

Mise en évidence des dégâts causés par *Polyphagotarsonemus latus* (BANKS) sur papayer à l'île de la Réunion.

B. AUBERT, P. LOSSOIS et J. MARCHAL*
avec la collaboration de J. RABAUD et P. de BOISVILLIERS

MISE EN EVIDENCE DES DEGATS CAUSES PAR
POLYPHAGOTARSONEMUS LATUS BANKS SUR PAPAYER
A L'ILE DE LA REUNION

B. AUBERT, P. LOSSOIS et J. MARCHAL (IRFA)
avec la collaboration de J. RABAUD et P. de BOISVILLIERS
Fruits, Jan. 1981, vol. 36, n° 1, p. 9-24.

RESUME - Au cours de ces dernières années, plusieurs essais de mise en culture de variétés hawaïennes, australiennes ou chinoises de papayers ont été confrontés à un grave problème de dépérissement. L'étude étiologique orientée vers des causes de nature physiologique ou infectieuse n'a pas donné de résultats positifs. Il est apparu que les dégâts occasionnés au papayer étaient dus à de sévères attaques de *Polyphagotarsonemus latus* BANKS sans que l'on puisse incriminer d'agent pathogène particulier vis-à-vis duquel cet acarien jouerait un rôle de vecteur. L'étude épidémiologique en champs a montré que la dissémination de l'acariose était favorisée par l'action du vent.

INTRODUCTION

En 1973, l'un des auteurs réceptionnait les premières graines de papayers hawaïens envoyées sur sa demande par l'Université d'Honolulu. Quatre lignées étaient installées en collection à la station expérimentale de Bassin-Martin : 'Solo 8' - 'Sunrise' - 'Waimanalo' et 'Commercial', auxquelles venaient s'ajouter en 1975, 'Higgins' et 'Wilder'. En 1977, des graines de la variété chinoise 'Lin Rang' étaient

introduites, suivies en 1979 de la variété 'Tailong 3' de même origine. Enfin en 1979, deux autres nouvelles variétés étaient mises à l'étude : 'Kariba' originaire du Zimbabwe, et 'KW2OP' originaire d'Australie.

Les observations effectuées jusqu'ici ont montré que toutes ces variétés étaient, à des degrés divers, sensibles aux attaques de l'acarien tarsonème *Polyphagotarsonemus latus* BANKS, et que ces attaques pouvaient perturber notablement la croissance de la plante. La variété 'Colombo' d'introduction ancienne dans l'île, ne fait pas exception à cette règle puisque RIVALS, dès 1960, mentionnait déjà une anomalie de croissance sur ce cultivar.

Il est à noter que les dégâts occasionnés par cet acarien ont été signalés sur papayer dans divers pays du monde, dont l'archipel des Hawaï (BEER, 1954) et le Brésil (VILARDEBO, comm. pers.).

* - B. AUBERT et J. RABAUD - Service de Virologie Bactériologie - IRFA-Réunion - B.P. 180 - 97455 Saint Pierre Cedex (Réunion)
P. LOSSOIS - Service de Biométrie IRFA-GERDAT - B.P. 5035 - 34032 Montpellier Cedex (France)
J. MARCHAL - Laboratoire de Physiologie végétale IRFA-GERDAT - B.P. 5035 - 34032 Montpellier Cedex (France)
P. de BOISVILLIERS - UTP de Bassin Plat, IRFA Réunion
B.P. 180 - 97455 Saint Pierre Cedex (Réunion).

A la Réunion toutefois, elles revêtent un caractère d'exceptionnelle gravité. VILARDEBO en 1978 attirait l'attention sur cette acariose, et HUGON (1979) rencontrait de sérieuses difficultés à la maîtriser en champs, même avec de fréquentes applications de cyhéxatine sur les sujets n'ayant pas encore atteint le stade de la récolte, ou de dicofol et de soufre mouillable sur les plants adultes. D'autres tentatives de traitement à base de chinométhionate de benzoximate ou d'endosulfan sont en cours.

Dans ce qui suit, nous exposerons les travaux mis en oeuvre pour vérifier la présence éventuelle d'autres causes susceptibles de provoquer également un dépérissement du papayer. Ceci afin d'éviter toute confusion dans l'estimation réelle des dommages occasionnés par cet acarien.

En effet, outre la carence en bore qui entraîne une réduction et une distorsion du limbe autour de la nervure, on connaît au moins deux mycoplasmoses capables d'induire des symptômes de dégénérescence analogues, ainsi que plusieurs maladies à virus transmises soit par aleurodes, par pucerons ou par thrips (FROSSARD, 1969).

Après avoir inventorié, sans résultats probants, des causes de nature physiologique ou infectieuse, nous sommes arrivés à la conclusion que la dégénérescence du papayer à la Réunion était associée pour une très large part aux attaques de *P. latus*. Les recherches engagées nous ont conduits dans un premier temps à étudier la symptomatologie et l'étiologie de cette acariose, et dans un deuxième temps, son épidémiologie.

Première partie

SYMPTOMATOLOGIE ET ETIOLOGIE

A) Description des symptômes et description du ravageur.

Les premiers symptômes de l'acariose du papayer se manifestent sur les jeunes feuilles du bouquet terminal. La population de *P. latus* s'installe à partir de quelques adultes transportés par le vent. Elle envahit rapidement les nouveaux organes foliaires qui se trouvent alors en pleine phase de croissance. Au bout de quelques semaines, les altérations de l'épiderme provoquées par les nombreuses piqûres, rendent les tissus du limbe impropres à subvenir aux besoins alimentaires de la colonie. Il y a en conséquence régression jusqu'à disparition complète de toute la population. D'autres attaques pourront éventuellement se produire lors des reprises de croissance au cours desquelles de nouvelles feuilles seront émises. Toutefois, les dommages occasionnés par le ravageur, bien que passagers, se répercuteront de façon sensible sur le développement de la plante.

Les différents types de symptômes.

Lors des observations sur le terrain, nous avons retenu plusieurs étapes dans la symptomatologie de cette acariose. Tout d'abord, les symptômes de type A apparaissent lorsque

le limbe, ayant à peine atteint la dimension de 1 cm de long, se recroqueville et prend une couleur vert-pâle. Sur la planche I, photo 1, sont présentées côte à côte une pousse saine et une pousse malade. En l'absence d'attaque, les limbes encore flasques prennent un port retombant, les plus âgés entourant et cachant les plus jeunes. Dans le cas contraire, les tissus du limbe s'épaississent et se subérifient, pour donner en guise de feuille, un moignon de la forme d'une «patte d'oie».

Si l'attaque intervient sur des feuilles un peu plus âgées, le développement des tissus du limbe reste limité à une étroite bande située de part et d'autre de la nervure centrale, donnant ainsi le symptôme de type B (planche I, photo 2). On peut aussi observer un gaufrage prononcé de certains organes foliaires qui avaient presque atteint leur taille normale au moment de l'infestation (planche I, photo 3) : il s'agit du symptôme de type C.

Selon la gravité des attaques il est possible de retrouver, sur un même plant, une ou plusieurs de ces différentes manifestations de la maladie.

Par ailleurs, l'arrêt de fonctionnement du méristème terminal, qui, à chaque infestation, se prolonge pendant plusieurs semaines, voire plusieurs mois, s'accompagne à la longue d'un dégarnissement du bouquet foliaire. Cette réduction de la frondaison a pour conséquence d'exposer les fruits aux coups de soleil : symptôme de type D (planche I, photo 4). Enfin le type E est atteint lorsque le méristème terminal s'étant nécrosé, une pourriture gagne le sommet et se propage le long de la tige (planche I, photo 5).

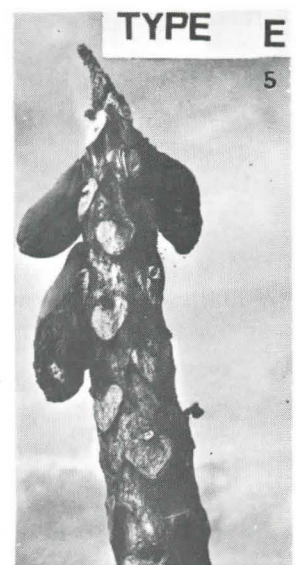
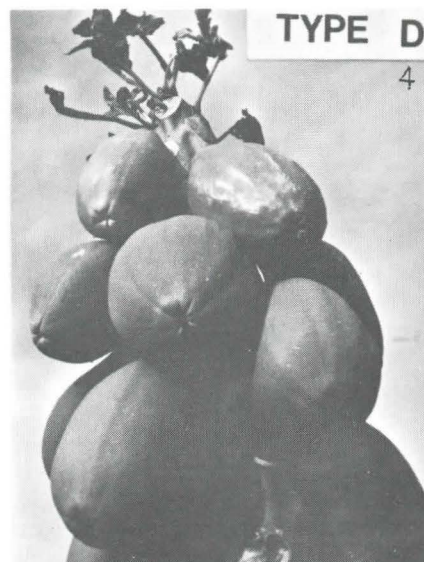
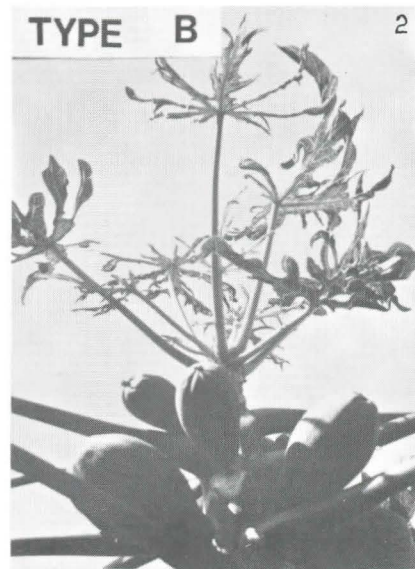
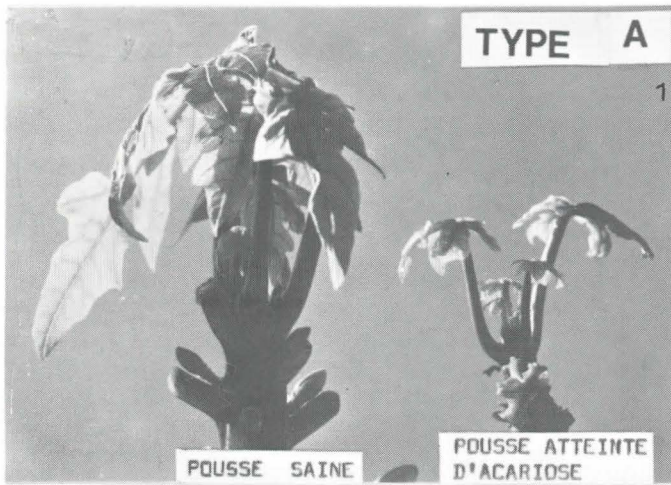
Le tronc disséqué dans le sens longitudinal montre à chaque arrêt de croissance un comblement du coeur par un tissu blanc et dur (planche II, photo 1). On constate d'ailleurs à ce niveau un renflement de la tige (planche II, photos 2 et 3).

Description et identification de Polyphagotarsonemus latus (BANKS).

A la face inférieure des jeunes feuilles infestées, on observe toujours d'abondantes populations de *P. latus*. Lors de plusieurs dénombrements effectués à différentes périodes de l'année, on a trouvé entre 4 et 6 adultes et 13 à 16 larves ou oeufs par mm² de surface foliaire. Cet acarien, qui appartient à la famille des *Tarsonemidae*, est invisible à l'oeil nu. Tout juste peut-il apparaître à un observateur exercé, sous l'aspect d'une fine poudre blanche. Sous la loupe binoculaire, il présente une certaine transparence et offre des reflets couleur paille, ou plus souvent blanc argenté (planche III, photo 3). D'où le nom de «silver-mite» que lui ont donné certains auteurs anglo-saxons qui le désignent aussi sous l'appellation de «broad-mite».

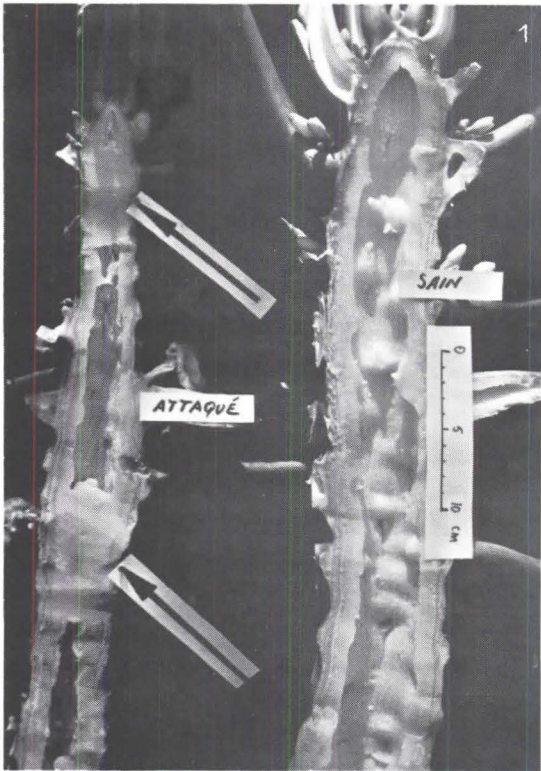
L'observation plus détaillée de cet arthropode peut se faire sous microscope. A cet effet, on peut brosser la face inférieure d'une jeune feuille colonisée par *P. latus* à l'aide

PLANCHE I - LES DIFFERENTS TYPES D'ATTAQUE

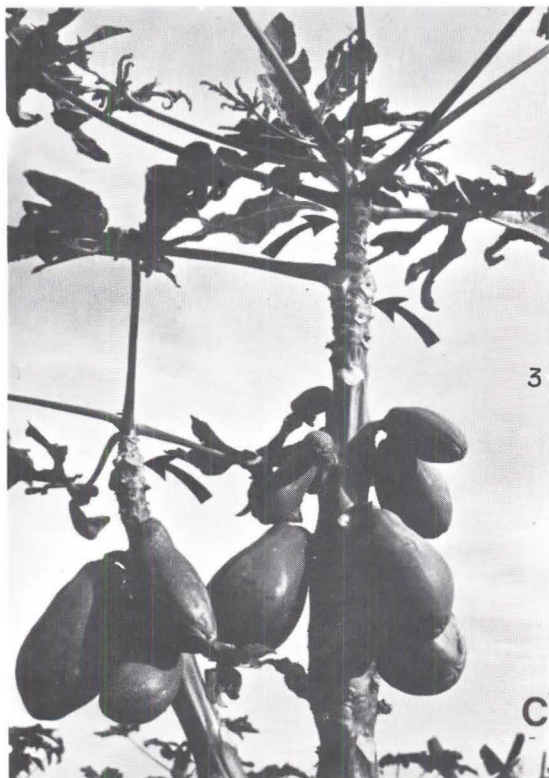
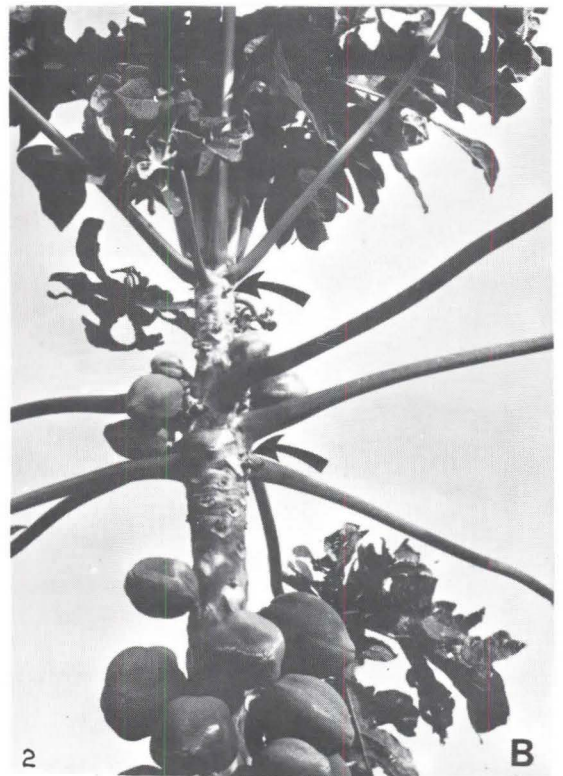


(photos B. AUBERT)

PLANCHE II - ASPECT D'ATTAQUES SUCCESSIVES ENTRECOUPEES DE REPOUSSES

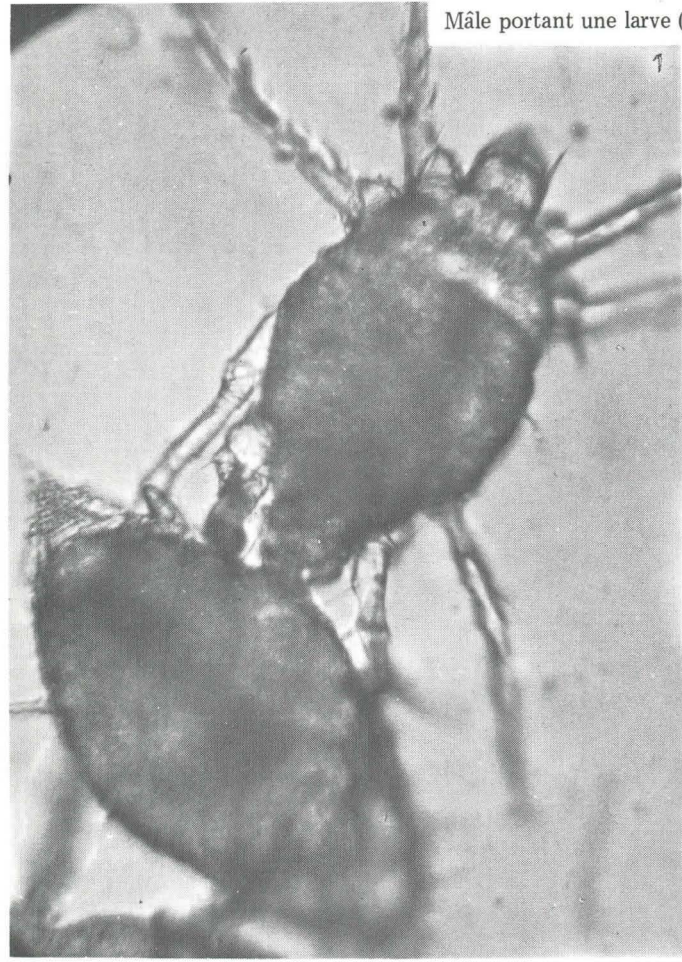


A) en dissection



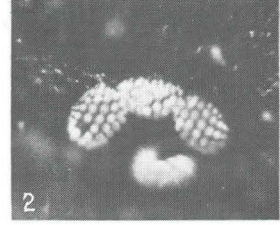
B) et C) aspect bombé du tronc
au niveau des attaques

(photos B. AUBERT)



Mâle portant une larve (x 500)

1



Oeufs (x 75)

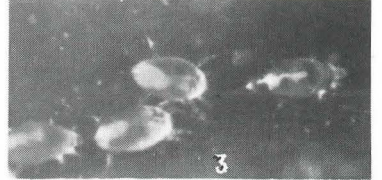
2



Larve (x 75)

4

PLANCHE III (photos B. AUBERT)



Femelles (x 50)

3

Haie de brise-vent de bananiers devant une parcelle de papayers.

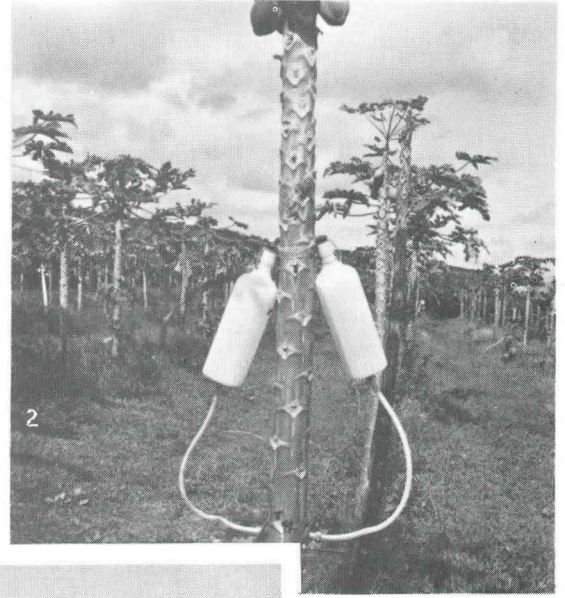
5



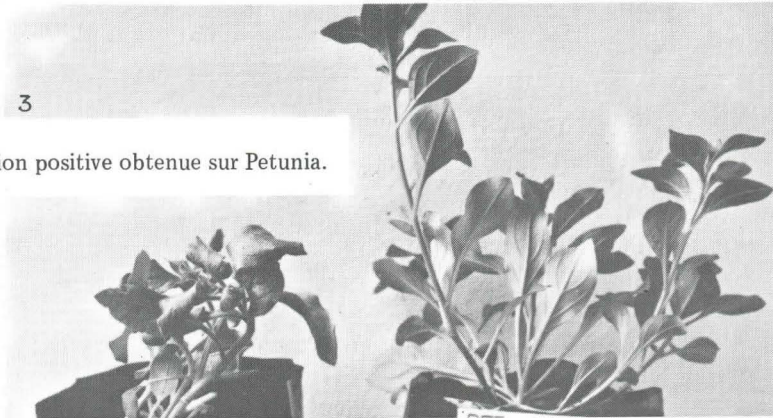
PLANCHE IV
(photos B. AUBERT)

INJECTION DE
TETRACYCLINE

1



2



Réaction positive obtenue sur Petunia.

3

d'un fin pinceau de soie au-dessus d'une lame. Les adultes et les larves sont immobilisés par traitement à la chaleur et observés directement sous l'objectif.

On trouvera sur la figure 1 la représentation d'un spécimen adulte des deux sexes, lesquels se caractérisent par l'absence d'ambulacres sur les dernières pattes et leur remplacement par une longue soie. Les femelles de forme ovoïde mesurent 0,200 μ . Les mâles présentent un corps plus petit qui ne dépasse pas 0,150 μ . Ils sont munis de longues pattes qui leur donnent un aspect d'araignée. Très actifs, ils transportent souvent sur leurs soies terminales, une larve future femelle qu'ils fécondent dès sa mue (planche III, photo 1).

Les auteurs s'accordent à ne reconnaître que trois stades principaux dans le développement de *P. latus* : l'oeuf, la larve et l'adulte.

Les oeufs de forme ovale sont ornés de tubercules rangés en ligne (planche III, photo 2). Les larves à six ambulacres sont peu mobiles. Elles passent par un stade de quiescence avant de se transformer en adultes. Les adultes de forme allongée et légèrement pointue aux deux extrémités sont doués d'une grande mobilité.

D'après SCHWARTZ (1978), le développement à partir de l'oeuf jusqu'au stade de l'adulte sexuellement formé se fait en quatre jours. Une nouvelle femelle peut commencer à pondre dès le deuxième jour qui suit son émergence. Sa longévité est de 15 jours, période au cours de laquelle elle arrive à pondre 40 oeufs. En Guadeloupe, HUGON (1980) fait état d'une durée de développement de 68 heures et d'un potentiel de ponte de 9 oeufs par jour et par femelle. Cette fertilité, combinée à un cycle de développement très court, confèrent à *P. latus*, d'extraordinaires possibilités de pullulations.

A la Réunion, *P. latus* se rencontre sur diverses cultures maraîchères et fruitières où généralement il ne provoque pas de dégâts aussi graves que ceux observés sur papayer. L'inventaire des espèces botaniques hôtes de cet acarien dans l'île reste à faire.

Au cours des dénombrements de population effectués sur feuille de papayer, nous avons trouvé un autre acarien capable de se mouvoir avec une très grande rapidité. MEYER (comm. pers.), un spécialiste de l'Institut de Protection des Plantes de Prétoria, a identifié cet arthropode comme étant *Amblyseius (A.) ovaloides* BLOMMERS, un acarien prédateur appartenant à la famille de *Phytoseiidae*. Il visite beaucoup plus rarement les jeunes feuilles que les feuilles adultes du papayer.

D'après GUTIEREZ (ORSTOM, Nouvelle Calédonie), qui a également identifié ce Phytoseiidé, il s'agit d'un acarien prédateur de tétranyques et autres acariens, pouvant survivre en se nourrissant de miellat et de pollen.

Incidence de la maladie sur le plan économique.

L'expérience a montré que sur des parcelles de 100 à 300

papayers entrant en production à la sortie de l'hiver austral, on atteint à la Réunion la proportion de 50 p. 100 de plants malades dès le troisième mois qui suit le début de la mise à fruit. Ceci en dépit d'applications acaricides chaque quinze jours voire chaque semaine, applications effectuées jusqu'ici de façon empirique. L'acariose s'est étendue à tous les plants un an après la plantation soit environ six mois après le début de la mise à fruit. La productivité tombe alors à 15 p. 100 seulement du potentiel réel. La qualité des fruits se détériore : absence de flaveur et baisse de teneur en sucre. Il faut envisager le renouvellement de la plantation alors que le rendement a totalisé tout juste 12 à 15 tonnes/hectare. En condition habituelle de culture, la production doit se prolonger sur deux ans avec 38 à 40 tonnes/hectare la première année et 25 tonnes/hectare la seconde. On voit donc que le manque à gagner est important puisque la récolte n'atteint que le 1/6ème de la normale.

Les tentatives de culture par semis direct en champs sous forme de poquets de graines se soldent par un échec en raison de la rapidité des attaques sur jeunes plants. Cette pratique couramment employée aux Hawaï évite l'élevage de plants en pépinière, ce qui constitue un gain de main-d'oeuvre appréciable. A la Réunion, il est nécessaire d'exécuter les semis dans du sable et de repiquer les plants en pots. La pépinière doit être parfaitement abritée du vent.

B) Etudes orientées vers la détection d'éventuelles carences en bore, mycoplasmoses ou viroses.

La détection d'éventuelles carences en bore, mycoplasmoses ou viroses, a été poursuivie sur une période de trois ans. Elle a fait appel à diverses techniques de laboratoire et de traitement au champs.

· Vérification de l'absence de carence en bore.

CHAPMAN et al. (1978) a montré que la carence en bore est susceptible de provoquer un arrêt de croissance et une subéification du point végétatif. Pour éviter cet inconvénient, il recommande une pulvérisation du feuillage avec une solution aqueuse contenant 500 ppm de bore.

Matériel et méthode : dans une jeune plantation de la variété 'Higgins' non encore atteinte d'acariose, des séries de quatre papayers sont sélectionnées. Elles subissent des pulvérisations de bore aux différentes concentrations suivantes :

Témoin traité à l'eau pure

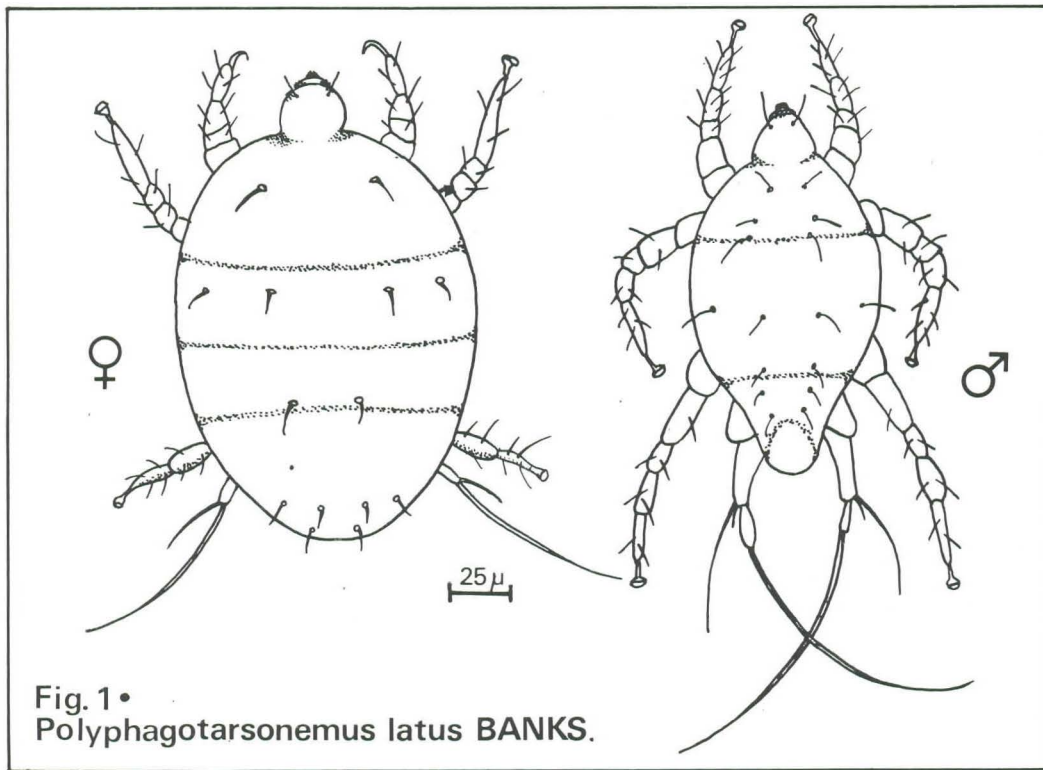
180 ppm soit 10 g d'acide borique pour 10 litres d'eau

260 ppm soit 15 g d'acide borique pour 10 litres d'eau

350 ppm soit 20 g d'acide borique pour 10 litres d'eau

440 ppm soit 25 g d'acide borique pour 10 litres d'eau

Ces dosages sont obtenus par dissolution d'acide borique cristallisé BO 3 H₃ (17,48 p. 100 de B) dans 200 ml d'eau chaude. Puis on ajuste à froid à la concentration désirée avec adjonction de mouillant.



Une première pulvérisation a eu lieu deux mois avant le début de l'entrée en production, renouvelée par une seconde pulvérisation deux mois plus tard. Chaque plant reçoit environ 1/4 de litre de bouillie réparti sur l'ensemble du feuillage. L'essai comprenant trois répétitions porte sur 4 x 5 x 3 = 60 papayers.

Résultats : aucun effet favorable d'atténuation ou de retard d'apparition de symptômes n'a été constaté par rapport au témoin. Des échantillonnages foliaires ont été réalisés un mois après la deuxième pulvérisation. Ils consistaient à prélever la feuille située juste à l'aisselle de la première fleur épanouie, selon la technique décrite par MARTIN-PREVEL et al. (1976).

L'échantillonnage a été effectué sur trois niveaux du pétiole, ainsi que sur le lobe médian (figure 2). Ces parties de feuilles ont été lavées, puis desséchées jusqu'à poids constant et broyées. Les teneurs en bore des poudres sont données au tableau 1.

On constate que l'incidence du traitement sur la teneur en bore se fait sentir au niveau du limbe mais pas au niveau du pétiole. Le seuil de carence se situant à 5 ppm (CHAPMAN et al., 1978), les papayers témoins montrent des teneurs largement satisfaisantes. L'hypothèse de l'action éventuelle d'une carence en bore ne peut donc être retenue. Le taux de toxicité qui est supérieur à 120 ppm dans le limbe (doc. cit.) n'a pas été atteint.

TABLEAU 1 - Teneurs en bore données en parties pour million de poudres d'organes.

Traitement \ Organes	Pétioles 1/3 apical	Pétioles 1/3 médian	Pétioles 1/3 basal	Lobes médians
témoin eau pure	30	21	20	70
180 ppm	31	21	20	59
280 ppm	31	19	20	60
380 ppm	28	22	19	62
480 ppm	31	19	21	102

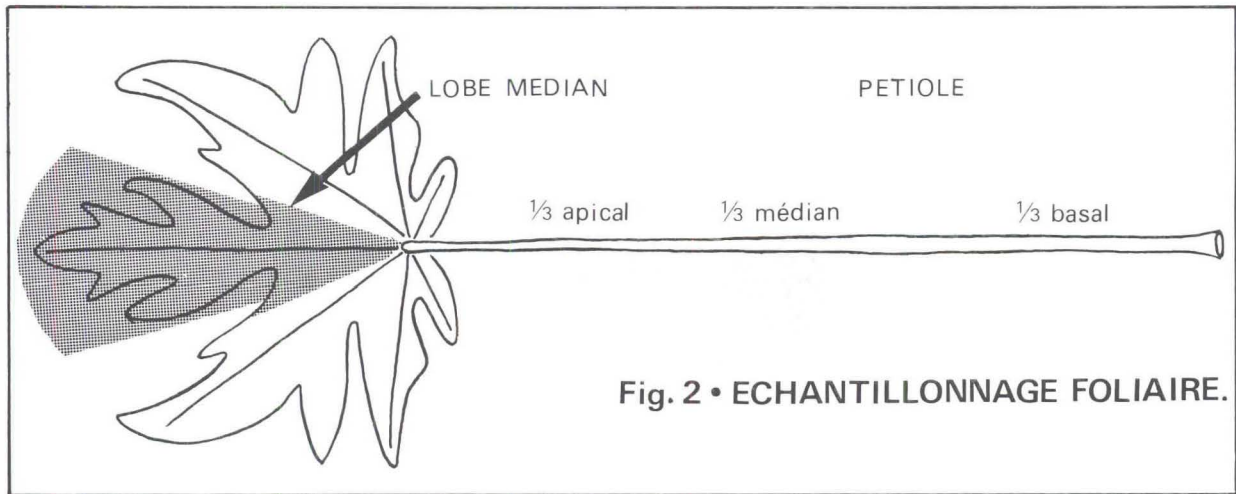


Fig. 2 • ECHANTILLONNAGE FOLIAIRE.

Aucune relation n'a pu être établie entre la teneur des feuilles en bore et l'apparition des symptômes de type A, ces derniers se manifestant aussi bien sur les plants pulvérisés que sur les témoins.

Vérification de l'absence de maladies de type mycoplasmoses ou bactérioses transmises par cicadelles ou psylles.

Une maladie du papayer occasionnant un symptôme d'épinastie des jeunes feuilles et un rétrécissement du limbe autour des nervures a été signalée par GREBER au Queensland en 1966. Cette anomalie est désignée sous le nom de «Yellow crinkle». En utilisant des ponts de cuscute GREBER l'a transmise au trèfle, au *Datura* et à la tomate. Les symptômes obtenus sur cette Solanacée sont ceux du «Tomato big bud». VOCK (1978) fait état de la présence de cette maladie sur un grand nombre de plantes sauvages en Australie. Elle est transmise par diverses cicadelles dont *Orosius argentatus*, et constitue une menace pour les plantations qui ne sont pas régulièrement désherbées.

STORY et HALLIWELL (1969) ont, de leur côté, mentionné la présence d'organismes de type procaryote dans le phloème de papayers atteints de «Bunchy top». Cette maladie a été trouvée dans la zone des Caraïbes : Porto-Rico, Cuba, Haïti, Trinidad. Elle est transmise par des cicadelles du genre *Empoasca*. En plus des symptômes d'épinastie des feuilles et du rétrécissement du limbe, le «Bunchy top» se caractérise par l'absence d'écoulement de latex à la suite d'une blessure effectuée au niveau de petites plages vert-pâle qui se manifestent sur la tige et les pétioles. Des essais de traitement curatif à la tétracycline en application au sol ont permis, en l'espace de six semaines, d'obtenir une rémission des symptômes et une reprise de végétation (COOK, 1979).

A la Réunion, les nombreuses observations effectuées en plantation n'ont pas mis en évidence la présence de cicadel-

les sur papayers. Par ailleurs, aucun cas de «Tomato big bud» n'a jusqu'ici été signalé dans les jardins de tomates. Les papayers atteints de dépérissement laissent toujours exsuder du latex après blessure.

En outre, des essais de traitements curatifs à la tétracycline n'ont pas entraîné de reprise de végétation, sur des papayers présentant des symptômes d'acarose (types B et C.).

● Essai de traitement à la tétracycline.

Matériel et méthode : six couples de papayers présentant des symptômes typiques de dégénérescence sont sélectionnées. Il s'agit de plants entrés dans le septième mois de production. On les soumet à un traitement qui consiste à injecter dans le tronc deux litres de liquide sous 3,5 kg/cm² de pression. La technique choisie est celle utilisée pour le traitement des agrumes atteints de Greening (AUBERT, 1979).

Les produits injectés sont respectivement l'azorubine et la tétracycline HCL (tableau 2).

Résultats : l'azorubine migre en quelques heures vers les feuilles et les fruits si la perforation du tronc reste superficielle. Dans le cas contraire le produit se répand dans la cavité centrale et une faible proportion seulement diffuse dans la plante. Le temps d'absorption des deux litres de solution a varié selon les individus de 3 à 18 heures.

L'injection de 3 à 4 g de tétracycline par papayer adulte est très phytotoxique avec la méthode d'application utilisée. Les feuilles âgées prennent rapidement une teinte vert-grisâtre et les plus jeunes feuilles se dessèchent.

La dose de 1 g de tétracycline n'entraîne qu'une phytotoxicité bénigne, mais elle n'est suivie d'aucun effet curatif dans les semaines ou les mois qui suivent le traitement.

TABLEAU 2 - Injection de produits en solution dans le tronc de papayers.

n° de couple	plant	produit injecté	dose et dilution	particularité
couple I	a	azorubine	} 2,5 g dans 2 l d'eau	injections à 1,0 cm de profondeur dans le tronc
	b	azorubine		
couple II	a	azorubine	} 2,5 g dans 2 l d'eau	injections à 4 cm de profondeur
	b	azorubine		
couple III	a	tétracycline HCL	1 g dans 2 l d'eau eau pure	injections à 1,0 cm de profondeur
	b	témoin		
couple IV	a	tétracycline HCL	2 g dans 2 l d'eau eau pure	injections à 1,0 cm de profondeur
	b	témoin		
couple V	a	tétracycline HCL	3 g dans 2 l d'eau eau pure	injections à 1,0 cm de profondeur
	b	témoin		
couple VI	a	tétracycline HCL	4 g dans 2 l d'eau eau pure	injections à 1,0 cm de profondeur
	b	témoin		

- Observations au microscope électronique des tissus malades.

Sur une plantation de la variété 'Waimanalo' installée à la station de Bassin Martin, l'un des auteurs a échantillonné plusieurs sujets présentant des symptômes de dépérissement. Des fragments de jeunes limbes attaqués (symptômes de type A), ont été fixés dans une solution de glutaraldéhyde ramenée à 4 p. 100 avec un tampon de phosphate 0,1 M à pH 7,5. Ils ont été stockés une dizaine de jours dans cette solution avant d'être dégazés et post-fixés dans l'acide osmique 1 p. 100 à 0°C pendant une heure. Après déshydratation, dans différents bains d'alcool, ils ont été inclus dans l'Epon, la polymérisation ayant lieu à l'étuve à 60°C pendant trois jours.

Le passage de ces échantillons sur un ultramicrotome à avance mécanique Sorval type Porter Blum MT₁ muni d'un couteau de verre fraîchement taillé, a permis d'obtenir des coupes minces de 80 à 120 nanomètres d'épaisseur dans les tissus conducteurs et le parenchyme.

Ces coupes ont été disposées sur des grilles de 100 ou 200 préalablement revêtues d'un film de collodion. Après coloration au Plomb-Reynolds pendant dix minutes puis rincages à l'eau bipermutée, elles ont été observées au microscope électronique Siemens Elmiskop 101. L'observation des cellules du phloème ne nous a révélé aucune présence de microorganisme pathogène. D'autres études du même type effectuées par VUITTENEZ (comm. pers.) avec des feuilles de papayers malades prélevées dans la région de la Montagne ont donné également des résultats négatifs.

Les travaux de microscopie électronique commencés à la fin de 1976 se justifiaient en raison de la fréquente visite sur les feuilles de papayers adultes d'un psylle : *Trioza eastopi* (ORIAN) pouvant également s'alimenter sur agrumes (AUBERT et al., 1980).

Dans le cas du «Bunchy top» des Caraïbes, STORY et

HALLIWELL (1969) ont trouvé, au niveau du phloème des jeunes feuilles malades, de nombreux microorganismes présentant une enveloppe à triple feuillet.

L'absence de rémission des symptômes à la suite des traitements antibiotiques, ainsi que les résultats négatifs des travaux de microscopie électronique, nous obligent, quant à nous, à écarter l'hypothèse d'une infection par un agent pathogène de nature procaryote.

Recherche de maladies à virus.

Pour vérifier si les plants de papayers atteints de dégénérescence étaient porteurs de virus, on a fait appel à des techniques classiques de transmission par frottis sur jeune plante herbacée. Certaines précautions ont été prises pour l'élevage des plantes indicatrices, la préparation des tampons et le choix des papayers étudiés.

Matériel et méthode : les plantes indicatrices retenues ont été le concombre : *Cucumis sativus* cultivar 'Marketor', le pétunia : *Petunia nana compacta* cultivar 'Rosy Morn' et *Carica papaya* cultivar 'Waimanalo'. Les graines de Pétunia et de concombre ont été semées sous miniserre «pop up pot». Les jeunes plantules ont été repiquées dans des sachets plastiques remplis d'un mélange contenant un tiers de tourbe tamisée et deux tiers de sable fin de rivière. Elles ont reçu deux arrosages hebdomadaires, l'un avec de la solution de Smith et l'autre avec une solution de sulfate d'ammoniaque à 2 p. 1000. Toutes ces opérations se sont déroulées sous cage d'isolement.

Pour obtenir des lots homogènes, de jeunes plantules de 'Waimanalo' extraites de fruits issus de fleurs autofécondées, ont été frottées avec du sable sur une planche afin de sacrifier l'enveloppe. Elles ont subi ensuite une désinfection dans un bain d'eau de Javel à 1,2° chloré pendant 20 minutes puis un rinçage à l'eau stérile. Elles ont été semées dans des boîtes de Pétri de 15 cm de diamètre dans lesquelles on avait

coulé au préalable un milieu gélosé stérile. Ce milieu était une solution de Smith à laquelle on avait ajouté 10 g d'agar-agar avant autoclavage. Après trois semaines d'incubation à 28°C, les graines qui avaient émis leur radicule ont été repiquées dans du sable pur sous cage d'isolement. Elles recevaient le même type d'arrosage hebdomadaire que les pétunias. A l'émission de leur troisième feuille, les plantules étaient repiquées dans des sachets de plastique contenant un tiers de tourbe tamisée et deux tiers de sable. Nous avons constaté que cette technique permet d'obtenir 70 p. 100 de plants homogènes dans un semis, contre 28 p. 100 en l'absence de frottis sur sable et sans passage dans un milieu gélosé.

Immédiatement après le repiquage, les plants étaient ombrés pendant 72 heures, puis saupoudrés de carborandum ou de cénite et inoculés par frottis.

Les sujets faisant l'objet d'indexation étaient des papayers adultes présentant au moins un ou deux arrêts de végétation et se trouvant juste en phase de redémarrage au moment de la prise d'échantillons.

Le procédé d'inoculation consistait à broyer 5 g de feuilles présentant le faciès «patte d'oie» dans 10 ml de tampon phosphate 0,2 M pH 7,5 et contenant 1 p. 100 d'albumine d'oeuf. Les mortiers utilisés pour le broyage étaient préalablement désinfectés par autoclavage puis refroidis dans un congélateur à moins 16°C. Après filtration sur étamine, le jus de broyage était frotté à l'aide d'un doigtier à usage unique, sur une jeune feuille de la plante indicatrice. Sur concombre et papayer, l'inoculation avait lieu au niveau des feuilles cotylédonaire.

Pour chaque papayer adulte candidat à l'indexation, on a tenté 12 transmissions sur pétunia, autant sur concombre et 6 sur papayer. Trois de ces indicateurs étaient conservés comme témoins dans chaque série.

Résultats : sur une vingtaine de papayers adultes indexés, nous n'avons réussi aucune transmission quel que soit l'indicateur utilisé.

Toutefois, notre attention a été attirée par un plant de la variété 'Higgins' situé dans une allée de la station de Bassin Martin près d'une plantation de bananiers. Ce plant, qui présentait des marbrures de feuilles et de nombreux tirets jaunes sur les jeunes fruits, a donné une réaction positive sur pétunia et concombre. Les tentatives de retransmission du pétunia ou concombre à de jeunes semis de papayer 'Waimanalo' ont échoué.

Discussions.

Aucun des 480 essais de transmission : 20 papayers x (12 pétunias + 6 concombres + 6 Waimanalo) avec des plants montrant le symptôme de type patte d'oie, n'a été couronné de succès.

Il est donc difficile d'attribuer à *P. latus* la faculté de transmettre une maladie à virus. D'ailleurs, les seuls virus

connus transmis par acariens ont pour vecteurs des Eriophyidés : genres *Aceria*, *Eriophyes* ou *Phyllocoptes*, et non pas des Tarsonémidés auxquels appartient *P. latus*.

HIGA et NAMBA (1971), deux chercheurs hawaïens, ont par ailleurs montré que ni *Tetranychus cinnabarinus* (BOISDUVAL) ni *Polyphagotarsonemus latus* (BANKS) n'étaient capables de transmettre le «papaya mosaic virus» ou PMV. Ils ont effectué 270 tentatives sur concombre, pastèque, melon ou papaye.

Le PMV est un virus du groupe des Potexvirus transmis par pucerons. Depuis sa découverte en Floride en 1964, il a été signalé dans de nombreux pays du monde. Ses vecteurs connus sont, d'après HIGA et NAMBA (1979) : *Aphis craccivora* KOCH, *Rhopalosiphum maidis* (FITCH), *Macrosiphum euphorbiae* (THOMAS), *Hyperomyzus lactuae* (L.) et *Aphis gossypii* GLOVER.

Dans l'archipel des Hawaï le PMV coexiste avec les attaques de *P. latus*. Toutefois, ces dernières menacent beaucoup moins les plantations de papayers que le PMV. On distingue aisément les deux maladies par le fait que le PMV entraîne un faciès de type «shoe string» ou lacet de chaussure. Les piqûres de *P. latus* elles, provoquent un symptôme en «patte d'oie» avec épaissement et subéification du limbe comme il a été vu précédemment. En outre, les papayers mosaïqués par le PMV laissent apparaître des marbrures sur les feuilles adultes ainsi que la présence de taches huileuses sur les pétioles (NAMBA, comm. pers.). Ces symptômes n'ont pas été vus à la Réunion. L'échec des transmissions sur 'Waimanalo', à partir d'un papayer mosaïqué, fait penser à une autre virose pour laquelle la lignée 'Waimanalo' serait tolérante.

Dans la gamme des autres virus connus sur papayer, et susceptibles d'attaquer les variétés hawaïennes, il existe un Potyvirus, le PRV : «papaya ringspot virus», transmis le plus souvent par *Myzus persicae* et occasionnellement par *A. spiraeicola*, *A. gossypii*, *A. craccivora* et *A. rumicis* (COOK, 1975). Les symptômes typiques de tirets brunâtres sur les pétioles et d'anneaux vert foncé ou bruns sur les fruits n'ont pas été rencontrés jusqu'ici à la Réunion.

Il reste l'hypothèse d'attaques virales de type leaf-curl, spotted wilt et tobacco-ringspot, mais aucun indice sérieux de ces affections n'a pu être détecté jusqu'ici.

Bien que la sélection hawaïenne de papayer 'Higgins' soit considérée comme tolérante à la mosaïque du concombre (CMV), au même titre d'ailleurs que 'Waimanalo', on ne peut exclure a priori l'infection, par ce type de virus, du papayer mosaïqué avec lequel la transmission sur plante herbacée a été réussie. Il serait utile de poursuivre les recherches pour identifier la nature exacte de cette mosaïque.

Le bananier étant souvent utilisé en association avec le papayer (planche III, photo 3) il conviendra, par mesure de précaution, d'éliminer des parcelles de brise-vent, les plants atteints de mosaïque en tirets.

Dans le cas du bananier, la transmission mécanique de la

mosaïque n'a été obtenue jusqu'ici sur plante herbacée qu'avec les mosaïques en plage (YOT DAUTHY et BOVE, 1966), ces auteurs ayant par ailleurs montré que ces mosaïques sont dues à des souches de virus I de la mosaïque du concombre. On s'interroge encore sur la nature des mosaïques en tirets affectant les Musacées.

A la Réunion, les exemples de papayers mosaïqués restent très rares ; ils ne constituent pas pour le moment un handicap sérieux pour la culture de cette plante.

P. latus reste donc en définitive le principal problème posé à la culture de *Carica papaya*.

Deuxième partie

EPIDEMIOLOGIE

Une étude épidémiologique de l'acariose du papayer a été poursuivie pendant un an sur une parcelle de 500 plants située à Bassin-Plat, (100 m d'altitude).

Les plants issus de graines dont les fruits ont subi l'auto-fécondation par ensachage des fleurs hermaphrodites avant leur ouverture, étaient élevées pour les deux tiers sous cage d'isolement et pour un tiers à l'air libre dans une pépinière bien abritée du vent.

Au moment de leur plantation, les jeunes sujets répartis en deux variétés : 'Higgins' et 'Waimanalo', étaient indemnes de symptômes d'acariose.

L'expérience ayant montré que les plantations réalisées en plein vent étaient vouées à l'échec, des précautions particulières avaient été prises au niveau de la protection brise-vent. Chaque ligne de papayers était abritée par une rangée de maïs semée un mois avant la plantation. Par ailleurs, les 500 papayers ont été divisés en deux blocs : un bloc A de 200 sujets abrité derrière une bananeraie installée six mois auparavant, un bloc B de 300 papayers exposé aux vents d'alizés, mais abrité des vents du sud-ouest (figures 3 et 4).

On trouvera sur le tableau 3 le détail des interventions agronomiques qui se sont déroulées de façon identique dans les parcelles A et B.

Au niveau de la parcelle B, les rangs de maïs ont fourni un écran protecteur jusqu'à la fin de mars 1979. Après la récolte de maïs, les jeunes papayers ont été exposés aux vents du sud-est. Dans la parcelle A, par contre, les bananiers ont assuré une protection brise-vent jusqu'en décembre 1979, époque à laquelle la taille des papayers rejoignait celle des bananiers.

Les passages de girobroyeur et les applications herbicides régulières ont évité le développement des mauvaises herbes, et donc limité les chances de multiplication de *P. latus* sur les plantes adventices. L'irrigation par aspersion sur frondaison apportait 50 à 60 mm d'eau chaque 15 jours en période de sécheresse.

Dans cette plantation, nous avons suivi, chaque mois, l'évolution des attaques d'acariens. Le travail consistait à repérer sur le terrain les sujets venant de manifester des symptômes de type A et à les marquer. Il était complété par l'observation d'échantillons de feuilles malades sous loupe binoculaire pour vérifier la présence d'acariens.

Les traitements acaricides effectués chaque mois avec plusieurs types de produits (tableau 3), n'ont pas empêché l'apparition puis l'extension progressive de la maladie.

Les trois premiers cas d'acariose sont apparus au milieu du mois d'août. Dans les six semaines qui suivirent, on enregistrait un développement très important des attaques sur les lignes faisant face aux vents d'alizé. Le terrain situé en amont de cette direction comprenait tout d'abord une jachère enherbée de 300 m de profondeur, suivie d'une ravine colonisée par une végétation à base de *Schinus therebentifolius* RADDI.

La progression régulière de l'attaque dans le sens du vent dominant (figure 4) nous a conduits à étudier la rose des vents de ce secteur et à utiliser un mode d'interprétation adapté à ce type de dégénérescence.

Observations des vents.

Les observations concernant les fréquences de vitesse et de direction des vents aux heures synoptiques nous ont été communiquées par la station météorologique de Saint-Pierre Terre Sainte (60 m d'altitude) située à environ 5 km à vol d'oiseau de la plantation de papayers. Aucun obstacle géographique ne sépare ces deux endroits.

La station météorologique est équipée d'une girouette Chauvin et Arnoux et d'un anémomètre Papillon, placés sur une tour de 11 m de haut. La girouette permet de connaître le nombre de fois où le vent a soufflé dans 36 directions différentes. Pour simplifier, nous avons interprété les résultats sur une rose des vents à 12 directions. Sur la figure 4, les fréquences de direction sont exprimées en pour mille avec présentation séparée du premier et du second semestre 1979.

L'analyse des résultats a montré que les courants ESE et SE représentant le secteur de l'alizé ont dominé très largement tout au long de l'année sur les courants des autres secteurs. L'alizé a manifesté une recrudescence d'activité de juin à octobre. Le courant SO et OSO s'est établi quelquefois dans la soirée, ou après le passage d'une dépression ayant envahi le courant d'alizé. L'intensité de ce flux est proportionnelle à la densité du front qui pénètre dans le régime d'alizé.

Alors que les rafales de secteur ESE-SE dépassent couramment 15 à 20 km/h et peuvent atteindre 50 km/h, celles de secteur OSO-SO s'établissent généralement autour de 5 à 10 km/h.

Ces données ne présentent pas de caractère exceptionnel

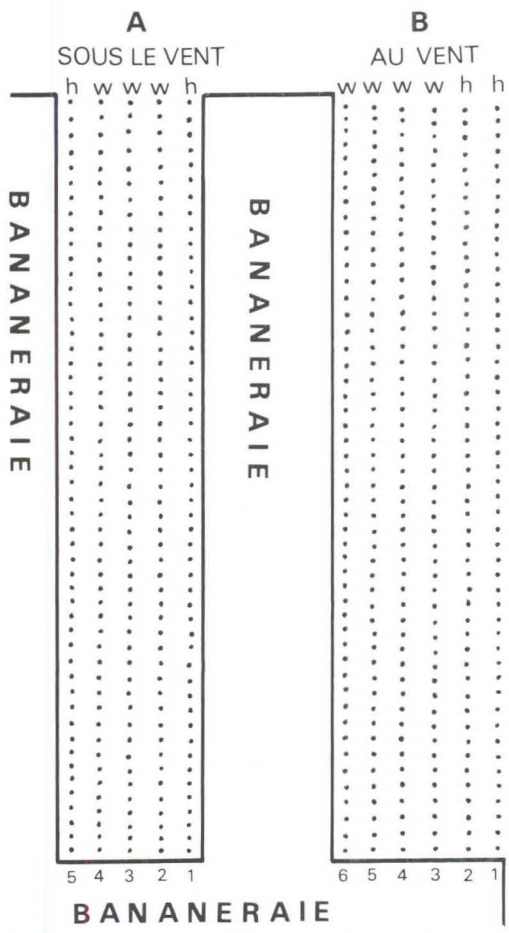


Fig. 3 • DISPOSITIF DE PLANTATION FACE AU VENT. PARCELLE DE 500 PAPAYERS.

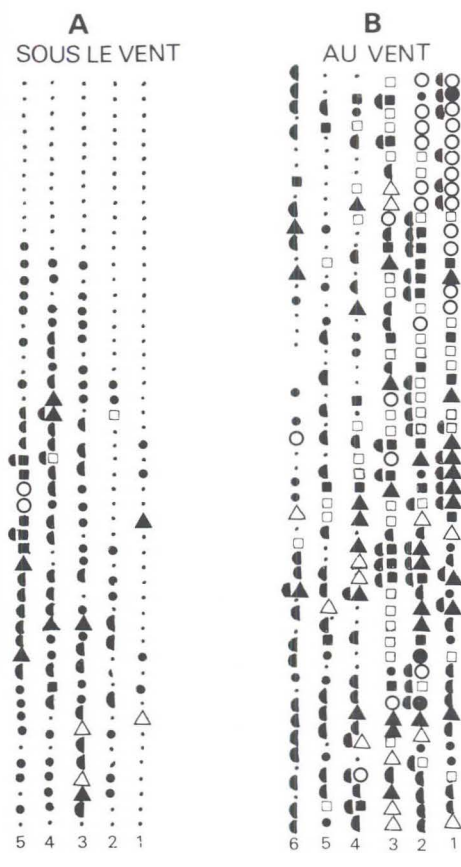
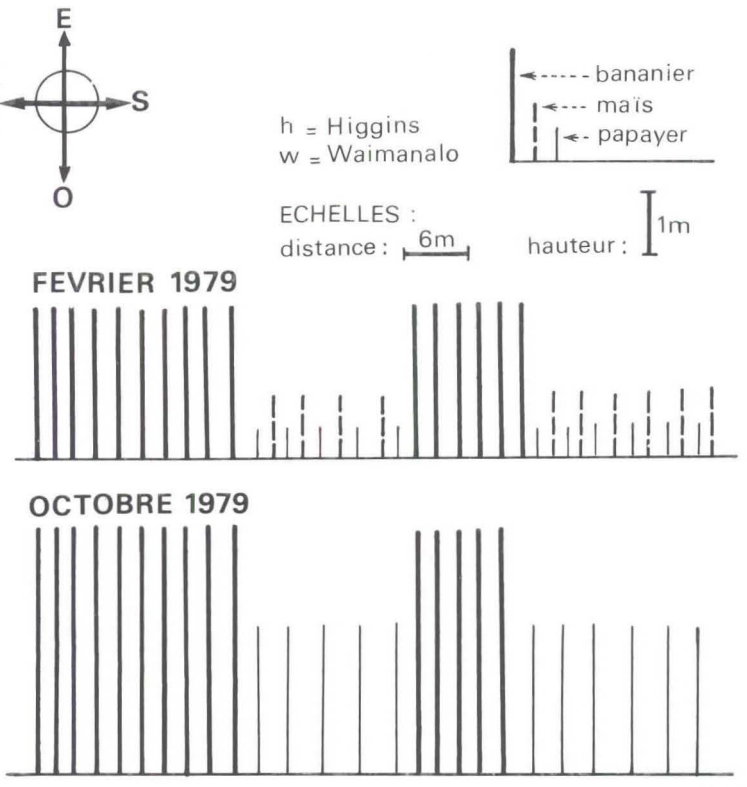
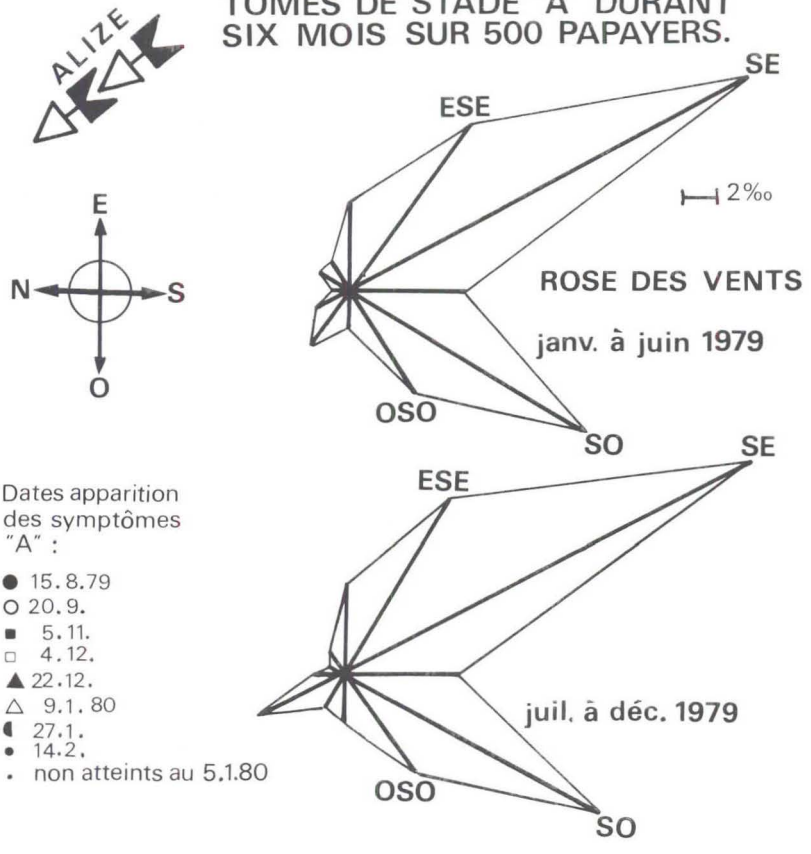


Fig. 4 • PROGRESSION DES SYMPTÔMES DE STADE "A" DURANT SIX MOIS SUR 500 PAPAYERS.



- Dates apparition des symptômes "A" :
- 15.8.79
 - 20.9.
 - 5.11.
 - 4.12.
 - ▲ 22.12.
 - △ 9.1.80
 - ◐ 27.1.
 - ◑ 14.2.
 - non atteints au 5.1.80

TABLEAU 3 - Fiche de façons culturales pour les deux parcelles A et B.

septembre 1978	décembre 1978	janvier 1979	février 1979	mars 1979	avril 1979
plantation de l'écran de bananiers brise-vent	défrichage labour - fumure de fonds : 1 tonne hyperphosphate par hectare semis de lignes maïs	plantation papayer traitement cyhexatin/30 g/hl herbicide glyphosphate 2 kg/ha	desherbage manuel traitement cyhexatin/30 g/hl fumure individuelle 40 g d'urée 20 g SO4 K2	traitement cyhexatin/30 g/hl récolte maïs	traitement cyhexatin/30 g/hl fumure individuelle 60 g ammonitrate 20 g SO4 K2 passage girobroyage interlignes
mai 1979	juin 1979	juillet 1979	août 1979	septembre 1979	octobre 1979
fauchage manuel traitement soufre mouillable 400 g/hl	girobroyage interlignes	traitement soufre mouillable 400 g/hl fumure individuelle 60 g ammonitrate 40 g SO4 K2	traitement soufre mouillable 400 g/hl fumure individuelle 60 g urée 30 g SO4 K2	fauchage manuel traitement soufre mouillable 400 g/hl fumure individuelle 100 g 15-7-24 début de la récolte papayes	girobroyage interlignes fumure individuelle 100 g 15-7-24
novembre 1979	décembre 1979	janvier 1980	février 1980	mars 1980	avril 1980
girobroyage interlignes 1 traitement soufre mouillable 1ère quinzaine 1 traitement dicofol 50 g/hl 2ème quinzaine 100 g 15-7-24	girobroyage interlignes 1 traitement dicofol 50 g/hl 100 g 15-7-24	applications paraquat interlignes 1 traitement chinométhionate 8 g/hl 100 g 15-7-24	 1 traitement chinométhionate 8 g/hl 100 g 15-7-24	girobroyage interlignes 1 traitement dicofol 50 g/hl	 1 traitement dicofol 50 g/hl

puisqu'elles confirment les études climatologiques effectuées par BENOIST et DEFOS du RAU sur des moyennes d'observations anémométriques couvrant la période de 1951 à 1963. Ces auteurs avaient étudié deux postes : Saint Denis-Gillot et Saint-Pierre Terre Sainte.

Interprétation des résultats.

L'acariose du papayer constitue un cas typique de la «maladie d'intérêt composé» décrite par VAN DER PLANCK (1963). En effet, c'est une maladie qui se manifeste très vite au moment de l'infestation, chaque plant nouvellement infecté devenant lui-même une source «d'inoculum». SMITH et al. (1977) par exemple, ont étudié l'épidémiologie du Prunus necrotic ringspot (PNRV) et du Prune dwarf (PDV) sur pêcher selon ce mode d'interprétation.

Le calcul de VAN DER PLANCK incorpore la transformation d'infection multiple de GREGORY. Ainsi, le taux de contamination «r'» à un moment donné est basé sur le

rapport du nombre de plantes infectées à celui de plantes non infectées.

$$r' = \frac{1}{t_2 - t_1} \left(\log_e \frac{X_2}{1 - X_2} - \log_e \frac{X_1}{1 - X_1} \right) (1)$$

où :

r' = le taux de contamination

t1 et t2 sont les temps au début et à la fin de la période de maladie

X1 et X2 représentent la proportion de plantes malades aux temps t1 et t2.

On peut ainsi, sur une période de temps donnée, exprimer $\log_e X/(1-X)$ en fonction du temps et comparer les droites de régression obtenues. En effet, la transformation logarithmique permet de linéariser le développement de l'attaque qui, en représentation directe, se traduit par une sigmoïde. On peut ainsi calculer les intervalles de confiance des droites de régression et comparer au test t les pentes et ordonnées à l'origine.

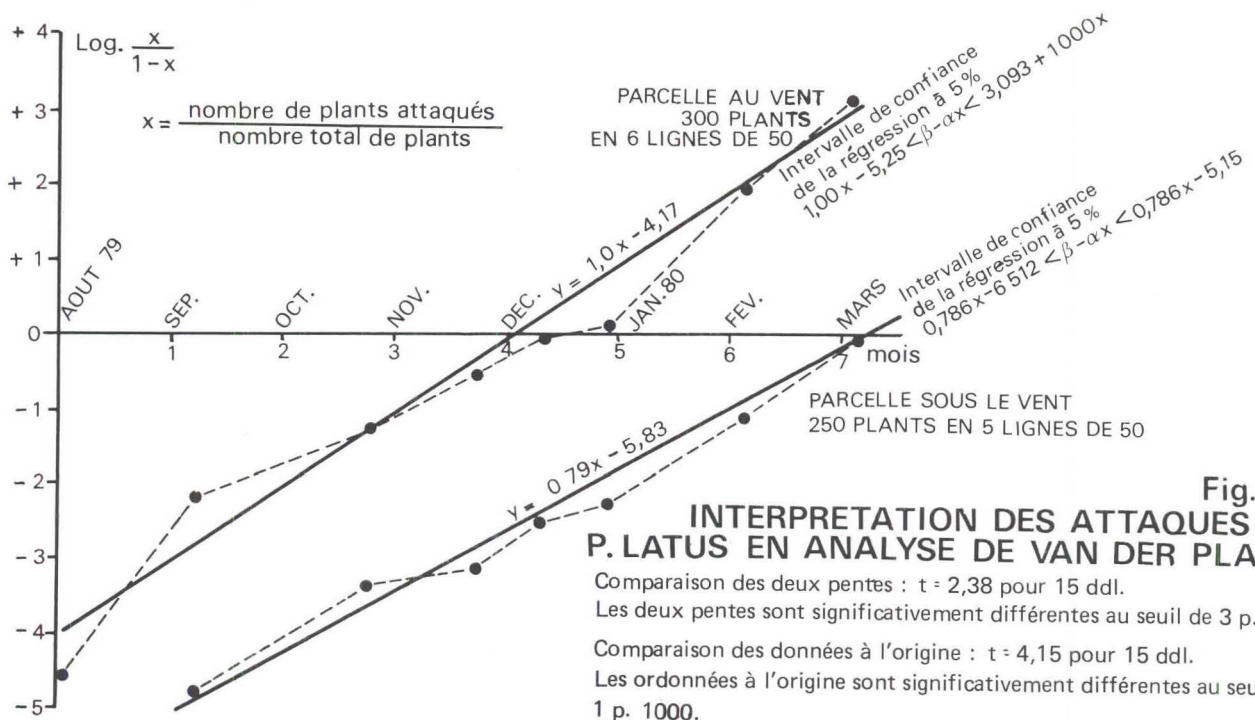
TABLEAU 4 A - Apparition des plants malades dans la parcelle sous le vent A (250 papayers répartis en cinq lignes de 50 plants.)

Nbre de jours	Mois	N° de ligne Variété →	5 H	4 W	3 W	2 W	1 H	Total partiel n 1	Total cumulé	$\log_e \frac{X}{1-X}$
0	0		0	0	0	0	0	0	0	
+ 36	1,2		2	0	0	0	0	2	2	-4,82
+ 82	2,7		5	1	0	0	0	6	8	-3,40
+ 111	3,7		0	1	0	1	0	2	10	-3,17
+ 129	4,3		2	3	2	0	1	8	18	-2,55
+ 147	4,8		0	0	2	0	1	3	21	-2,38
+ 183	6,0		11	16	10	3	0	40	61	-1,12
+ 213	7,0		14	14	18	10	4	60	121	-0,06

TABLEAU 4 B - Apparition des plants malades dans la parcelle au vent B (300 papayers répartis en six lignes de 50 plants.)

Nbre de jours	Mois	N° de ligne Variété →	6 H	5 H	4 W	3 W	2 W	1 W	Total partiel n 1	total cumulé	$\log_e \frac{X}{1-X}$
0	0		0	0	0	0	1	2	3	3	-4,59
+ 36	1,2		1	0	1	4	8	12	26	29	-2,23
+ 82	2,7		1	3	4	10	10	4	32	61	-1,36
+ 111	3,7		1	4	6	17	13	8	49	110	-0,54
+ 129	4,3		3	0	7	6	6	10	32	142	-0,10
+ 147	4,8		1	1	3	6	2	2	15	157	0,09
+ 183	6,0		18	15	15	14	22	22	106	263	1,96
+ 213	7,0		6	7	3	1	2	5	24	287	3,09

H : variété 'Higgins' W : variété 'Waïmanalo'
n 1 : nombre de plants montrant des attaques de stade A au moment de l'observation



La droite de régression coupe l'axe des x en un point remarquable correspondant au changement de pente de la sigmoïde (c'est-à-dire 50 p. 100 de plants atteints).

On constate sur la figure 5 que pour les deux parcelles (parcelle A sous le vent et parcelle B au vent), les droites de régression sont significativement différentes au seuil 3 p. 100 et les ordonnées à l'origine significativement différentes au seuil 1 p. 1000. Dans le cas des papayers abrités des vents dominants, la droite de régression coupe l'axe des abscisses (point équivalent à 50 p. 100 des plants atteints) en mars 1980, c'est-à-dire trois mois plus tard que dans le cas des papayers non protégés. Le détail des calculs figure sur les tableaux 4 A et 4 B.

L'examen de la parcelle sous le vent met par ailleurs en évidence des attaques très précoces sur la cinquième ligne située le plus loin des bananiers par rapport à la direction des vents d'alizé. Or cette ligne est éloignée de son brise-vent protecteur par une distance équivalente à environ dix fois la hauteur de ce dernier. A l'inverse, dans la même parcelle, la ligne 1, immédiatement protégée, n'a présenté les premières attaques qu'en janvier 1980 et ne totalisait que six plants atteints sur 50, le 5 mars de la même année.

Ces différentes observations montrent que les soins apportés au moment de la plantation ont enrayé les pullulations de *P. latus* au cours des six premiers mois. Passé ce délai, les attaques d'acariens ont été liées aux effets du vent, lequel très certainement assure un rôle de transport du ravageur à

partir de foyers qui n'ont pu être encore identifiés avec précision.

CONCLUSION

Le principal facteur qui limite la culture du papayer à la Réunion est une acariose causée par *Polyphagotarsonemus latus* BANKS. Les attaques de cet acarien tarsonème sont à redouter beaucoup plus en climat chaud et humide (cas des régions soumises au régime d'alizé) qu'en climat sec où le faible degré hygrométrique diminue ses chances de survie. Très polyphage, il est capable de pulluler sur un grand nombre d'espèces végétales. En raison de sa petite taille, et du fait qu'il peut être transporté directement par le vent ou accroché à des insectes volants, il est très ubiquiste.

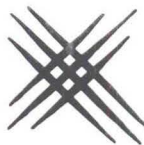
Sur papayer, l'arrêt de croissance de la plante, occasionné par une attaque de cet acarien, entraîne un sévère dépérissement. Les études entreprises ici n'ont pu mettre en évidence l'action d'un quelconque agent pathogène pour lequel il jouerait le rôle de vecteur.

Le contrôle de ce ravageur passe semble-t-il par un ajustement des cadences de traitement sur son cycle de développement. C'est du moins ce que semblent indiquer les expérimentations en cours. La protection des parcelles de papayers par des haies de brise-vent constitue par ailleurs un moyen prophylactique qui ne doit pas être négligé.

BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme. 1970.
Papayas in Hawaii.
University of Hawaii - Cooperative extension Service,
Circular n° 436, 57 p.
- Anonyme. 1977.
Rapport annuel 1977 de l'IRFA-Réunion, 68 p.
- AUBERT (B.), BOVE (J.M.) et ETIENNE (J.). 1980.
Progrès accomplis dans la lutte contre le greening des agrumes à l'île de la Réunion.
Fruits, vol. 35, n° 10, p. 605-624.
- AUBERT (B.). 1979.
Une technique d'injection sous pression dans le tronc des arbres.
Fruits, vol. 34, n° 3, p. 195-198.
- BEER (R.E.). 1954.
A revision of the Tarsonemidae of the Western Hemisphere (Order Acarina).
The University of Kansas Science Bulletin, vol. XXXVI, Pt II, n° 16, p. 1091-1387.
- BENOIST (M.) et DEFOS du RAU (J.). 1975.
Climatologie de la Réunion
dans *Atlas des Départements d'Outre Mer - I. La Réunion*,
CNRS Bordeaux Talence, Éditeur, 13 p.
- CHAPMAN (K.R.), GLENNIE (J.D.), AQUILIZAN (F.A.) et PAXTON (B.F.). 1978.
Boron Deficiency in papaws.
Queensland Agr. J., nov.-dec. 1978, p. 21-24.
- COOK (A.U.). 1975.
Diseases of tropical and subtropical fruits and nuts.
Hafner Press New York - Londres, 318 p.
- FROSSARD (P.). 1969.
Les maladies du papayer.
Maladies à virus d'origine inconnue. 8e partie.
Fruits, vol. 24, n° 11-12, p. 483-490.
- GREBER (R.S.). 1966.
Identification of the virus causing papaw Yellow Crinkle with tomato big bud virus by transmission tests.
Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences, vol. 23, p. 147-153.
- GREGORY (P.H.). 1948.
The multiple-infection transformation.
Ann. Appl. Biol., 35, p. 412-417.
- GUEROUT (R.). 1969.
Le papayer. Les parasites animaux. 6e partie.
Fruits, vol. 24, n° 6, p. 325-336.
- HIGA (S.Y.) et NAMBA (R.). 1971.
Vectors of the papaya mosaic virus in Hawaii.
Proceedings Hawaiian Entomological Society, vol. XXI, n° 1, p. 93-96.
- HUGON (R.). 1979.
Rapport sur *Polyphagotarsonemus latus* BANKS.
Document IRFA, n° 1055, 2 p.
- HUGON (R.). 1980.
Premiers résultats de l'étude de *P. latus* en Guadeloupe.
Document IRFA, 7 p.
- MARTIN-PREVEL (P.), MARCHAL (J.) et GAILLARD (J.P.). 1976.
Analyse foliaire et nutrition minérale du papayer au Cameroun.
C.R. du 4e Colloque sur le Contrôle de l'Alimentation des Plantes cultivées, p. 593-603.

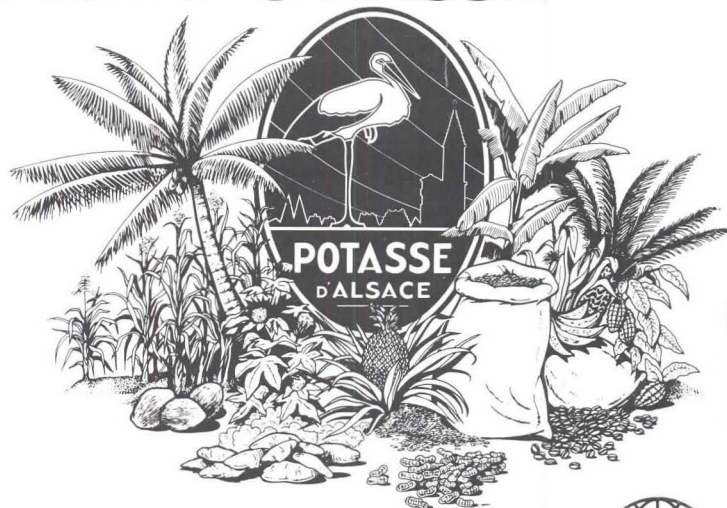
- NAMBA (R.) et HIGA (S.Y.). 1972.
Susceptibility of varieties of papaya and cucumber to the papaya mosaic virus when transmitted by the green peach aphid.
Proceedings Hawaiian Entomological Society, vol. XXI, n° 2, p. 235-238.
- RIVALS (P.). 1960.
Les espèces fruitières introduites à l'île de la Réunion.
Notes historiques et biologiques.
- SCHWARTZ (A.). 1978.
Citrus silver mite, *Hemitarsonemus latus* BANKS
in : *Citrus Pest in the Republic of South Africa*.
E.C.G. Bedford editeur, *Science bulletin*, n° 391, p. 56-61.
- SMITH (P.R.), STUBBS (L.L.) et CHALLEN (D.I.). 1977.
Studies on the epidemiology of peach Rosette and Decline disease in Victoria.
Aust. J. Agric. Res., 28, p. 103-113.
- STORY (G.E.) et HALLIWELL (R.S.). 1969.
Association mycoplasma-like organism with the bunchy top disease of papaya.
Phytopathology, 5, p. 1336-1337.
- VAN DER PLANK (J.E.). 1963.
Plant diseases : epidemic and control.
Academic Press New York.
- VILARDEBO (A.). 1978.
Rapport de mission à l'île de la Réunion.
Rapport IRFA, 24 p.
- VOCK (N.T.). 1978.
A handbook of plant diseases in colour.
Queensland Department of Primary Industries, 200 p.
- WARDLAW (C.W.). 1972.
Banana diseases including plantains and abaca.
Second Edition Longman, Londres, 877 p.
- YOT-DAUTHY (D.) et BOVE (J.M.). 1966.
Mosaïque du bananier. Identification et purification de diverses souches du virus.
Fruits, vol. 21, p. 449-466.



LES CULTURES TROPICALES AIMENT LA POTASSE

QUALITE
RENDEMENT
PROFIT

engrais
potassiques



GROUPE EMC

SOCIÉTÉ COMMERCIALE DES POTASSES ET DE L'AZOTE

62-68, rue Jeanne d'Arc - 75646 PARIS CEDEX 13

Tél. : 584.12.80 Téléx : P.E.M.C. 20191 F

