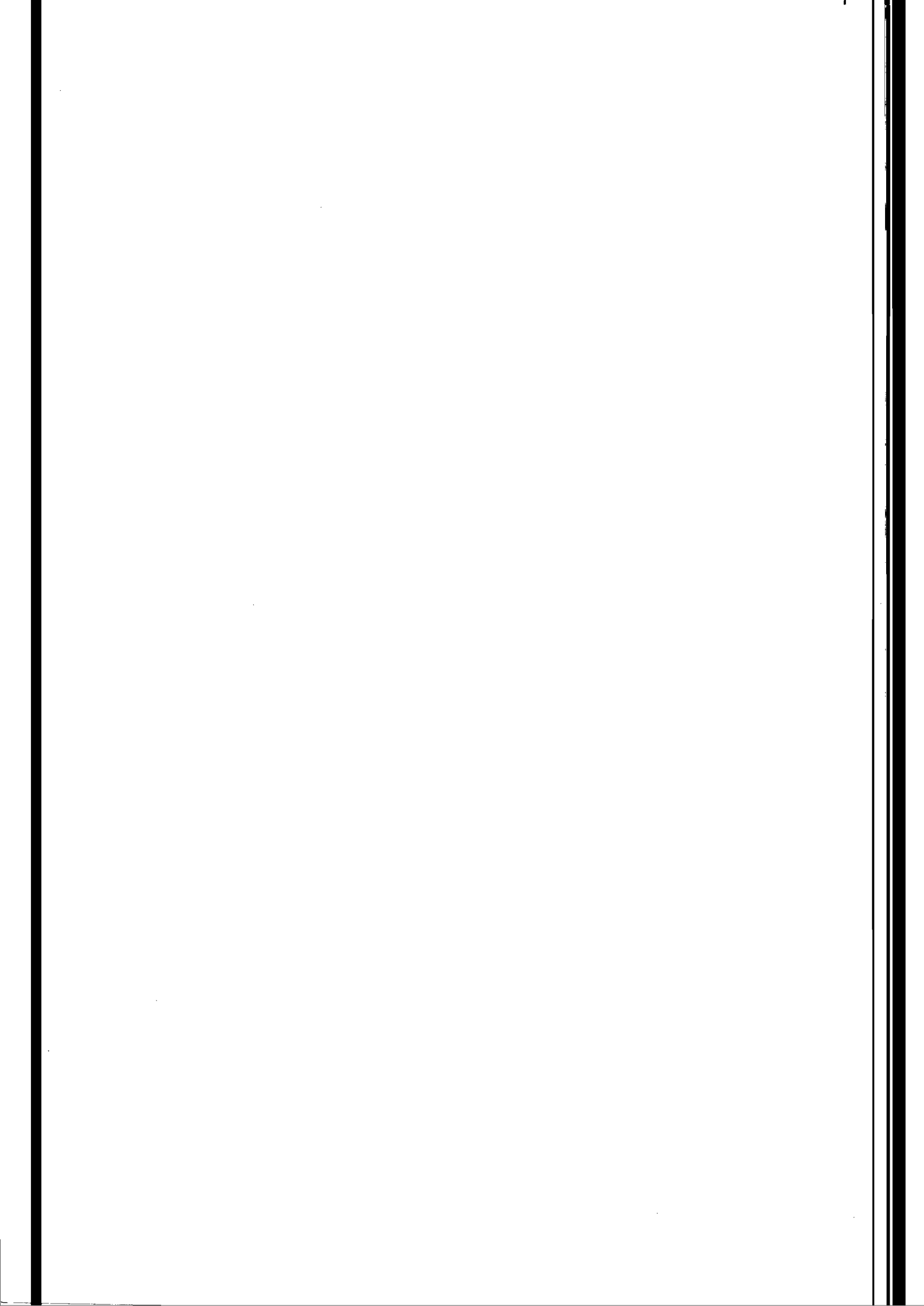
La profonde modification de l'occupation des sols liée à l'abandon du géranium s'accompagne d'autres changements moins visibles dans le paysage. Ainsi, les structures agraires ont été bouleversées par la quasi-disparition du colonage

Cette évolution s'est réalisée sous la contrainte des crises successives du marché du géranium et a été accentuée par la raréfaction des terres qui a entraîné la disparition de la jachère nécessaire à la culture extensive du géranium. Elle a bénéficié de circonstances favorables, en particulier la naissance d'un marché important lié à l'urbanisation, ainsi que la mise en place d'une infrastructure. Enfin, elle a été facilitée par une situation écologique favorable qui laisse une certaine souplesse dans le calendrier cultural.

La nature même de l'activité agricole a été modifiée. Elle a perdu son caractère occasionnel et épisodique pour devenir plus "professionnelle". Une nouvelle agriculture apparaît, occupant le chef d'exploitation à plein temps.



RECHERCHE SYSTEME



STABILISATION ET MAITRISE DE SYSTEMES DE PRODUCTION DIVERSIFIES A BASE DE GERANIUM

L'objectif est de définir des systèmes de production viables et stables pour les Hauts de l'Ouest associant le géranium rosat à des cultures nouvelles.

Les exploitations de la zone sont généralement spécialisées dans la production du géranium, mais le système traditionnel monoculturel tend à se sédentariser sans changement notable d'itinéraire technique. L'abandon de la jachère pose alors de nombreux problèmes agronomiques.

La faible fumure et l'absence de lutte contre l'érosion entraînent une dégradation progressive de la fertilité des sols. De plus, la culture continue conduit à une prolifération des adventices et des dépérissements du géranium qui concourent aussi à la diminution des rendements.

Cependant les cultures intercalaires conservent un statut privilégié auprès de l'agriculteur, bénéficiant toujours exclusivement de la fumure organique disponible.

Le géranium dont la production est adaptée aux structures et pour lequel il existe une filière de commercialisation organisée, à prix garanti, peut devenir le pivot des systèmes de culture plus intensifs dans la mesure où il est intégré dans une rotation culturale et dans un paysage aménagé contre l'érosion. Les systèmes proposés doivent répondre à des exigences différentes, en fonction des contraintes et projets des agriculteurs et de l'évolution des structures (réforme foncière en cours)

I. METHODOLOGIE DES ETUDES

1.1. - Etude de systèmes de culture en grandeur réelle ; tests de paquets technologiques en milieu contrôlé

La mise au point des systèmes de culture comporte une évaluation de différents modèles définis à partir des études thématiques antérieures, ainsi que des enquêtes sur les itinéraires techniques pratiqués et les contraintes et moyens de production rencontrés dans les différents types d'exploitation (Tableau 1).

ITINERAIRES	"TRADITIONNEL"	INTERMEDIAIRE	INTENSIF CONDUIT :	
			EN CULTURE PURE	EN CULTURE ASSOCIEE
Définitions	Agriculture traditionnelle améliorée avec respect des calendriers culturaux	Niveau intermédiaire entre ces extrêmes sur le plan de l'intensification et ayant recours à une entreprise extérieure pour l'implantation des cultures en Mars-Avril (blocages au niveau de la main d'oeuvre)	Agriculture intensive faisant intervenir l'ensemble des recommandations actuellement éprouvées concernant les variétés, la fumure, l'agrotechnie, et une petite mécanisation adaptée permettant un travail minimum du sol.	
Assolements	Rotations du géranium (3 à 4 ans) et de cultures de diversification (haricot, maïs, tabac, pomme de terre pendant 1 à 2 ans)		ou monoculture de géranium intensif	Géranium intensif conduit avec des cultures intercalaires
Précédents culturaux	Géranium rosat en monoculture traditionnelle sédentarisée : système dégradé ayant abouti à un abandon de l'exploitation par son propriétaire.			
Maitrise de l'enherbement	Extirpation manuelle avant chaque cycle de culture	Labour annuel en Mars	Traitement au glyphosate	
Amendements et fumures	<p style="text-align: center;">et minérales</p> Fumures organiques localisées lors de l'implantation des cultures de diversification		Amendements minéraux pour correction des carences Fumure minérale seulement (les apports organiques sont remplacés par le mulch en décomposition.	Fumure minérale seule pour le géranium. Fumures organiques et minérales localisées pour les cultures intercalaires.

TABEAU 1 : DEFINITION DE PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES ITINERAIRES COMPATIBLES AVEC LES SYSTEMES D'EXPLOITATION RENCONTRES ET ETUDIES EN MILIEU CONTROLE

Afin de conduire les recherches dans des conditions représentatives sur le plan agronomique, un terrain situé à Trois-Bassins, abandonné par son propriétaire après culture continue du géranium, a été loué.

Les problèmes agronomiques liés à la sédentarisation du système sont étudiés en grandeur réelle afin d'analyser en fonction de la variabilité du milieu l'influence des itinéraires techniques et en particulier l'action de chaque facteur sur les étapes de l'élaboration du rendement.

Cependant les problèmes pressentis ne se sont pas limités à la réalisation des cultures de diversification après un géranium dégradé : des blocages subsistaient, nécessitant la mise en oeuvre de nouvelles études prioritaires.

1.2. - Etudes thématiques en milieu réel

Diverses recherches thématiques sont réalisées, en milieu réel si possible, selon les mêmes conditions que les différents itinéraires techniques conduits en vraie grandeur, afin de les améliorer, de lever les contraintes spécifiques à chaque système ou de proposer des solutions alternatives en cas d'évolution économique.

Cette expérimentation qui concerne les aspects pour lesquels les solutions à tester sont nombreuses, est réalisée en grande partie chez de jeunes agriculteurs en formation pratique, grâce à une collaboration étroite avec les formateurs de l'Association Pour la Promotion en Milieu Rural.

1.3. - Analyse des facteurs socio-économiques et diffusion de l'innovation

L'expérimentation en milieu semi-contrôlé ne peut prendre en compte ni l'ensemble des contraintes et des spécificités inhérentes à un système d'exploitation (niveau de main d'oeuvre familiale, ressources extérieures, ...), ni la variabilité du milieu.

L'analyse des facteurs agro-économiques et sociaux doit être réalisée au sein de groupes d'agriculteurs représentatifs, grâce à une intervention concertée de la Recherche et du Développement.

Le suivi de ces systèmes de culture ou d'exploitation répond à plusieurs objectifs :

- obtenir des références techniques et économiques en milieu réel et mettre au point des systèmes de cultures susceptibles d'être proposés à l'ensemble des agriculteurs,
- dégager les indicateurs de prise de décision et élaborer des outils pédagogiques sur lesquels peuvent s'appuyer les services du développement,

- tester dans le cadre d'exploitations représentatives les innovations susceptibles d'améliorer le résultat global du système et analyser leurs modalités d'intégration et leurs transformations éventuelles par les agriculteurs.

ITINERAIRE TECHNIQUE		FUMURE LOCALISEE POUR LE HARICOT	EMPLACEMENT	NBRE DE GOUSSES PAR PLANTE	POIDS DE GRAIN PAR GOUSSE en g	POIDS DE GRAIN PAR PLANTE en g	DENSITE EN MILLIERS DE PLANTES/HA en g	RENDEMENT en q PAR HA
Intermédiaire avec labour en Mars		40-80-80+5 t par ha de composte de géranium	Erodé	2,4	1,2	2,9	98	2,8
			Peu érodé	5,0	1,9	9,4	99	9,3
Intensif avec travail minimum du sol	Culture pure	60-120-120	Erodé Peu érodé	2,1 4,9	1,4 2,5	2,8 8,6	93 144	2,6 12,4
	Culture associée au géranium	25-50-50 + 3 t par ha de compost de géranium	Erodé Peu érodé	5,6 6,3	2,0 2,2	11,0 13,8	44 46	4,8 6,3

TABLEAU 2 : Interaction entre l'état structural et l'itinéraire technique sur les composantes du rendement (Trois-Bassins, 1985)

Les productions sont exprimées en grammes ou en quintaux de grains à 17 % d'humidité. Les observations sont réalisées sur 10 rangées de 10 m linéaires. Pendant ce cycle, la densité du géranium associé au haricot est proche de 40.000 plantes par ha et sa fertilisation est de 100 unités d'azote, 80 d'acide phosphorique et 160 de potasse par ha.

Le suivi hydrique réalisé sous géranium met en évidence le fonctionnement profond du sol. L'assèchement de cet horizon suit une dynamique plus lente que celui de surface à forte densité racinaire. La dessiccation n'y est jamais importante et, étant donné la faible demande évaporative en période sèche mais froide (2 à 3 mm par jour), le rôle de cet apport d'eau qui s'ajoute aux précipitations occultes n'est pas à négliger.

Des tests simples, démultipliés par le développement, sont mis en place dans l'ensemble de la zone sur différents types d'exploitation. Les techniques adoptées peuvent alors être proposées aux agriculteurs de situation comparable, permettant ainsi de moduler les thèmes vulgarisés en fonction des besoins réels des exploitants.

II. RESULTATS

2.1. - Conditions pédoclimatiques et bilans hydriques

Les sols de la zone, du type andosol désaturé, sont généralement acides et fréquemment carencés en potassium, magnésium et phosphore. Par contre, leurs propriétés physiques sont bonnes, en particulier pour leur horizon de surface à structure grumeleuse. Mais la culture de plantes sarclées, telles que le géranium, en l'absence d'une protection antiérosive efficace, conduit au décapage de cet horizon humifère. Les matériaux sous-jacents, à structure continue présentent des caractéristiques médiocres et sont très peu exploités par les racines.

Le développement des plantes, étroitement lié à l'état structural du sol, est très hétérogène. Dans les zones érodées, les rendements restent très faibles quelle que soit la culture, sauf si l'itinéraire technique mis en oeuvre est proche du traditionnel. Ainsi, seule une implantation avec travail minimum du sol et apport localisé de matière organique, permet d'obtenir, dans ces conditions, des productions quasiment équivalentes à celles des parties moins érodées (résultats quantifiés dans le Tableau 2 pour le haricot).

2.2. - Contrôle des adventices

Traditionnellement pendant la période cyclonique, correspondant au deuxième cycle cultural annuel, la plupart des parcelles sont laissées enherbées. Il apparaît en effet impossible de maîtriser les adventices sur des surfaces significatives par de simples sarclages. Mais ce réenvahissement cyclique contribue à accélérer le processus de dégradation du système, aboutissant au retour de la jachère de longue durée. Ainsi, un an après la reprise d'un géranium abandonné, la pression des adventices est aussi forte qu'après une friche, même après culture continue.

Le labour bien versé permet de ralentir l'infestation de la parcelle, en particulier par *Phalaris arundinacea* et *Oxalis* sp. Par contre, *Raphanus raphanistrum* devient prédominant dès qu'un outil provoque un émiettement superficiel du sol. Cette localisation préférentielle des adventices dans les lignes diminue alors l'intérêt des binages mécaniques.

Les herbicides de post-semis et de prélevée ont une efficacité limitée qui dépend non seulement de la matière active et des résistances éventuelles des adventices, mais surtout de leurs conditions d'application.

Leur action est diminuée en condition sèche (semis trop tardif du premier cycle annuel ou précoces du second), en particulier pour l'atrazine, ou en présence d'un mulch hétérogène en semis direct.

Quelques combinaisons de techniques donnent satisfaction dans l'état actuel de nos connaissances pour des cultures installées après un géranium dégradé :

- . **sur géranium** : sarclage en Mars permettant l'enfouissement de la fertilisation, puis atrazine en hivers après une pluie (rémanence 2 mois et demi), et diuron en été (rémanence 2 mois). La nécessité de traiter sur sol humide conduit souvent à associer un herbicide de post-levée, le paraquat, et à transformer la méthode de coupe (dégagement de l'interligne pour les tire-sèves) ;
- . **sur pomme de terre** : linuron ou métribuzine lors du buttage après labour (premier cycle) ou plantation directe ;
- . **sur l'association pomme de terre-géranium** : métribuzine lors du buttage associé à la plantation du géranium ;
- . **sur tabac** : métobromuron après labour,
- . **sur maïs** : atrazine + metolachlor après semis direct, en condition humide.

2.3. - Temps de travaux

La mise en place de cultures après un géranium dégradé conduit à des besoins en main-d'oeuvre considérables en première année, mais qui diminuent très nettement ensuite.

Cette réduction, qui incombe essentiellement au temps de sarclage, est liée à un meilleur contrôle des adventices (Tableau 3) et se situe principalement pendant les périodes de pointe de travail (plantation ou lors du premier desherbage d'entretien qui peut alors être retardé).

ITINERAIRE TECHNIQUE	TEMPS CONSACRE AU DESHERBAGE EN JOURNEES PAR HA	
	Après un géranium dégradé (ex : 1er cycle 84)	Après une culture de diversification (2ème cycle 84 ou 1er de 85)
Niveau manuel	150 à 170	60 à 100
Niveau intermédiaire labouré (mais sans herbicide de prélevée des adventices)	50 à 70 (+ 50 de reprise manuelle du labour)	20 à 30
Niveau intensif (avec herbicide de prélevée et de post levée des adventices)	40	10 à 15

TABEAU 3 : Temps moyens de travaux consacrés aux desherbages des cultures diversification (haricot, pomme de terre, tabac, maïs) en fonction du type de précédent cultural et des itinéraires techniques (Trois-Bassins)

Les différences de temps de sarclage entre cultures sont moins importantes : elles représentent une dizaine de journées par hectare de plus pour le tabac et le haricot que pour la pomme de terre et le maïs. Le géranium en culture pure intensive nécessite, comme les plantes salissantes, environ 30 jours par ha tous les six mois, consacrés à la lutte contre les adventices.

Dans le cas d'une succession culturale sans jachère, le précédent a une influence prépondérante sur la nature et le développement de la flore donc sur la possibilité de retarder les sarclages, alors qu'il influe beaucoup moins sur les temps de travaux nécessaires à la lutte contre les adventices.

L'implantation du haricot en intercalaire de géranium installé induit un surcroît de travail de 30 jours par ha par rapport au géranium pur, cette durée étant très inférieure à celle d'une culture pure de haricot.

2.4. - Calage des cycles culturaux dans les systèmes

2.4.1. - Le haricot

Pour le haricot, l'influence du décalage du cycle est prépondérante. Ainsi, les rendements chutent considérablement pour des semis effectués après la fin du mois de Mars, et cette période constitue la date limite d'implantation (Tableau 4).

IRRIGATION D'APPOINT	SANS		20 MM AU STADE REMPLEISSAGE DES GOUSSES	
	RENDEMENT/PLANTE en g	PRODUCTION EN Qx par ha	RENDEMENT/PLANTE en g	PRODUCTION EN Qx par ha
29 Mars	5,7 a	9,5 x	6,3 a	11,0 x
16 Avril	2,3 b	3,5 y	2,3 b	3,5 y
30 Avril	2,6 b	2,5 y	2,5 b	2,5 y

TABEAU 4 : Influence du décalage du cycle sur le rendement du haricot sans travail du sol (Colimaçons, altitude 870 m, 1985).

Les productions sont indiquées en grammes ou quintaux de grain à 17 % d'humidité.

La dose d'irrigation d'appoint appliquée au stade critique de la plante a été fixée à 20 mm pour être compatible avec la capacité des retenues d'eau disponibles chez les agriculteurs.

Selon le test de NEWMAN et KEULS les rendements affectés de la même lettre ne diffèrent pas au seuil 1 % (C.V. respectifs 29 et 28 %, E.T.M. : 0,(" et 0,75).

2.4.2. - La Pomme de terre

Deux périodes principales de culture peuvent être distinguées : un premier cycle annuel avec plantation en Mars-Avril à partir de plants introduits de Métropole et un deuxième avec plantation en Septembre-Octobre à partir de plants issus de la récolte du premier cycle.

Les essais variétaux et enquêtes montrent que le degré d'incubation des plants a une influence prépondérante sur le rendement du premier cycle. Ainsi, la variété Rézy à incubation rapide doit être réservée aux plantations précoces et Claustar à incubation plus lente aux tardives. Les contraintes deviennent plus fortes au second cycle car de fortes attaques de mildiou sont à craindre en fin de végétation.

2.4.3. - Le Tabac

Seules les plantations précoces permettent de réaliser la culture dans de bonnes conditions : les rendements peuvent être affectés par un repiquage tardif, mais surtout les pertes augmentent sensiblement à la récolte en raison de la pluviométrie et de l'humidité.

2.4.4. - Le Maïs

La période de semis du maïs s'échelonne traditionnellement de Novembre à fin Janvier et l'implantation manuelle de la culture suivante, notamment du haricot, peut être effectuée avant la récolte, en intercalaire. Mais dans les itinéraires intensifs testés, le maïs, pour lequel la marge brute espérée est faible, est considéré comme une culture dérobée dont la récolte doit intervenir en Mars au plus tard afin de permettre les opérations mécanisées du premier cycle annuel. Dans ces conditions, le semis ne pouvant intervenir avant Octobre, seules des variétés à cycle court peuvent convenir (actuellement IRAT 143 et Tocumen (1) 7931) les écotypes locaux étant trop tardifs.

2.5. - Les rendements

Lors de la mise en place des cultures après un géranium dégradé, l'importance des temps de travaux peut entraîner un retard préjudiciable aux rendements confirmant ainsi la nécessité de rechercher une réduction de ces travaux par une mécanisation adaptée. Mais l'influence du mode de préparation du terrain varie selon les espèces.

Le tabac, à système racinaire très développé et pivotant, apparaît sensible au travail du sol. Ainsi, grâce à une meilleure exploitation du profil, le labour permet un gain de rendement d'un tiers environ.

Par contre, pour le haricot, la plantation traditionnelle au trou, donc avec un travail minimum du sol, et un apport localisé d'engrais et de matière organique, semble satisfaisante, même en zone érodée (Tableau 2).

Ces restitutions de compost de géranium augmentent aussi les rendements dans des sols non décapés et bien pourvus en éléments majeurs (Tableau 5). Cette technique permettrait donc à l'agriculteur de régulariser les productions de la plupart de ses cultures, de les stabiliser malgré les incertitudes climatiques et la variabilité de la fertilité de ses sols.

AZOTE	20 UNITES	40 UNITES	60 UNITES	20 UNITES PAR HA ET INOCULATION	MOYENNE
FUMURE ORGANIQUE	PAR HA	PAR HA	PAR HA		
Sans	7,7	9,1	9,1	7,9	8,5 y
5 t par ha de compost de géranium localisé	8,2	10,8	10,4	8,5	9,5 x
Moyenne	8,0 b	9,9 a	9,8 a	8,2 b	9,0

TABLEAU 5 : Influence de la fumure organique et des apports croissants d'azote ou de l'inoculation par une souche de *Rhizobium* sur le rendement du haricot Marlat exprimé en qx par ha à 17 % d'humidité (Moyennes de deux essais réalisés chez des agriculteurs à 900 m d'altitude, 1985).

Selon de test de NEWMAN et KEULS, les rendements affectés de la même lettre ne diffèrent pas au seuil 5 % (coefficient de variation : 18 %, Ecart type de la moyenne : 0,67).

La densité constitue le deuxième facteur limitant du rendement du haricot en culture pure. Elle est très sensiblement affectée par :

- le ravinement des parcelles après labour,
- l'inadaptation du semoir de semis direct, en particulier au mulch laissé par le maïs,
- la phytotoxicité du lindane dans le traitement des semences.

Par contre, malgré de faibles densités, les rendements du haricot en intercalaire de géranium sont presque équivalents à ceux d'une culture pure, et ne semblent pas affecter le développement du géranium.

dépend : La production de tubercules de **pomme de terre** commercialisables

- de la qualité des plants importés et surtout de leur degré d'incubation,
- du travail du sol, en particulier de l'action asséchante d'un labour tardif,
- du contrôle des maladies (mildiou en saison cyclonique).

Les rendements du **maïs** sont faibles en raison de la baisse de densité entre le semis et la récolte (plus de la moitié de plants manquants) et du faible nombre d'épis fertiles par plante (forte attaque de noctuelles, de borers foreurs des tiges et dépressions cycloniques).

La productivité du **géranium** est liée au maintien de la densité optimale pendant la saison cyclonique. Après un géranium abandonné, la mortalité des plantes est due à plusieurs agents pathogènes (flétrissement bactérien, pourridiés...) et accentuée par la concurrence avec les adventices.

2.6. - Marges par culture et rémunération de la journée de travail

L'augmentation des rendements et la baisse des temps de travaux permettent d'obtenir un solde positif pour toutes les cultures dès la deuxième année de restauration d'un système dégradé. Cependant, des gains de productivité importants sont encore indispensables pour permettre une rémunération du travail jugée minimale de 80 F. par journée. La mécanisation et l'accroissement des intrants "fragilisent" les systèmes de culture lorsque des problèmes climatiques ou d'implantation apparaissent.

Ainsi, il apparaît difficile de valoriser les itinéraires mécanisés avec le maïs ou le haricot, contrairement à la pomme de terre, dans la mesure où la mécanisation ne conduit pas à une augmentation de leur densité à la récolte. Par contre, la pomme de terre est soumise à de grandes fluctuations de prix et nécessite une bonne technicité en second cycle (mildiou).

Le tabac permet d'obtenir un solde positif, quels que soient les itinéraires techniques, même dans de mauvaises conditions. La stabilité d'un marché aux débouchés garantis conduit à une très bonne rémunération du travail sans risques majeurs pour l'agriculteur.

En ce qui concerne le géranium, il apparaît incontestable de développer les systèmes de cultures associées, dans la mesure où un herbicide de prélevé des adventices permet de contrôler l'enherbement.

III. CONSEQUENCES POUR LE DEVELOPPEMENT : LES SYSTEMES DE CULTURES VULGARISABLES

Après un géranium, deux systèmes de culture peuvent être proposés aux agriculteurs selon leur structure d'exploitation, leurs contraintes et la disponibilité en main d'oeuvre :

- Lorsque la surface est limitée et la main d'oeuvre abondante, l'intensification du géranium et des cultures intercalaires devrait permettre de construire les systèmes les plus performants agronomiquement et pour lesquels nous pouvons estimer que les marges seront les plus élevées. Cependant, les itinéraires traditionnels doivent être améliorés par des traitements phytosanitaires indispensables (anthracnose du géranium, mildiou de la pomme de terre,...). Des herbicides compatibles avec le géranium et la plupart des cultures intercalaires peuvent être proposés pour surmonter les problèmes de pointes de travaux.

Mais le développement des maladies sur géranium (flétrissement bactérien, pourridié) exigent l'introduction d'une rotation avec une culture de canne ou des cultures vivrières pures. Certains agriculteurs réalisent cette rotation au sein même de la parcelle en replantant du géranium à la place de certaines lignes d'intercalaires, mais nous ne pouvons pas encore juger de l'influence de cet assolement au niveau du dépérissement du géranium.

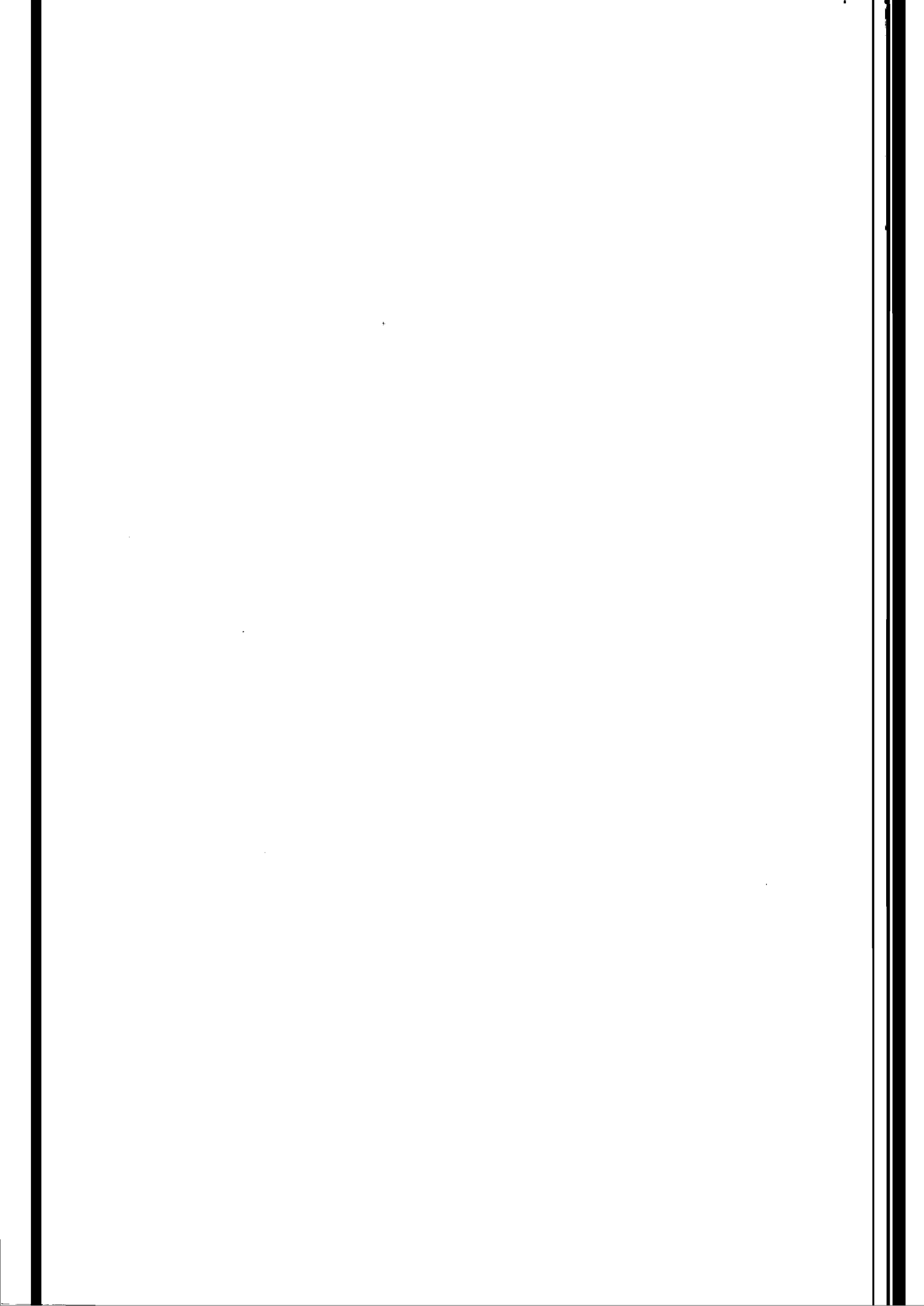
- Lorsque le foncier est moins limitant, la rotation cultures vivrières ou industrielle avec le géranium est à privilégier, en particulier :

- * la pomme de terre en tête d'assolement,
- * le tabac valorisant au mieux la main-d'oeuvre sous employée en hiver,
- * le haricot, dont les nouvelles variétés plus productives et la récolte en demi-sec peuvent accroître considérablement les marges.

Bibliographie

- C.I.R.A.D., 1985 : Notes sur les principales cultures des Hauts sous le Vent.
Doc. IRAT-REUNION, 118 p.
- C.I.R.A.D., 1985 : Bilan de la Recherche Système dans les Hauts de l'Ouest de la Réunion.
Journées du 25 au 27 Novembre. Doc. IRAT-REUNION, 365 p.
- GARIN (P.), 1986 : Systèmes de culture et itinéraires techniques dans les exploitations à base de géranium dans les Hauts de l'Ouest de la Réunion.
A paraître dans l'Agronomie Tropicale, 23 p.
- I.R.A.T.-REUNION, 1983 : Etude des systèmes de production des exploitations à géranium des Hauts de l'Ouest.
Rapport Annuel, p. 193-198.
- I.R.A.T.-REUNION, 1984 : Recherche Système.
Rapport Annuel, p. 177-187.
- MICHELLON (R.), BRIDIER (B.), 1986 : Evolution d'un programme de recherche sur les systèmes d'exploitation des Hauts de l'Ouest de la Réunion : d'une démarche descendante à une approche ascendante.
A paraître dans l'Agronomie Tropicale, 26 p.

VISITES, MISSIONS
ET
ACTIVITES DE FORMATION



VISITES, MISSIONS
ET
ACTIVITES DE FORMATION

L'activité de l'IRAT-REUNION se développe dans le cadre d'un réseau de relations scientifiques et administratives, tant dans la zone de l'Océan Indien qu'avec les centrales métropolitaines. De nombreuses visites ou missions ont été accueillies dans ce cadre. De même, les chercheurs de l'IRAT-REUNION participent régulièrement à des missions, colloques et réunions.

Nous nous bornerons à l'énumération des activités les plus marquantes dans ce champ d'activité :

1. VISITES ET MISSIONS RECUES A L'IRAT-REUNION

JANVIER

. M. GAUTER

Fontionnaire au Ministère de l'Agriculture
Direction Générale de l'Enseignement et de la Recherche
Mission d'appui sur la formation et la vulgarisation dans
le monde rural.

. M. DEVILLE

Mauritius Sugar Research Institute - Ile Maurice
Visite d'information sur l'organisation et l'activité
du Laboratoire d'analyses de sols et plantes.

MARS

. MM. BOUCHET, GACHON, MARCHOUX et POISSON

Chercheurs à l'I.N.R.A.

Mission d'audit scientifique sur les activités de
l'I.R.A.T.

AVRIL

- . M. de PELLET

Secrétaire Général du FIDAR

Visite d'information sur l'action de la recherche dans le secteur de l'Aménagement des Hauts de l'Ile.

- . MM. RANDRIAMAROTTA et RANDRIANAIVO

Chercheurs au FOFIFA (Madagascar)

- . MM. NOUREDINE KELDI et Fabrice DREYFUS

du Centre Fédéral d'Appui au Développement (CEFADER)
Ministère de l'Agriculture République Islamique des Comores

Participation à l'Atelier de travail sur la Recherche-Développement organisé par le CIRAD-REUNION

MAI

- . M. le Professeur SERVAT

Chaire d'Agronomie - ENSA de Montpellier

Mission d'étude et encadrement de la thèse de M. VAKSMANN réalisée à l'IRAT-REUNION sur l'évolution des bilans hydriques et minéraux des sols sous canne à sucre

- . M. POMMERET

Adjoint au responsable de la Mission de Coordination et de Liaison des DOM-TOM
Ministère de l'Agriculture

Visite d'information sur l'activité de l'IRAT.

JUIN

- . M. ROBERT

Ingénieur de Recherche à la Station de Zoologie de l'INRA La Minière

Mission de collaboration sur les recherches en lutte biologique contre *Hoplochelus marginalis*.

JUILLET

. MM. BROSSIER et MARSHALL

respectivement Chercheurs à l'INRA-SAD de Dijon
et à l'INRAP

Mission d'étude et d'appui sur l'analyse du
fonctionnement des systèmes de production dans
les Hauts.

. Monsieur le Secrétaire d'Etat aux Départements et
Territoires d'Outre-Mer

Visite des actions de Recherche Systèmes dans les
Hauts de l'Ouest.

SEPTEMBRE

. M. POLY

Président du CIRAD et de l'INRA

Mission de contact avec le dispositif de recherche
de la REUNION et signature du Contrat de Plan
Particulier Recherche Agronomique.

OCTOBRE

. Mme RAKOTOVOA

Directrice au Ministère de la Recherche Scientifique
et Technique et du Développement
République de MADAGASCAR

Visite de concertation entre le CIRAD et l'Université
de Madagascar sur les recherches dans le secteur des
Plantes à Parfums.

. M. PEYRON

Président du Syndicat des Techniciens de la
Parfumerie

Mission de contact et de conseil sur les recherches
"Plantes à Parfums".

. M. SCHEIBER

Délégué des Communautés Européennes pour l'Ile
Maurice, les Comores et les Seychelles

Prise de contact avec le dispositif de recherches
agronomiques de la REUNION et examen des possibi-
lités d'appui aux îles environnantes.

NOVEMBRE

- . Monsieur le Ministre de la Recherche Scientifique et Technique et du Développement
République de Madagascar

Visite des installations de l'IRAT et examen des programmes de recherche.

- . M. TURENNE

Ministère de la Recherche et de la Technologie
Secrétaire de la CORDET

- . M. DOLLFUS

Professeur à l'Université de PARIS VII
Membre de la CORDET

Participation à l'atelier "Bilan des recherches-systèmes des Hauts de l'Ouest : 1981-1985".

- . M. GELAW

Directeur Régional Afrique de l'Est du CIMMYT
Mission de contact avec l'équipe "Sélection contre les viroses du maïs".

DECEMBRE

- . MM. JARRIGE, MANSAT, SALETTE et VIVIER

Chercheurs à l'INRA

Mission d'étude sur l'élevage bovin réunionnais et proposition d'un programme intégré de recherches.

2. MISSIONS ET COLLOQUES AUXQUELS ONT PARTICIPE LES CHERCHEURS DE L'I.R.A.T.

- . P.F. CHABALIER

- . Mission à l'Ile Maurice - MSIRI (Avril 85)

- visite des laboratoires d'Agronomie et des sites d'expérimentation

- concertation sur les programmes de recherche.

- . Participation au Congrès de la Société de Techniciens Agricoles et Sucriers de l'Ile Maurice (Octobre 85).

. F. DEMARNE

- . Mission d'étude et de prospection sur les Pelargonium à parfum et le büchu Afrique du Sud - Université de Prétoria et Stellenbosch (Octobre 85).
- . Mission à l'Ile Maurice Participation au Comité de Collaboration Agricole Inter-îles (Réunion-Maurice-Madagascar-Comores) COCOLAG (Novembre 85).

. E. BONNEL

- . Mission aux Iles Hawaï Etude des méthodes de sélection de l'HSPA et visite des stations (Décembre 85).

. J.P. PEROS

- . Mission à l'Ile Maurice - MSIRI (Février 85)
 - information sur les méthodes de criblage vis-à-vis des maladies, utilisées à Maurice
 - discussion sur les essais communs MSIRI/CERF/IRAT pour l'étude de la variabilité de l'agent de la gommose.

. R. MICHELLON

- . Mission d'étude sur les cultures maraîchères à Taïwan et stage au Taïwan Agricultural Research Institute et à l'Asian Vegatable Research and Development Center (A.V.R.D.C.) (Mi-Janvier - Mi-Mars 85).
- . Atelier de coordination du programme maraîcher de l'IRAT - Montpellier (Juillet 85)

. B. VERCAMBRE

- . Missions d'étude sur la situation de Clemora à l'Ile Maurice
 - étude du "modèle" d'équilibre biologique
 - recherche d'entomophages et d'entomopathogènes transférables sur Hoplochelus(Mai - Juin et Décembre 85).

TABLE DES MATIERES

- PREAMBULE	5
- INTRODUCTION	9
- EFFECTIF DES CADRES AU 31 DECEMBRE 1985	13
- AGRO-PEDOLOGIE	17
- IRRIGATION - BIOCLIMATOLOGIE	37
- CANNE A SUCRE	
. Lutte contre les insectes ravageurs	65
. Nutrition minérale	83
. Pathologie	105
. Amélioration variétale	113
- CULTURES MARAICHIERES	
. Agronomie	119
. Pathologie	123
- MAIS	
. Sélection	131
. Pathologie	145
- GERANIUM	151
- PRODUCTIONS FOURRAGERES	165
- INSECTES DES CULTURES FRUITIERES	173
- AGRO-ECONOMIE	193
- RECHERCHE-SYSTEME	203
- VISITES, MISSIONS ET ACTIVITES DE FORMATION	217

NOUVELLE IMPRIMERIE DIONYSIENNE
5, rue Labourdonnais - St-Denis
Ile de la Réunion
Dépôt légal n° 80 - Octobre 1986