

Place de la section "FRUITIERS TROPICAUX ARBUSTIFS ET DIVERSIFICATION" DANS L'ENSEMBLE IRFA 1974-1977

Si, sur le bananier et l'ananas, on assiste à une concentration géographique des activités de recherches étroitement liée à l'écologie restreinte et propre à ces espèces, pour les fruitiers tropicaux arbustifs, la diversité des espèces et la plasticité de certaines font que les activités de l'IRFA dans ce domaine sont fort dispersées.

A part quelques exceptions, les agronomes affectés à cette section partagent leur temps de travail avec la section agrumes.

Afin de continuer le parallèle avec les deux sections ananas et bananiers, on peut indiquer, pour mieux visualiser l'éventail de la section fruitiers :

1. les espèces faisant l'objet d'observations particulières et suivies,
2. les pays et les agronomes relevant de cette section.

Les espèces fruitières.

l'avocatier,

le manguier,
le papayer,
la grenadille,
le goyavier,
l'anacardier,
le palmier dattier,
le litchi,
le mangoustancier,
la narangille,
l'actinidia,
la vigne,
le pommier,
le poirier,
le pêcher,
le prunier,
le fraisier,
certaines espèces plus secondaires : le ramboutan, le safoutier, le synsepalum, le thaumatococcus,
certaines productions légumières en culture pure ou associée (aubergine, concombre, piment, poivron, tomate).

Les agronomes et les pays.

Agronomes de recherche et de développement travaillant dans des structures propres à l'IRFA

Noms	Lieux d'activité	Activités dominantes	Autres activités liées à la section fruitiers	Spécialisation
B. AUBERT	Réunion : Stat. Bassin Plat Bassin Martin	Virologie agrumes	Virologie du papayer et fruitiers tempérés	Lutte contre le Greening
Y. BERTIN	Martinique : Centre de Moutte - Stat. Rivière Lézarde	Fruitiers et agrumes	Vulgarisation	Avocatier
J. COUILLARD	Guadeloupe : UTP de Vieux Habitants	Production fruits et légumes	Cultures associées	Unité Type de Production
C. MOREUIL	Guadeloupe : Stat. Neufchâteau	Fruitiers et agrumes	Pépinière - Vulgarisation	Grenadille-Pépinière

Noms	Lieux d'activité	Activités dominantes	Autres activités liées à la section fruitiers	Spécialisation
M. DOLE J.F. BULIT	Guyane : Montjoly Quesnel		Transformation des fruits	Grenadille Technologie
A. SIZARET J. FOUQUE	Guyane : Montjoly Côte d'Ivoire : Stat. Azaguié	Fruitiers et agrumes Fruitiers et agrumes	Pépinière	Pépinière Fruitiers secondaires Papayer - Grenadille Mangoustan
B. MOREAU	Réunion : Stat. Bassin Martin UTP Bassin Plat	Tous fruits tropicaux	Avocatier - Goyavier Manguier - Litchi	Bananier
J. LICHOU	Réunion : Stat. Bassin Martin - Stat. Petite Plaine - Stat. Carreau Alfred	Fruitiers tempérés Fruitiers tropicaux	Vulgarisation Pépinière	Fruitiers tempérés
P. FOURNIER	Réunion : Stat. Cilaos Stat. Bassin Martin	Fruitiers tempérés Fruitiers tropicaux	Vulgarisation	Vigne - Grenadille
R. VOGEL	Corse : Stat. San Giuliano INRA/IRFA	Viologie Agrumes	Fruitiers tropicaux en climat méditerranéen	Indexation agrumes Avocatier
G. VULLIN	Corse : Stat. San Giuliano INRA/IRFA	Multiplication et production Agrumes	Multiplication Avocatier	Pépinière
J.P. LYANNAZ	Nouvelle Calédonie (poste en création)	Tous fruits		
<i>Agronomes détachés auprès d'organismes ou d'instituts de recherches nationaux.</i>				
J. BOURDEAUT	Bénin : Ministère Agriculture, puis Haute Volta : Ministère Agriculture Centre de Bazéga	Tous fruits	Cultures associées	UTP - Pépinière
J. KAPLAN	Sénégal : Ministère Agriculture puis Haute Volta : Ministère Agriculture Centre du Kou	Tous fruits	Cultures associées	UTP - Pépinière
G. MONTAGUT	Sénégal : Ministère Agriculture, puis Gabon : Ministère Agriculture	Tous fruits	Vulgarisation	Conseiller technique
C. LENORMAND	Mauritanie Sénégal	Palmier dattier Tous fruits	Vulgarisation	Conseiller technique (palmier dattier)
J.Y. REY	Mauritanie : CNRADA Stat. de Kaédi, puis Cameroun : IRAF - Stat. de Nyombé	Tous fruits Ananas, fruitiers et agrumes	Cultures associées Pépinière	
F. DE LAROUSSILHE	Mauritanie : CNRADA Stat. de Kaédi	Tous fruits		Manguier

Noms	Lieux d'activité	Activités dominantes	Autres activités liées à la section fruitiers	Spécialisation
A. HAURY	Cameroun : IRAF Nyombé, puis Niger : INRAN - Stat. de Gabougoura, de Bonkougou	Ananas, fruitiers et agrumes Fruitiers et agrumes	Pépinière	
P. SOULEZ	Niger : INRAN - Stat. de Gabougoura, de Bonkougou, puis Algérie : INAF - Stat. de Boufarik	Agrumes et fruitiers Agrumes	Cultures associées	Agrumes
J.C. PRAIORAN	Algérie : INAF Alger	Agrumes	Fruitiers tempérés	Organisation - Gestion Conseiller scientifique Pépinière
M. LARUE	Algérie : INAF Mitidja	Agrumes	Fruitiers tempérés	Pépinière
C. DIDIER	Algérie : INAF Guelma	Agrumes	Fruitiers tempérés	Pépinière
D. DUCELIER	Algérie : INAF Tizi Ouzou	Agrumes	Fruitiers tempérés	Pépinière

Cet éventail se résume en trois chiffres :

- 25 agronomes à plein temps ou temps partiel, secondés par du personnel technique et des observateurs,
- une vingtaine d'espèces fruitières et légumières, ayant des exigences écologiques particulières,
- 12 pays aux climatologies fort différentes.

Si cette section paraît très étoffée, son efficacité est contrariée du fait de la dispersion géographique et du fait de la dispersion des espèces. Les conditions écologiques souvent fort différentes d'un pays à l'autre obligent à conduire des expérimentations similaires sur une même espèce : par exemple, certains résultats agronomiques obtenus à La Réunion sur manguiers ne sont transposables ni au Niger ni au Cameroun. Cette difficulté va même plus loin à l'intérieur d'un même pays ; par exemple, certaines variétés d'avocats plantées à Nyombé au Cameroun (zone bananière) réagissent différemment si elles sont plantées dans la plaine du Noun (ouest Cameroun) ou sur le plateau de l'Adamaoua (centre Cameroun).

La section «Fruitiers» exige un effort de concertation permanent et une coordination au niveau des programmes, car devant un tel éventail, on est amené à faire des choix et à donner des priorités en fonction des contingences locales qui peuvent être aussi bien d'ordre agronomique au sens large que d'ordre socio-économique.

Conjointement aux sections bananes ou ananas, les agronomes de terrain de la section Fruitiers sont assistés par

les mêmes spécialistes des services scientifiques, en particulier :

l'agropédologie,
l'entomologie-nématologie,
la phytopathologie,
la virologie,
la physiologie,
la biométrie,
la technologie et le développement industriel,
la biochimie,
l'économie rurale.

En complément des activités de recherches et de vulgarisation, la section Fruitiers est amenée, en collaboration avec les services spécialisés, à réaliser des études de projets de développement ou des missions de consultants.

L'avocatier, l'anacardier, le palmier-dattier et les unités types de production sont les domaines les plus fréquemment abordés.

Enfin, la section Fruitiers sollicite, selon ses besoins, la collaboration ou les conseils de :

- l'ORSTOM (enquête Phytophthora de l'avocatier),
- l'INRA et du CTIFL (recherches sur fruitiers tempérés),
- l'IRAT (cultures légumières),
- des professionnels importateurs de fruits tropicaux.

Pour être complet, on peut ajouter que la section Fruitiers participe aux congrès internationaux relevant de sa compétence et publie ses résultats de recherche dans la revue «Fruits» et dans certains périodiques nationaux.

La section «Fruitiers tropicaux» tient, simultanément avec la section «Agrumes», une réunion technique de concertation et de programmation tous les trois ans. La dernière en date servant de support à ce numéro spécial s'est déroulée en septembre 1977, pour partie en Corse sur la Station de Recherches agronomiques de San Giuliano et pour partie au siège de l'IRFA à Paris.

A cette réunion ont été présentés 135 documents dont un certain nombre (105) consacrés aux fruitiers tropicaux. Pour la section Fruitiers, ces documents ont été établis pour la plupart à partir de collections observées et d'expérimentations réalisées au cours des années 1974 à 1977. L'inventaire des travaux effectués sur le terrain peut se résumer par le tableau suivant :

Espèces	Nombre d'essais ou collections observés (1974-1977)
avocatier	53
manguier	28 (dont 6 collections au Sénégal)
papayer	28
grenadille	27
goyavier	12
litchi	4
mangoustanier	2
palmier-dattier	6 (dont 4 en cultures fruitières associées)
fruitiers tropicaux	
associés	5
vigne	8
pommier	8
pêcher	10
prunier	4
poirier	3
fruits à noyau en	
mélange	4
actinidia	3
fruitiers secondaires	10 (uniquement en collection)
diversification (cultures légumières)	9
Total :	224

OBJECTIFS ET PROBLÈMES

Un rapide regard en arrière permet de discerner l'évolution des orientations tant dans les tâches demandées aux différentes sections de l'IRFA que dans les conceptions générales du développement économique dans les États ou les Départements pour lesquels nous oeuvrons.

● De 1945 à 1960, l'objectif prioritaire concernait les cultures d'exportation de l'époque réalisées dans des plantations structurées. Au cours de cette période, l'IRFA décidait seul de ses programmes de recherches et était tenu d'organiser une vulgarisation directe en direction des planteurs. On peut se rappeler que dans ce cadre, la culture du bananier et de l'ananas était privilégiée et que la recherche sur fruitiers arbustifs se limitait à l'introduction, à la multiplication et à l'observation simplifiée du comportement.

● De 1960 à 1970, on a pris conscience qu'il fallait certes développer les cultures d'exportation, mais aussi les rendre accessibles à un paysannat. De plus, l'implantation géographique de l'IRFA s'est considérablement étendue, nous mettant à même de comprendre qu'il existait tout un secteur de productions fruitières destinées au commerce local ou à la transformation, qui intéressait tous les États. Au cours de cette période, un effort particulier a été consenti à la recherche et au développement du manguier au Congo et au Mali, de l'anacardier à Madagascar, de l'avocatier au Cameroun et aux Antilles, du palmier-dattier en Mauritanie.

Si les travaux de recherches sur fruitiers tropicaux étaient, pour la plupart, voisins de ceux appliqués sur le bananier ou l'ananas, les thèmes en étaient généralement moins fondamentaux, car il fallait répondre rapidement aux besoins primaires du développement, à savoir :

- l'adaptation et le comportement des espèces à une zone écologique donnée,
- le contrôle d'une ou plusieurs maladies (par exemple, *Phytophthora* et *Cercospora* de l'avocatier),
- le contrôle de quelques prédateurs (cochenille blanche du palmier-dattier),
- la mise au point de techniques culturales simples.

A cette occasion, une stratégie de la recherche sur fruitiers a été élaborée, avec la mise en oeuvre de nouvelles méthodes de mesures et d'observations.

● De 1970 à 1977 ; au cours de ces dernières années, nos

activités se sont déplacées géographiquement. Pour diverses raisons, l'IRFA a été amené à se retirer du Congo, du Mali, de Madagascar et plus récemment de Mauritanie, entraînant la discontinuité des travaux de recherches particulièrement importants qui avaient été entrepris sur le manguier, l'anacardier et le palmier-dattier. Parallèlement, de nouvelles actions se sont développées en Haute Volta, à La Réunion, aux Antilles, en Guyane et en Algérie et dernièrement en Nouvelle Calédonie.

Ces dernières années ont montré qu'il ne fallait plus seulement faire pousser un fruitier nouveau dans une région donnée mais encore pouvoir expliquer les effets des facteurs de l'environnement sur le comportement des arbres. L'intervention de la pédologie, de la climatologie, de la phénologie, du diagnostic foliaire, ont permis d'apporter des éléments de réponse.

Enfin, deux évidences se sont imposées très nettement :

- l'efficacité pratique de la section Fruitiers demeure le meilleur garant de son avenir, à la condition que ses actions s'insèrent dans des thèmes scientifiques qui leur confèrent une portée plus générale.
- seules les opérations de développement, dont la faisabilité est établie, peuvent être à l'origine d'un intérêt pour la diversification des cultures fruitières ; la recherche étant maintenant programmée de plus en plus en fonction d'objectifs économiques à moyen et court terme.

Nos objectifs sont de natures différentes :

- développer les cultures fruitières pour satisfaire les besoins des populations, c'est-à-dire compléter les besoins vitaminiques des hommes en diversifiant leur alimentation, faire passer la consommation par habitant de 4 à 10 kg de fruits par an à 60-70 kg. C'est un objectif à long terme.
- dans certains pays, satisfaire le marché intérieur en se substituant aux importations de fruits qui peuvent être produits localement.
- développer les cultures fruitières faisant l'objet d'une demande à l'exportation. C'est un objectif à court et moyen terme pour des fruits comme l'avocat, la papaye, la mangue, le litchi, et pour La Réunion quelques fruits de contre-saison comme la fraise, la pêche, le raisin de table. Cet objectif impose des recherches dans le domaine de la conservation, du conditionnement et du transport.

- développer la technologie et la transformation industrielle.

La transformation des fruits est un objectif qui ne cesse de prendre de l'importance. Si parfois il s'agit de valoriser des écarts de triage ou des excédents de production, dans certains cas des productions fruitières peuvent être conduites dans le seul but de la transformation, par exemple la production de papaine, la fabrication de jus de grenadille, de jus et gelées de goyaves, la production d'amandes de cajou, etc.

Dans le domaine de la technologie, les progrès des techniques de conservation, en particulier la surgélation, permettront d'ouvrir de nouveaux marchés et par là même d'entraîner le développement et la création de nouveaux vergers.

- rechercher des méthodes de culture qui permettent de mieux amortir les investissements parfois élevés mais nécessaires à l'implantation d'un verger intensif. La recherche de cultures associées apporte une contribution à ce problème.

- créer des unités types de production.

L'expérience montrant que rien n'est sûr tant que nous n'avons pas réalisé nous-mêmes une culture ou rodé des techniques nouvelles, notre rôle est donc de déterminer pour chaque région, au travers des UTP, la gamme des cultures réalisables, les possibilités de la transformation industrielle, les modes de culture et les prix de revient.

On doit s'efforcer, dans ce rôle, de créer des modèles transposables et financièrement réalisables dans les conditions de chacun des pays dans lesquels nous travaillons.

- introduire, observer, cultiver des espèces fruitières aux productions particulières, par exemple les plantes dont les fruits ont un pouvoir édulcorant très élevé, comme le *Synsepalum dulcificum*, le *Thaumatococcus danielli*, le *Dioscoreophyllum cumensii*, l'*Abrus precatorius*.

- former les hommes qui, demain, seront des observateurs, des chercheurs, des techniciens, des arboriculteurs, des chefs d'exploitation.

C'est le dernier objectif que nous citons, mais ce n'est pas le moindre. Si les conditions écologiques sont satisfaisantes, si les conditions du marché sont favorables, si la technologie, au sens large, et les problèmes de transport, sont bien maîtrisés, si la rentabilité d'un projet est excellente, tout peut échouer si on ne dispose pas d'hommes motivés, aptes à réaliser sur le terrain une action de développement ou une activité de recherche.

Tous les objectifs proposés seront vains si on ne procède, en amont ou parallèlement, à la formation des hommes. Cette formation peut être obtenue sur des stations de recherches nationales ou étrangères, sur des unités de

recherches d'accompagnement, sur les UTP.

La réalisation de cet ensemble d'objectifs soulève des problèmes :

Au niveau de la recherche.

La diversité des espèces superposée à la diversité des climats sous lesquels nous travaillons impose, outre la réalisation d'une cartographie fruitière, d'arrêter des priorités par fruit et par thème de recherche. La conception et l'élaboration des programmes n'est pas toujours du seul ressort de la section Fruitiers de l'IRFA. Les États ou les organismes nationaux de recherches dans lesquels les agronomes sont détachés ont leur programmation et des impératifs propres à leurs besoins ; cette contrainte peut entraîner, dans des conditions écologiques identiques, à une certaine duplication des activités de recherche. Afin de progresser plus vite dans nos connaissances, il faut s'efforcer de limiter le double emploi et transposer au maximum ce qui peut l'être.

Certaines espèces fruitières ont des exigences climatiques voisines (papayer, grenadille jaune) ; d'autres ont des besoins très différents (anacardier, litchi). À l'exception de La Réunion, où on s'est efforcé d'avoir une station représentative de chaque grande zone climatique, on est généralement conduit à rassembler des espèces différentes dans une même situation géographique. De ce fait, on se trouve en situation privilégiée pour une ou deux espèces et en situation marginale pour d'autres. Cette situation marginale crée des problèmes d'adaptation, des problèmes phytosanitaires qu'il n'y aurait pas lieu d'aborder si on avait pu doubler les implantations.

Au niveau du développement et de la commercialisation.

Il n'est pas toujours facile de créer des vergers visant deux finalités : le marché local et l'exportation, car les besoins et les goûts des populations sont parfois opposés entre le citadin africain et le consommateur européen. Les exigences de chacun de ces marchés entraînent des coûts de production et des taux de rentabilité fort différents. Le handicap de la production fruitière à partir d'espèces pérennes réside dans les premières années non productives que nous nous efforçons de limiter quand cela est possible par l'introduction de cultures annuelles associées, qu'elles soit légumières, vivrières ou fruitières.

En supposant que toutes les conditions agronomiques soient favorables à un type de production fruitière destinée à l'exportation, on se heurte souvent à d'autres facteurs limitants comme :

- celui du transport :

- distances trop longues entre le lieu de production et le port ou l'aéroport d'embarquement,
- absence de possibilités de stockage réfrigéré,

- absence d'un moyen de transport régulier et adapté (navire frigorifique, navire porte-conteneur, avion cargo),
- celui du conditionnement :
 - nécessité d'importer des emballages,
 - contrôle insuffisant de la qualité des fruits avant embar-

- quement,
- celui des disponibilités en terre, des disponibilités en eau,
- celui de la mécanisation des traitements phytosanitaires,
- celui des approvisionnements en engrais et produits de traitement.

MÉTHODES DE TRAVAIL DE L'IRFA EN ARBORICULTURE FRUITIÈRE TROPICALE

CHRONOLOGIE

Quels que soient les thèmes de recherches retenus pour chacune des espèces fruitières qui nous préoccupent, une chronologie doit s'établir dans la manière d'aborder les problèmes. Comme nous l'avons déjà indiqué, la section «Fruitiers tropicaux» se trouve confrontée à la multiplicité des espèces et des variétés. Pour chaque espèce sur laquelle on a peu de données transposables, on est obligé de passer par les stades successifs suivants (figure 1).

- la connaissance du milieu,
- introduction de l'espèce,
- acclimatation en collection,
- screening variétal,
- étude de la multiplication,
- essais de comportement :
 - étude du complexe parasitaire,
 - étude du cycle (phénologie et en particulier floraison-nouaison),
 - étude de la taille et de la conduite,
 - étude des porte-greffe,
- essais densité,
- étude de la fertilisation (diagnostic foliaire),
- étude des besoins en eau (irrigation et ses effets sur le cycle),
- amélioration des techniques culturales (entretien, désherbage),
- mise au point des traitements phytosanitaires,
- étude de la récolte : critères de maturité, critères de qualité,
- étude de la conservation des fruits,
- étude de la transformation des fruits,
- études économiques,
- en marge, l'étude des brise-vent, l'étude des tuteurs pour les lianes comme : la grenadille, la barbadine, l'actinidia, l'étude des associations fruitières,
- études plus fondamentales :
 - multiplication végétative par culture de tissus,
 - hybridation, mutation, création de nouvelles variétés, constituants et leurs utilisations.

Il arrive parfois que des connaissances acquises sur un fruitier dans un pays donné soient transposables dans un

autre pays dont les conditions pédologiques et climatiques sont très voisines. Dans ce cas, de nombreuses étapes de l'organigramme peuvent être «brûlées», en particulier le screening variétal, l'essai comparatif, les techniques culturales classiques : à la limite, on peut entrer directement dans la phase de multiplication et de recherches d'accompagnement sur les essais fertilisation et les calendriers des traitements phytosanitaires pour déboucher rapidement sur les études économiques et la vulgarisation. Malheureusement, il existe souvent un facteur limitant ou des conditions écologiques fort différentes nous obligeant ainsi de suivre en grande partie le processus chronologique proposé ci-dessus.

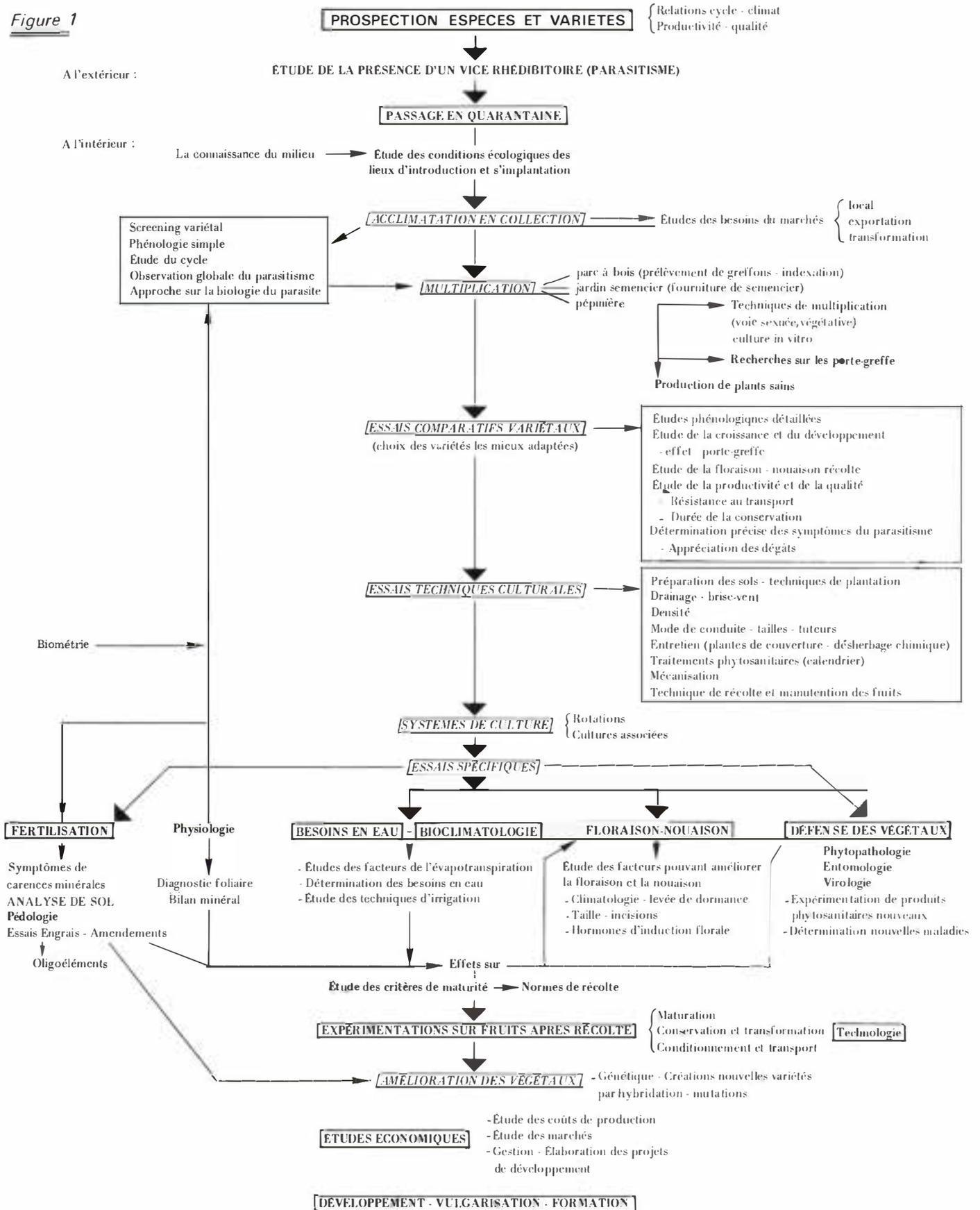
Quelques domaines peuvent dans leur principe être presque systématiquement transposés. Ce sont :

- la méthodologie de l'expérimentation et de l'observation,
- la symptomatologie des dégâts causés par les maladies et ravageurs,
- la symptomatologie des carences minérales,
- la symptomatologie des phytotoxicités dues aux herbicides ou autres produits de traitement,
- l'affinité porte-greffe/greffon,
- la tolérance d'un porte-greffe à certains types de sols ou à certaines affections parasitaires,
- les effets des brise-vent,
- la mécanisation de certaines techniques culturales,
- les travaux sur fruits après récolte :
 - la maturation,
 - la conservation,
 - le conditionnement, le transport,
 - la technologie des fruits transformés,
- les travaux de multiplication en enceinte contrôlée : bouturage sous brouillard, culture de tissus,
- connaissance de certains mécanismes de l'induction florale et les actions extérieures pouvant les influencer.

LA CONNAISSANCE DU MILIEU

Dans la méthodologie suivie par la section Fruitiers, la connaissance du milieu est un préalable indispensable à

Figure 1



toute implantation de cultures pérennes. Cette connaissance repose sur trois critères essentiels.

La climatologie.

La pluviométrie et plus particulièrement la répartition des précipitations conditionnent le choix des espèces fruitières, mais aussi la rentabilité de la production quand on est obligé de faire appel à l'irrigation ; inversement, on peut rechercher une saison sèche assez marquée, même de courte durée, pour assurer un repos végétatif et induire la floraison.

La température : les maxima et minima interviennent sur le choix des espèces et des variétés. Les chaleurs excessives peuvent contrarier la floraison et provoquer des troubles physiologiques et dans certaines zones d'altitude on prête attention au cumul des températures basses pour l'initiation florale et l'entrée en dormance des espèces tempérées ; enfin, l'amplitude peut intervenir sur la coloration et la qualité des fruits.

L'hygrométrie : une hygrométrie trop basse (< 30 p. 100) peut entraîner des dessiccations d'inflorescences et du feuillage ; une hygrométrie trop élevée et constante crée un milieu favorable au développement de certains champignons.

L'ensoleillement : le nombre d'heures de soleil et leur répartition interviennent sur le choix des espèces et des variétés, en particulier pour l'avocatier et le papayer.

Le vent et les perturbations cycloniques.

Généralement, on est amené à se protéger du vent par un quadrillage du verger avec des brise-vent. La connaissance du vent dominant intervient sur l'orientation à donner aux lignes d'arbres, sur le choix du site de la pépinière, sur la nécessité de prévoir un tuteurage ou encore sur le mode de conduite (forme libre ou forme palissée). Enfin, on essaye d'éviter, par le choix des variétés, d'être en phase de récolte pendant la période cyclonique (Réunion).

La pédologie.

D'une façon générale, les qualités physiques des sols revêtent la plus grande importance en arboriculture ; il est en effet toujours plus onéreux et plus difficile d'améliorer la structure, la profondeur, l'assainissement d'un sol plutôt que de modifier ses propriétés chimiques.

Afin d'éviter un facteur limitant, voire nuisible et irréversible, comme la présence d'une cuirasse à faible profondeur, une quantité d'éléments fins trop élevée (limon + argile > 60 p. 100), la remontée d'une nappe phréatique à faible profondeur, il est nécessaire de procéder, avant toute implantation d'arbres fruitiers (verger ou expérimentation) à l'étude de profils, à l'analyse physique et chimique par horizon jusqu'à 1 m - 1,50 m. Cette manière de procéder permettra d'éliminer les sols trop hétérogènes qui, de ce fait,

ne peuvent supporter une expérimentation et plus généralement les sols peu profonds, imperméables et asphyxiants, favorables au développement de certaines maladies, et peu propices à un bon enracinement. Il est évident que les caractéristiques chimiques d'un sol ne sont pas négligeables et qu'il est toujours préférable de choisir un sol riche en bases échangeables avec un pH neutre à légèrement acide.

L'environnement.

Tout projet d'expérimentation ou d'implantation de verger doit tenir compte des facteurs de l'environnement.

Le relief : une morphologie du terrain particulièrement accidentée imposera certaines techniques culturales comme la confection de terrasses ou les dispositifs en courbes de niveau, soit pour lutter contre l'érosion, soit pour permettre l'accès aux opérations culturales mécanisables et l'évacuation des fruits. La topographie intervient également dans le choix du dispositif ou de la technique d'irrigation.

La disponibilité en eau : à partir des données météorologiques, des caractéristiques physiques du sol, de la topographie, des besoins propres de chaque espèce, on estimera les besoins en eau mois par mois. Et, partant de ces besoins, on décidera de l'implantation du verger en fonction des ressources en eau (rivière, nappe phréatique, impluvium, etc.) pouvant satisfaire ces besoins. A cet effet, la qualité des eaux disponibles sera contrôlée, en particulier les teneurs en sels de sodium et les charges diverses qui peuvent imposer un système de filtration plus ou moins poussée dans le cas d'une irrigation à débit réduit (goutte à goutte - microjet).

La situation géographique : l'accès et les facilités de transport sont à considérer tant pour la main-d'oeuvre et les approvisionnements que pour les évacuations des récoltes vers les marchés de consommation.

INTRODUCTION DU MATERIEL VEGETAL LES PROBLÈMES DE MULTIPLICATION

L'introduction d'une espèce ou d'une variété nouvelle dans un pays a conduit et conduit encore les agronomes de l'IRFA à se pencher sur les problèmes de multiplication. On ne décrira pas ici les caractéristiques d'une pépinière, mais on peut rappeler au lecteur les différentes techniques de multiplication des espèces fruitières arbustives employées par les agronomes et techniciens de l'IRFA. On se souviendra, à cet effet, qu'il n'existe pas de technique universelle pour chaque fruitier, mais que des conditions climatiques particulières imposent de choisir une méthode plutôt qu'une autre.

Les arbres fruitiers dont nous avons la charge se reproduisent de deux manières.

Par voie végétative.

Cette voie asexuée permet de transmettre intégralement le patrimoine héréditaire et de ce fait reproduire fidèlement tous les caractères du pied-mère. Ce mode de propagation est largement dominant en arboriculture fruitière intensive ; il recouvre les trois grandes techniques suivantes :

Le marcottage.

Il peut être utilisé pour quelques espèces :

- il est naturel chez l'arbre à pain (rejets) et chez le fraisier (stolons),
- il peut revêtir différents aspects artificiels :
 - couchage simple ou archet utilisé pour la vigne et les passiflores,
 - couchage en serpenteau utilisé pour la grenadille,
 - marcottage en butte ou en épée, utilisé parfois pour le goyavier et le carambolier, et plus généralement pour les porte-greffe du pommier et du poirier,
 - marcottage aérien : cette forme de marcottage est la plus utilisée en arboriculture fruitière tropicale pour la multiplication du litchi, du goyavier et du mangoustanier.

Le bouturage.

Il consiste à séparer une fraction de végétal (tige, racine, feuille, tissu) et à la mettre dans des conditions favorables à la rhizogénèse.

Toutes les espèces ne se prêtent pas à ce type de multiplication malgré l'utilisation d'artifices comme les bassinages, le brouillard artificiel, l'utilisation d'auxines ou les techniques sophistiquées de laboratoire. Les méthodes de bouturage sont variées.

Le bouturage en plançon se pratique avec de gros rameaux, aotés pour les espèces à enracinement facile comme le figuier.

Le bouturage par rameaux ligneux défoliés : il se pratique sur des bois d'un an prélevés sur des arbres en repos végétatif. L'actinidia, le goyavier, le figuier, la vigne se prêtent bien à cette technique (photo 1).

Le bouturage par rameaux ligneux feuillés : seules les feuilles supérieures sont conservées ou habillées. Cette technique sous ombrière est souvent doublée d'emploi d'auxines, de brouillard artificiel ; elle donne de bons résultats avec le goyavier.

Le bouturage de rameaux herbacés ou semi-herbacés : avec les mêmes contraintes que précédemment, cette technique est employée pour le goyavier, la grenadille, l'avocatier, certains porte-greffe d'espèces fruitières tempérées.

Le bouturage d'yeux et de feuilles : cette technique est utilisée pour le figuier, parfois pour la vigne et le pêcher.

Le bouturage de tissus : la multiplication de certaines espèces fruitières à partir de cultures de méristèmes sur milieu artificiel tend à se développer.

Cette technique, parfaitement au point pour la multiplication du fraisier, fait l'objet actuellement de recherches dans quelques laboratoires spécialisés. C'est une technique de multiplication *in vitro* rapide qui permet, en outre, la régénération de certaines espèces atteintes de viroses.

Pour sa part, l'IRFA se propose d'aborder cette technique pour la multiplication du palmier-dattier et les porte-greffe de l'avocatier.

Le greffage.

Cette méthode de multiplication est la plus employée en arboriculture fruitière. Elle consiste à unir deux ou plusieurs parties de végétaux par soudure de tissus vivants. Cette soudure s'obtient en mettant en contact les assises génératrices du sujet et du greffon.

Le greffage permet non seulement de conserver les caractères de la variété mais encore d'améliorer les espèces spontanées en les greffant sur elles-mêmes, d'introduire et d'adapter des espèces ou des variétés étrangères sur des espèces locales, de conférer des caractères de tolérance ou de résistance à certaines espèces ou variétés par le biais du porte-greffe (tolérance à certaines maladies, tolérance à certains facteurs limitants du milieu (froid, sécheresse, humidité excessive, acidité, alcalinité, sels, etc.).

La réussite du greffage est conditionnée :

- par l'affinité du porte-greffe avec le greffon,
- par le choix du porte-greffe et du greffon (grosesse et âge),
- par le stade végétatif du porte-greffe et du greffon,
- par l'habileté du greffeur,
- par les soins donnés pendant et après greffage (ligaturage, engluage, effeuillage, désongletage, etc.),
- par les conditions du milieu.

Les techniques de greffage utilisées à l'IRFA sont très variables ; elles dépendent des espèces concernées, des conditions du milieu et des habitudes locales.

La greffe par approche : c'est une technique utilisée pour le manguié, le goyavier et l'arbre à pain, une variante appelée greffe en pont ou inarching peut être utilisée pour régénérer ou pour sauver des arbres atteints de gommoses au niveau du collet.

La greffe anglaise : simple ou compliquée, est utilisée pour la vigne ou les anonacées.

La greffe en placage de côté est utilisée pour la multiplication de l'avocatier et du manguié.

La greffe en couronne est utilisée pour le greffage de gros

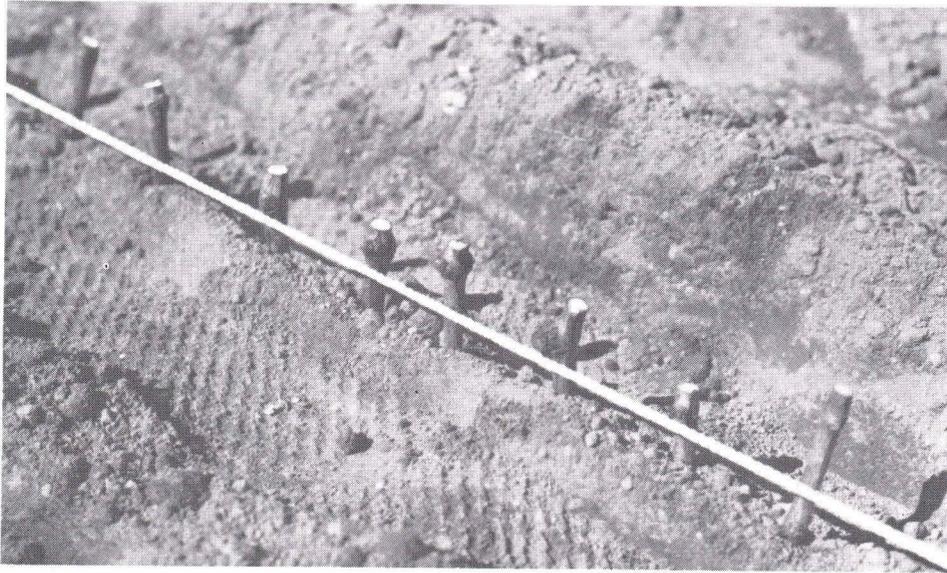


Photo 1. Bouturage de la vigne à la Réunion.



Photo 2. Jeune porte-greffe d'avocatier Waldin avant greffage.

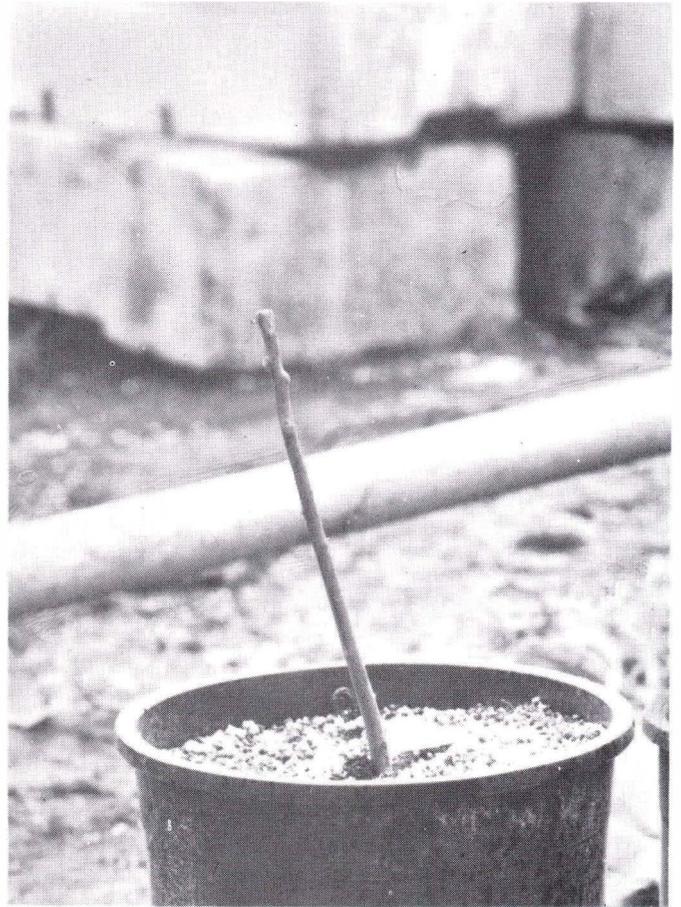


Photo 3. Rabattage et défoliation du porte-greffe avant greffage.

4.

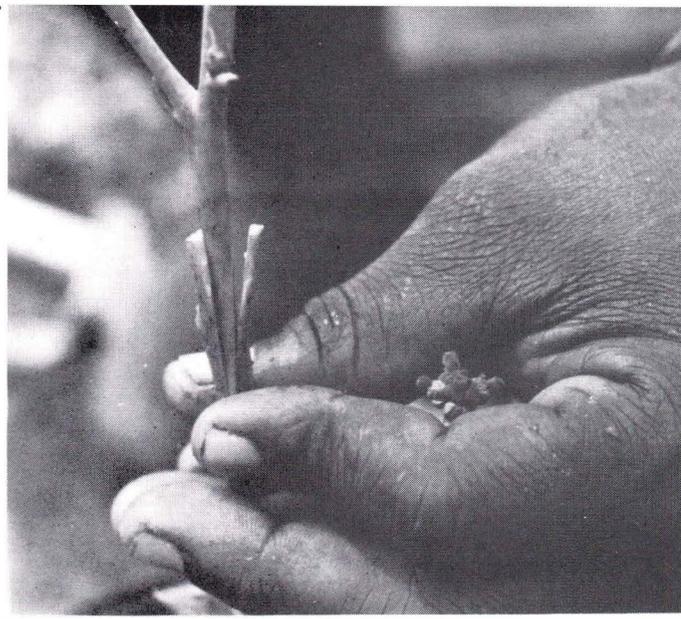


Photo 4. Pratique de la fente en tête du porte-greffe.

Photo 5. Pose du greffon sur le porte-greffe.

Photo 6. Ligaturage du greffon sur le porte-greffe.

Photo 7. Débourrement du greffon trois semaines après greffage.

Photo 8. Jeunes plants d'avocats greffés, variété Lula.



6.



7.



8.

objets comme le goyavier et le manguié ou comme technique de surgreffage.

La greffe en fente : en tête après rabattage ou de côté, cette technique est la plus utilisée à l'IRFA pour la multiplication du manguié et de l'avocatier (photos 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8).

La greffe d'oeil ou en écusson : cette technique de greffage quasi-universelle pour les agrumes et les rosacées fruitières est beaucoup moins utilisée pour les autres espèces tropicales qui nous préoccupent, sauf quelques variantes rarement utilisées, comme la greffe à la plancha et la greffe en flûte (pacanier).

Dans chaque situation nouvelle, l'IRFA est parfois amené à refaire un choix parmi les multiples techniques de greffage pour n'en conserver qu'une ou deux par espèce.

Par voie sexuée.

Il s'agit, bien sûr, de la technique de multiplication la plus simple puisqu'elle consiste à faire des semis. Pour certaines espèces hermaphrodites ou polyembryonnées, cette technique permet de reproduire fidèlement les caractères de la variété ou d'une population.

Elle est utilisée pour la multiplication des porte-greffe de l'avocatier, du manguié, du mangoustan, de la grenadille, du pêcher et des citrus d'une façon générale.

Elle est utilisée pour la multiplication de certaines espèces en franc de pied, comme les manguiers polyembryonnés, le goyavier, le papayer, l'anacardier, la grenadille, le macadamier.

Les techniques de semis ne font plus l'objet de recherches particulières à l'IRFA qui recommande d'utiliser des semences prélevées sur des fruits cueillis et non pas sur des rebuts de récolte tombés à terre.

Les précautions d'usage qu'il convient de ne pas oublier sont :

- la conservation des semences dans des locaux frais et secs,
- la désinfection du sol du germe ou du mélange terreux utilisé dans les pots, à l'aide de fumigant ou de la chaleur,
- l'ombrage, réduit progressivement avec la levée des semences et les bassinages.

A la charnière de la multiplication par semis et de la multiplication par greffage se situe la recherche sur les porte-greffe, largement explorée dans le domaine des citrus, mais restant très ouverte pour toutes les autres espèces fruitières, en particulier parmi les fruitiers tropicaux : l'avocatier, le manguié, la grenadille, et parmi les fruitiers tempérés : le pêcher, le pommier, le prunier.

Nous développerons les préoccupations de l'IRFA dans le domaine des porte-greffe au niveau de chaque espèce.

ACCLIMATATION EN COLLECTION CRÉATION DE RÉSERVES GÉNÉTIQUES

Bien que de nombreuses espèces fruitières aient une souplesse d'adaptation assez grande, on ne connaissait pas, a priori, leur réaction aux différents milieux dans lesquels elles allaient être implantées. La création de collections nous a permis de procéder à des travaux de base, comme le screening variétal, l'étude du cycle à partir d'une phénologie simplifiée, l'étude globale du parasitisme, la qualité et parfois quelques notions sur la productivité. Nos connaissances actuelles sur les fruitiers tropicaux nous permettent de franchir partiellement cette étape qui a été longtemps de rigueur sur les premières stations de l'IRFA.

Afin d'éviter la répétition d'un catalogue pour chacun des pays dans lesquels l'IRFA a implanté des collections, nous donnerons ci-après l'inventaire global des espèces et variétés cultivées actuellement sur les différentes stations de l'IRFA ou centres de recherches cités au début de cette publication. Par souci de simplification, l'ordre alphabétique a été retenu, du fait que certaines espèces ne sont pas tropicales strictes et qu'inversement certaines espèces tempérées peuvent s'acclimater dans les climats tropicaux d'altitude.

L'abricotier : *Prunus armeniaca* L. - *Armeniaca vulgaris* LA LAMK. - Rosacées.

Variétés : Amal, Bergeron 115, Cafona, Canino, Luizet, Polonais, Rouge du Roussillon, Sayeb, Sereara.

L'abricotier des Antilles : *Mammea americana* L. - Clusiacées.

L'actinidia : ou grosseiller de Chine ou Kiwi ou Yang tao - *Actinidia chinensis* PLANCH. - Actinidiacées.

Variétés mâles : Matua, Tomuri

Variétés femelles : Monty, Hayward, Abbot, Bruno, Allison.

L'amandier : *Prunus amygdalus* BATSCH - Rosacées.

Variétés : Nec plus ultra, Thompson, Texas, Ferragnes, Marcona, Non pareil.

L'anacardier , ou pomme cajou : *Anacardium occidentale* L. - Anacardiées. Divers cultivars locaux, et sélections en provenance du Brésil.

L'arbre à pain : *Artocarpus incisa* L. - Moracées. Quelques cultivars issus de sélection clonale.

L'attier , ou pomme cannelle : *Annona squamosa* L. - Annonacées.

L'avocatier : *Persea americana* M.K. - Lauracées - *Persea gratissima* GAERTN.

La plupart des variétés d'avocats présentes dans nos collections (une centaine) sont des hybrides inter-raciaux :

- Mexicains - Guatémaltèques
- Mexicains - Antillais
- Guatémaltèques - Antillais

- Anaheim, Arue, Atlixco, Bacon, Benedict, Bel Air, Black round, Blake, Booth 1, Booth 3, Booth 7, Booth 8, Buttler, Caliente, Carlsbad, Chavannier n°2, Chica, Choquette, Clifton, Collinson, Corona, Dickinson, Duke, Dutton, Edranol, Emerald, Ettinger, Fairchild, Fajardo, Fuca, Fuchsia, Fuerte, Fuerte Mac Arthur, Fuerte Mac Donald, Fuerte Mac Dougall, Fuerte Tonto, Fuerte Whedon, Ganter, Gottfried, Gregory Santa Cruz, Grippina, Hall, Hass, Hellen, Hickson, Irving, Itzamma, Jalna, Jerma, Kakaluu, Linda, Lula, Mac Donald, Mesa, Mexicola, Monroe, Moore, Nabal, Nelson, Nowels, Nushikawa, Panchoy, Pernod, Persea Nubigena, Peterson, Pollock, Puebla, Regine, Rhuele, Rincon, Rodiles, Ryan, Sharwil, Shown T6, Shawn 52, Schneider, Silliman, Simmonds, Simpson, Stilman, Taylor, Thille R8, Toltec, Tonnage, Topa Topa, Utuado, Waldin, Wilder, Wright, Winslowson, Zutano.

- 10 variétés locales au Cameroun
- 12 variétés locales à La Réunion
- 3 variétés locales en Corse

Le badamier : *Terninalia catalpa* - Combretacées.

La barbadine : *Passiflora quadrangularis* L. - Passifloracées

Le bibacrier : (néflier du Japon) : *Eryobotrya japonica* L. - Rosacées.

Variétés : Early Gold, Tanaka, Advance, Baffico, B.B., Champagne, Champagne de Grasse, Clarin, Docteur Trabut, El Hagch Syrie, Fraciceia n°2, Joffre, Kanro, Leon Duclelier, Mme Maire, Mme Perronc, Mme St Laurent, Otaviani, Première de Tipa, St Michel, Sanguine, Serda, Taza, Thales, Vanille, Victor.

Le carambolier : *Averrhoa carambola* L. - Oxalidacées.

Le cachimantier ou coeur de boeuf : *Annona reticulata* L. - Annonacées.

Le carissa : *Carissa grandiflora* DC. - Apocynacées.

Le caimitier : *Chrysophyllum caimito* L. - Sapotacées.

Le canistel : *Lucuma nervosa* A. DC. - *Richardella nervosa* PIERRE - Sapotacées.

Les cerisiers : le terme de cerisier désigne des arbres fort différents selon qu'il s'agit d'espèces tropicales ou d'espèces tempérées.

Les cerisiers tempérés : *Prunus avium* L. et *Prunus cerasus* L. - Rosacées.

Variétés : Bigarreau, Burlat, Reverchon, Napoléon, Heddelfingen, Tardif de Vignola, Ulster.

Les cerisiers tropicaux :

Le cerisier du Brésil : *Eugenia brasiliensis* LAM. - Myrtacées.

Le cerisier de Cayenne : *Eugenia uniflora* L. - *Eugenia michelli* LAMK. - Myrtacées.

Le cerisier des Antilles : *Malpighia puniceifolia* L. - Malpighiacées.

Le châtaignier : *Castanea sativa* MILLER - Fagacées.

Variétés : Marigoule - Maraval.

Le cherimolier : *Annona cherimolia* M. H. - Annonacées.

Le colatier : *Cola nitida* SCHOTT and ENDL. - Sterculiacées.

Le corossolier : *Annona muricata* L. - Annonacées.

Le dattier : *Phoenix dactylifera* L. - Palmiers - Différents cultivars de dattes molles et dattes sèches.

Le doyalis : *Aberria caffra* HARVEY et SOND. - Flacourtiacées.

Le feijoa : *Feijoa sellowiana* BERG. - Myrtacées.

Le figuier : *Ficus carica* L. - Moracées.

Variétés : Blanquette, Caromb - Parisienne.

Le fraisier : *Fragaria vesca* - Rosacées.

Variétés : Sequoia et autres introductions en cours à La Réunion.

Le framboisier : *Rubus idoeus* L. - Rosacées.

Variétés : Heytor, Loyd George, Schoeneman, Zeva.

Le goyavier : *Psidium guayava* L. et Ps. - Myrtacées.

Variétés : Acide speer, Red hybride, Large White, Patricia, Stone, Red Supreme Ruby, Supreme, Elisabeth, Supreme Ruby, Pink Indian, Senteno prolific, Seedless indonesia.

Le goyavier fraise : *Psidium cattleianum* L. et Ps.

Le grenadier : *Punica granatum* L. - Punicacées.

La grenadille : *Passiflora edulis* SIMS. - Passifloracées.

Différents cultivars de grenadille violette et de grenadille jaune (*flavicarpa*).

Le jacquier : *Artocarpus integrifolia* L. - Moracées.

Le jujubier : *Ziziphus jujuba* MILL. - Rhamnacées.

Le kaki : *Diospyros kaki* L. - Ebenacées.

Le litchi : *Litchi chinensis* SONN. - Sapindacées.

Différents cultivars réunionnais et mauriciens.

Le longanier : *Nephelium longana* - Sapindacées.

Le manguiier : *Mangifera indica* L. - Anacardiacees.

Variétés : Amélie, Améliorée du Cameroun, Alphonse, Alphonse de Goa, Alphonse Hawaï, Antongombato, Aristide, Auguste, Baissac, Baratier, Bedami rouge, Bewerley, Brooks, Cambodiana, Carabao, Carotte, Champaux, Cyrille, Dabsha, Dabsha drannet, Davis Haden, Divine, Dixon, Early Gold, Eldon, Espérance, Emile, Figette, Francis, Haden, Indissina, Irwin, Julie, José, Léonard, Kent, Keitt, Mabruka, Miami late, Orphée, Pahieri, Palmer, Peterpasand, Romanea, Rosa, Ruby, Sabre, Sabot, Sensation, Sibil, Springfield, Smith, Taymoor, Valencia, Victoria, Xoai Cat-Mytho, Yellow, Zill.

De nombreux autres types locaux sont présents dans les collections du Cameroun, de Côte d'Ivoire, du Sénégal et de La Réunion.

Le mombin : *Spondias mombin* L. - Anacardiacees.

Le mangoustancier : *Garcinia mangostana* L. - Guttifera-cées.

La naraugille : *Solanum guitoense* LAM. - Solanacées.

Le noisetier de Cayenne ou pachirier à gros fruits : *Pachira macrocarpa* WALP. - Bombacées.

Le noyer : *Juglans regia* L. - Juglandacées.

Variétés : Mayette et Franquette.

Le noyer du Queensland : *Macadamia ternifolia* FV. MUELL., *Macadamia integrifolia*, *Macadamia tetraphylla* Proteacées.

Le pacanier : *Carya illinoensis* KOCH. - Juglandacées. (noix de Pecan).

Variétés : Burkett, Delmas, Elisabeth, Mahan, Moore, Royal, Select.

Le papayer : *Carica papaya* L. - Caricacées.

Variétés : Solo n°8, Sunrise, Honeydew, Waimanalo, Kapoho, Wilder, Higgins, Red Panama, Maradol roja - Divers cultivars locaux.

Le pêcher : *Prunus persica* BATSCH., *Amygdalus persica* LIN. - Rosacées.

Variétés de pêches à chair blanche : Amsden, Charles Roux, Cullemborg, Flordahome, Genadix 4, 5, 6, 7, Henri Moulin, Mme Girard, Maryflower, Maryflower précoce, Michelini, Redwing, Robin, Springtime, Vitry blanche, White Knight 1, 2.

Variétés de pêches à chair jaune : Amsden gold, Candor, Cardinal, Dixired, Earliglop, Earlired, Early Amber, Early Red haven, Fair Haven, Fevrier, Flordebelle, Flordared, Flordasun, Garnet Beauty, Grand Bois, Halehaven, Isautier, July Ledy, June Gold, Loring, Merrill Fortyniner, Merrill Gemfree, Merrill Sundance, Red Cap, Redhaven, Redtop, Royal April, Royal Gold, Royal May, Rubidoux, S 36-37, Southland, Springercrest, Springgold, Suncrest, Sunhaven, Velvet, Vitry jaune.

Nectarines à chair blanche : Fuzalode, Morton, Mehaignery, Nectaheart, Nectarose, Silverlode.

Nectarines à chair jaune : Armking, Crimson gold, Earlysun grand, Fantasia, Fuzador, Independance, Mayred, Nectared 2, 4, 6, Red june, Summergrand.

Pavies : Babygold 6, Loadel, Shalil, Shasta, Suncling, Vesuvio, Vivian.

Le pistachier : *Pistacia vera* L. - Anacardiacees.

Variétés : Achouri d'Alep, Achouri free, Batouri free, Male B.

Le poirier : *Pyrus communis* L. - Rosacées.

Variétés : Gentil Bianca, Dr Jules Guyot, Beurré d'Amanlis, Starking delicious, Williams, Packam's triumph, Louise bonne d'Avranche, Epine du Mas, Baldwin, Chemivèh d'Ispahan, Doyenne du Comice, Conférence, Gal Leclerc, Beurré Hardy, Passe Crassane, Highland, Précoce de Trevoix.

Le pommier rose : *Eugenia jambos* L. - Myrtacées.

Le pommier «Malac» : *Eugenia malaccensis* - Myrtacées.

Le pommier Cythère : *Spondia dulcis* - Anacardiacees.

Le pommier : *Pyrus malus* L. - Rosacées.

Variétés : Dr Lesage, Nouvelle Europe, Grand Alexandre, Allison's Pearman, Blacke Mac Intosh, Golden delicious, Bismark, Franklin, Jonathan, Winter Banana, Improved blackstayman, Anna apple, Jersey Mac, Akane, Vistabella, Beacon, Idared, Mutsu, Belle de Boskoop, Tydeman's early worcester, Reine des reinettes, Belrène, Topred, Granny smith, Sign Tillisch, Ein schemer et hybrides INRA sous n°.

Le prunier domestique : *Prunus domestica* L. - Rosacées.

Variétés : Bonne de Bry, Coc's Golden Drop, Erite, Formosa, Hackman, Laxton's, Utility, Mirabelle de Metz, Mirabelle de Nancy, Quetsche d'Alsace, Reine Claude, Althan, RC Dorée 1119, RC Dorée 1380, RC violette, Stanley.

Le prunier japonais : *Prunus salicina* LINDL. - Rosacées.

Variétés : Golden Japan, Kelsey, Methley 2733.

Le prunier de Chine ou de Madagascar : *Flacourtia ramontchi* L'HERIT. - Flacourtiacées.

Le safoutier : *Pachylobus edulis* G. DON - Burseracées.

Le sapotier : *Casimiroa edulis* LA LAVE et LEX. - Rutacées.

Le sapotillier : *Achras sapota* L. - Sapotacées.

Le synsepalum : *Synsepalum dulcificum* DANIELLI. - Sapotacées.

La vigne : *Vitis vinifera* - Vitacées.

Variétés indiennes et sud-africaines : Anab et Sahi, Thomson seedless, Queen of the vineyard, Barbarossa, Golden muscat, Lucille, Golden city, Kristal, Pirabella, Champagne, Othello.

Variétés de cuve : Sauvignon blanc, Pinot chardonnay, Melon, Chemin blanc, Folle blanche, Semillon, Gamay, Pinot noir, Cat, Cabernet franc, Merlot, Alicante Bouschet, Cinsault, Carignan.

Variétés de table : Madeleine Angevine, Oberlin, Panse précoce, Muscat, Reine des vignes, Chasselas doré, Admirable de Courtillier, Madeleine noire, Cardinal, Muscat de Hambourg, Alphonse Lavallée, Frankenthal.

Hybrides de table : dattier de St Vallier, Muscat de St Vallier.

Hybrides de cuve : Landal, Chambourcin, Plantet, Villard noir.

Il est nécessaire de préciser que ces collections, en particulier celles ayant trait aux fruitiers tempérés, sont évolutives. Sachant que la réserve génétique existe en France, il n'est plus utile de conserver une centaine de variétés de fruitiers tempérés si une dizaine seulement donnent des résultats satisfaisants après une phase de screening de quelques années.

La plupart des espèces et variétés tropicales peuvent être cédées, en fonction de leur mode de multiplication, sous forme de greffons, boutures, marcottes, semences ou jeunes scions prêts à planter, lorsque la cession a fait l'objet d'une commande préalable. Mais nous tenons à attirer l'attention du lecteur sur les risques et les dangers de faire circuler du matériel végétal à travers les frontières sans précautions préalables.

Si l'introduction ou l'exportation d'une espèce par voie de semence présente généralement peu de danger, par contre tout ce qui touche à la multiplication végétative (jeune scion, greffon, marcotte, bouture) peut entraîner, sans malveillance, l'introduction d'une nouvelle maladie ou d'un nouveau prédateur.

En principe, tout matériel végétal devrait :

- être issu de pieds-mères garantis indemnes de maladies, viroses, bactérioses, mycoplasmoses connues,
- être mis en quarantaine sous cage d'isolement ou sous serre pour être observé et indexé avant d'être mis en place en plein champ.

Ces précautions draconiennes ne sont pas toujours prises et malheureusement il nous arrive de constater que manifestement certaines maladies ou certains ravageurs ont été introduits par l'homme, à cause de sa négligence ou de son ignorance.

C'est à partir de réserves génétiques ou collections qu'on peut constituer, pour la multiplication, des jardins semenciers et des parcs à bois. Sur ces mêmes collections, les premières réactions de la plante au milieu sont étudiées : ces premières observations s'inscrivent dans un screening variétal de premier niveau ou de deuxième niveau, doublé d'observations sur les grandes phases végétatives et la recherche de facteurs limitants dus à un parasitisme spécifique.

Le screening variétal.

Il est considéré de premier niveau quand on ne connaît rien du comportement d'une espèce ou d'une variété sous un nouveau climat sur lequel on a peu d'informations : c'est le cas des fruitiers tempérés de La Réunion. Dans ce cas, la collection est évolutive et de courte durée, les arbres sont plantés à forte densité : 3 x 2 - 2 x 2, et en faible quantité. Sur ces parcelles, on cherche seulement à savoir si l'arbre végète, fleurit, donne des fruits.

Il est considéré de deuxième niveau quand on a déjà des connaissances transposables sur l'espèce, mais peu sur la variété et quand on connaît bien les composantes du climat. A l'IRFA, on se trouve généralement dans cette situation. Ce type de screening est de plus longue durée et les arbres sont plantés dans des conditions jugées a priori comme satisfaisantes pour pouvoir observer et interpréter leur comportement. Dans ces parcelles, le nombre d'arbres par variété ou par espèce est au minimum de 2 et exceptionnellement supérieur à 8 ou 10. La plupart des observations qui sont effectuées sur ces collections sont globales, c'est-à-dire à l'échelon de la parcelle ; elles consistent à noter :

- les grandes phases végétatives et leur variation en fonction des conditions climatiques,
- la récolte (quantité, qualité),
- les symptômes du parasitisme et la détermination des agents en cause.

Après dix ans d'observations, la plupart des espèces tropicales sur lesquelles nous sommes amenés à travailler ont atteint leur complet développement. Nous considérons qu'une décennie d'observations est suffisante pour faire un bilan sur le comportement et pour prendre une décision quant au devenir de la collection ; où bien on ne conserve

que quelques variétés pour la multiplication ; dans ce cas on crée un parc à bois ou un jardin gramier, ou bien on conserve l'espèce botanique et alors on crée un arboretum limité à quelques exemplaires par espèce. Bien souvent, certains résultats significatifs permettent de passer au stade :

- de la recherche sur les porte-greffe,
- des essais comparatifs variétaux avant la fin de la décennie.

Le screening porte-greffe.

Ce type de recherche est comparable au premier niveau du screening variétal si on étudie simplement l'affinité. Il est comparable au deuxième niveau si on recherche l'influence du porte-greffe sur le cycle et la productivité. L'issue de ces observations est généralement la création d'un jardin semencier dont les fruits procureront les semences pour la pépinière ; plus rarement, il s'agira d'une marcotterie quand les porte-greffe sont multipliés végétativement.

Notons enfin que les screening multilocaux de type collection de premier niveau permettent de faire une cartographie fruitière par espèce.

LES ESSAIS COMPARATIFS VARIÉTAUX

Ces essais sont mis en place lorsqu'on doit faire un choix parmi plusieurs variétés (ayant déjà donné de bons résultats en collection), en fonction des critères de sélection qu'on s'est proposés au protocole. Les essais peuvent être simples : comparaison de plusieurs variétés entre elles; ils peuvent être complexes : comparaison de plusieurs associations ; porte-greffe/greffon (variété).

«In fine», si l'essai se propose de comparer deux variétés, on peut adjoindre, quand cela est possible ou souhaitable, par souci de gain de temps, un deuxième facteur de variation qui peut être l'effet de la date de plantation, l'effet d'un élément ou d'une fumure différente, l'effet de l'irrigation, etc. Les critères de sélection sont très variables en fonction des espèces, en fonction du milieu, en fonction de la destination de la récolte. Ceux-ci seront décrits successivement dans les chapitres réservés à chaque plante. On peut indiquer cependant que la comparaison entre variétés peut se faire sur la base d'un caractère observé ou d'un ensemble de caractères. Par exemple, on peut limiter l'essai comparatif à la précocité et à la productivité dans d'autres cas où le caractère précocité est sans intérêt ; mais on s'attachera plus au caractère résistance à certaines maladies, au caractère qualité du fruit, ou au caractère teneur en huile, ou au caractère résistance au transport, etc.

La nature de ces essais permet de faire des études plus approfondies sur le cycle de la plante. Les arbres d'une même parcelle ou d'un même traitement ayant été sélectionnés dès la plantation, les conditions de culture et de milieu étant homogènes et bien connues, il devient possible d'utiliser l'excellent outil qu'est la phénologie.

Si avec le fraisier, le papayer, la grenadille, ces essais sont de courte durée, avec les espèces pérennes ils peuvent occuper le terrain 6-8-10 ans. Une telle durée permet, dans certains cas, à d'autres disciplines que l'agronomie de s'intéresser à ces essais, comme support :

- des études sur la parasitologie (symptomatologie des dégâts et biologie des prédateurs ou des champignons),
- des études sur le diagnostic foliaire et le bilan minéral.

- des études sur la parasitologie (symptomatologie des dégâts et biologie des prédateurs ou des champignons),
- des études sur le diagnostic foliaire et le bilan minéral.

Le temps et l'espace nécessaires pour ces essais montrent combien il est important de passer auparavant par une phase de screening avant de faire un premier choix entre quelques variétés.

Il faut bien rappeler que ce type d'essai est très dépendant des conditions du milieu dans lequel il se déroule et que si on souhaite faire une vulgarisation assez large des résultats, il est absolument indispensable de répéter l'essai variétal dans l'espace dans des conditions voisines et dans des conditions différentes.

Les essais variétaux «multilocaux» permettent de faire la cartographie d'un pays par variété, par exemple :

- tranches d'altitude à La Réunion pour les besoins en froid des fruitiers tempérés,
- isohyètes, amplitude thermique et insolation pour les variétés d'avocatiers au Cameroun,
- pluviométrie et hygrométrie à l'époque de la maturité des fruits pour les variétés de dattiers en zone saharienne et sahélienne.

LES ESSAIS TECHNIQUES CULTURALES

Nous ne nous étendons pas sur ce chapitre au niveau des généralités «tous fruits» car bien souvent certaines techniques culturales sont propres à chaque espèce (taille, mode de conduite, densité). Nous retiendrons ici les problèmes soulevés par l'ensemble des espèces fruitières. Ils concernent :

- la préparation du sol,
- l'entretien du sol,
- le drainage,
- les brise-vent.

Aucune expérimentation chiffrée ayant fait l'objet d'un protocole n'a été mise en place à l'IRFA au cours de ces dernières années. Seules les observations, l'expérience et le bon sens nous conduisent à conseiller certaines techniques culturales préliminaires, qui relèvent plus de l'aménagement du milieu :

- la préparation du sol passe par le défrichage, le défoncement mécanique ou manuel (trouaison), le sous-solage, les façons superficielles de nivellement ;
- drainage en sols lourds peu filtrants par fossés à ciel ouvert et plantation des arbres sur billon ou sur butte.

L'entretien du sol en cours de culture.

Les techniques proposées sont variables en fonction de l'espèce cultivée, du climat, de la nature du sol et de la topographie. Le sol peut être maintenu propre (non cultivé) soit par des travaux superficiels fréquents, soit par des applications d'herbicides.

Le sol peut être maintenu enherbé soit naturellement par fauchage et gyrobroyage répétés de la végétation spontanée, soit par l'entretien d'une culture fourragère de légumineuse ou de graminées, fauchée régulièrement ou enfouie une fois l'an, soit par l'entretien d'une plante de couverture (*Pueraria*, *Stylosanthes*).

Le sol peut être occupé temporairement les premières années (interlignes) par une culture légumière (aubergine, haricot, tomate), par une culture vivrière (maïs, niébé), ou une autre culture fruitière (papayer, fraisier, ananas).

Quelle que soit la technique retenue, l'IRFA recommande vivement de toujours maintenir le sol propre à l'aplomb des arbres et d'installer une plante de couverture dans les vergers à relief tourmenté ou, le plus souvent, on est amené à planter en courbes de niveau.

La protection contre le vent.

Elle est souvent nécessaire dans les zones exposées aux perturbations cycloniques ou aux vents desséchants comme l'harmattan, le chergui. Les espèces choisies comme brise-vent sont dépendantes de la climatologie, des possibilités d'irrigation et du développement de la culture à protéger ; ils peuvent être, dans certains cas, des arbres fruitiers plantés à haute densité comme l'anacardier, le limettier, le goyavier et plus généralement des essences spécifiques comme le casuarina, le neem, le cyprès, le prosopis, le cassia, l'eucalyptus, le sesbania, l'erythrina, etc.

Notre recherche à l'IRFA s'oriente de plus en plus dans les zones sèches et sahéliennes vers la création de systèmes de culture intégrant plusieurs espèces fruitières par étages successifs. Les brise-vent, dans ce cas, participent non seulement comme brise-vent strict, mais encore comme élément favorisant la création d'un micro-climat intérieur à la parcelle. SIZARET au Niger a su mettre à profit l'effet rapproché de brise-vent temporaires et localisés comme le maïs ou le sorgho.

LES ESSAIS DE SYSTÈMES DE CULTURE

Ces essais relèvent de l'économie : ils répondent au souci d'une diversification des ressources et, les premières années, d'une meilleure rentabilisation des investissements nécessaires à la création d'un verger.

Ils relèvent aussi de l'agronomie, puisqu'ils concernent :

- la création d'un microclimat favorable } choix des espèces
- à divers étages de culture, }
- les limites de l'associativité dans l'espace et dans le temps, }
- les rotations et l'assolement dans une exploitation à cultures pérennes et cultures annuelles.

Ces essais de systèmes de culture sont en cours en Guadeloupe, en Haute Volta et au Niger.

Cet aspect des activités de la section «Fruitiers tropicaux et diversification» sera développé dans un article consacré aux Unités Types de Production. Citons pour mémoire que nos travaux actuels portent sur les associations :

- agrumes, goyaviers, manguiers, palmiers-dattiers,
- avocats, papayers,
- manguiers, papayers,
- papayers, ananas,
- grenadilles, cultures légumières,
- arbres fruitiers, cultures légumières et fraisiers,
- autres fruitiers, pépinière,
- en projet : arbres fruitiers tempérés, production de plants de fraisiers.

Il ne faut pas oublier, dans ce système très intensif d'occupation des sols, que la culture pérenne doit rester privilégiée et qu'en aucune façon elle ne doit souffrir de la culture dérobée. Dans nos travaux, nous nous efforçons de trouver le moyen terme compatible avec les deux cultures. Les difficultés engendrées par ces associations se rencontrent au niveau des besoins en eau et des traitements phytosanitaires. Par exemple, des traitements cupriques sur avocats ou manguiers risquent d'être dangereux sur ananas ; des traitements insecticides nécessaires à certaines périodes de l'année sur les arbres fruitiers peuvent être interdits sur les cultures légumières sous-jacentes proches de la phase de récolte.

MÉTHODOLOGIE EN EXPÉRIMENTATION FRUITIÈRE

Penser verger, c'est penser pépinière, c'est penser occupation permanente du sol pour de nombreuses années ; c'est encore penser grande surface pour un faible nombre de plants. Chacun de ces termes est lourd de conséquences techniques et économiques.

C'est pourquoi l'expérimentation en verger est à la fois :

- plus nécessaire, chaque geste de l'arboriculteur l'engageant pour plusieurs années, il importe de pouvoir le conseiller à bon escient ;
- plus difficile car, plus que partout ailleurs, le matériel végétal est 'temps, surface et coût' ;
- plus patiente et ordonnée, la réponse de l'arbre étant rarement immédiate, demandant des mois et bien souvent des années.

Le tableau 1 quantifie ces remarques.

Il en ressort des conditions d'expérimentation totalement différentes selon les plantes.

En production commerciale, la preuve est faite de l'intérêt des vergers homogènes ; façons culturales et traitements phytosanitaires plus faciles, récoltes plus groupées, moins onéreuses.

En expérimentation, sauf risques d'en masquer les effets ou au contraire de les accroître indûment, les traitements à comparer le seront sur des plants aussi semblables que possible.

Le souci n°1 de l'expérimentateur est donc de réunir un matériel végétal homogène. Celui-ci est très varié selon le mode de multiplication dont il est issu.

TABLEAU 1 - Cycles comparés de quelques fruitiers.

	nombre de pieds par hectare	temps de pépinière		durée de plantation	âge de la première récolte	âge de la pleine production
		zone tropicale	zone méditerranéenne			
ananas	50 à 60.000			36 mois	12 à 18 mois	
bananier	1.500 à 2.000	semis (mois)	multiplication végétale (mois)	3 à 4 ans	10 mois	
goyavier	150 à 318	4 à 6	6 à 8	20 à 40 ans	6 à 10 mois	10 à 24 mois
grenadille	500 à 2500	3 à 4	6 à 8	2 à 4 ans	7 à 12 mois	10 à 24 mois
agrumes	150 à 400	12 mois		40 ans	3 ans	8 à 10 ans
papayer	2000 à 2500	3 mois		18 à 24 mois	7 à 8 mois	10 à 18 mois
avocatier	100 à 180	10 à 12 mois		15 à 25 ans	3 à 4 ans	8 ans
manguier	80 à 150	10 à 12 mois		25 à 50 ans	3 à 5 ans	10 ans
palmier-dattier	100 à 200			plus de 30 ans		

MULTIPLICATION ET HÉTÉROGÉNÉITÉ DU MATÉRIEL VÉGÉTAL

Quelques exemples choisis parmi les cas les plus fréquemment rencontrés à l'IRFA illustreront cette diversité, mais bien d'autres pourraient être cités.

Multiplication par voie végétative avec émission de racines.

La multiplication des espèces et variétés de fruitiers tropicaux par voie végétative avec enracinement direct est assez peu répandue, sans doute parce que plusieurs de ces espèces sont réfractaires à ce mode de multiplication qui, lorsqu'il est praticable, est onéreux et ne permet qu'un taux de multiplication relativement faible.

Cas du palmier-dattier.

La multiplication par voie végétative est le mode normal de propagation pour constituer de nouvelles plantations de palmiers-dattiers. Le matériel utilisé est le rejet ou drageon se développant à la partie basale du tronc ou sur le bulbe. Ce rejet reproduit intégralement les caractéristiques du pied-mère : sexe, aptitudes, qualités des fruits. Les rejets se développant sur le tronc, ou gourmands, peuvent également être utilisés, mais ils s'enracinent plus difficilement que les rejets de base, les rejets présentent souvent des caractères d'instabilité : ils peuvent changer de sexe et être d'une production aléatoire (P. MUNIER, 1).

En pratique, un même pied ne fournit que quelques rejets la même année. Toute expérimentation avec ce type de matériel sera donc génétiquement hétérogène puisque

conduite avec des rejets provenant de différents pieds-mères ; en outre, prélevés à des stades de croissance différents, ces rejets d'un même pied, prélevés à même date, sont d'âges différents ; le sevrage des gros est plus délicat, les petits reprennent plus difficilement, sont moins vigoureux et produisent plus tardivement.

La multiplication du palmier-dattier par rejet en vue de l'expérimentation doit comporter un tri sévère du matériel végétal, en classe de taille et d'origine.

Cas des pommiers.

Suite au développement de ses activités à La Réunion, l'IRFA s'intéresse aux fruitiers tempérés adaptés à ce pays, dont le pommier et le poirier.

Des plants ont donc été introduits, résultats d'une double multiplication végétative :

- multiplication du porte-greffe par marcottage à partir d'un pied-mère,
- greffages sur marcottes de greffons de la variété à multiplier.

Le marcottage donne des plants au potentiel génétique identique à celui du pied-mère ; en outre, il pallie l'insuffisance de reproduction par graine qui caractérise bon nombre des porte-greffe sélectionnés.

Ajoutons que les plants en provenance de Métropole portent un double label du CTIFL, garantissant l'état sanitaire sain «sans virus», l'un du porte-greffe, l'autre du greffon ; des plants directement introduits de l'Étranger n'offriraient pas les mêmes garanties.

Dans la pratique, le taux de multiplication annuel étant de 1 à 10 ou 20, les plants d'un même envoi ont toutes chances d'avoir été greffés sur des marcottes de pieds-mères différents ; cependant l'homogénéité génétique de ces marcottes reste acquise, aux mutants près, les pieds-mères étant théoriquement des marcottes d'un même plant.

Au niveau du porte-greffe, les plants d'un même envoi ne devraient donc différer que par la vigueur de la marcotte au sevrage, facteur important de sélection, pour une expérimentation, surtout à court terme. Sous cette réserve et considéré sous le seul angle du porte-greffe, il semble donc logique, dans les expérimentations sur pommier, de réduire à un arbre la taille de la parcelle.

Cas du goyavier.

Marcottage aérien et bouturage sous brumisation ont presque totalement supplanté la technique du semis qui ne maintenait pas suffisamment pures les variétés.

Cas de la grenadille.

Le bouturage se fait soit à partir des tiges aoûtées sectionnées en longueur de 2 noeuds, soit à partir seulement des parties apicales.

Il permet une mise à fruits plus rapide (2) et outre qu'il reproduit exactement les caractéristiques du pied-mère, il évite d'avoir des pieds à fruits creux qui résultent d'une autofécondation stérile, ou générale à toutes les fleurs de certains plants, ou seulement limitée à quelques-uns pour d'autres (3).

Cependant une source importante d'hétérogénéité demeure :

- la sensibilité des plants aux maladies à virus, dont ne les garantit pas le bouturage,
- leur sensibilité à nombre de bactéries et champignons.

D'où l'intérêt porté à la multiplication par semis de porte-greffe résistant à certaines maladies.

Déjà à La Réunion, la variété 'Flavicarpa' serait plus tolérante à la Fusariose et est utilisée comme porte-greffe de la 'Violette'.

Les Australiens auraient sélectionné une variété totalement résistante.

Selon le matériel utilisé, la probabilité de longévité d'une liane est donc très variable, et par voie de conséquence variable aussi le nombre de pieds à mettre en évidence.

En résumé, si la multiplication végétative assure à la plante l'homogénéité génétique, elle ne suffit pas cependant à garantir l'identité de croissance et de développement des jeunes plants ; d'autres facteurs interviennent : les uns sont liés au végétal comme l'emplacement du fils sur le pied-mère, l'âge au sevrage, les autres lui sont extérieurs comme les soins au sevrage, ceux à la mise en place ; ils favorisent ou non l'extériorisation de certains caractères comme la précocité de mise à fruit, l'importance de la production.

En contre-partie de la transmission des caractères génétiques, la multiplication végétative transmet aussi les maladies à virus quand bien même celles-ci ne sont pas extériorisées sur le pied-mère.

De la connaissance et du contrôle que l'on a de ces différents facteurs de variation dépend donc le nombre des plants nécessaires pour réaliser une expérimentation donnée.

Multiplication par semis.

Brefs rappels.

Contrairement à la multiplication végétative qui assure l'identité génétique des produits de multiplication entre eux

et avec le pied-mère, la multiplication par semis transmet à chaque individu nouveau un potentiel génétique puisé à celui de chacun des parents suivant des lois qui règlent leurs échanges.

D'un point de vue pratique, même si génétiquement discutable, il est fréquemment distingué entre la «population» définie comme un ensemble d'individus se croisant librement et spontanément d'où leur diversité génétique à l'intérieur d'un pool commun de gènes (4) et la «lignée» dont les individus autogamés possèdent un même stock de gènes.

L'homogénéité entre plants de semis dépend donc, pour une part, du mode de fécondation qui leur a donné naissance. Par contre, un facteur d'homogénéisation commun à tous les semis tient à la non-transmissibilité des maladies à virus par cette voie.

Cependant, comme les produits de la multiplication végétative, les individus d'une lignée diffèrent entre eux par leur capital vigueur - différence non négligeable puisqu'elle permet une extériorisation plus ou moins grande des caractères génétiques. Ce capital vigueur, qui intervient aussi au niveau des individus de la population pour en accroître encore les variations, dépend lui-même des conditions extérieures qui peuvent en favoriser les effets ou, au contraire, les stopper.

Ajoutons qu'il paraît probable aujourd'hui qu'un phénomène «de masse» puisse provoquer une inter-action entre caractères, expliquant par exemple que les fruits les plus gros sont aussi ceux qui mûrissent le plus vite.

Quant au phénomène d'hétérosis observé parfois lors de la réunion de deux gamètes très différents, et qui se traduit par l'apparition d'un individu «hors série», l'expérimentateur doit savoir, lors du choix du matériel végétal, que ce caractère hors série n'est pas reproductible. Un peu à l'inverse, il arrive, après quelques générations, d'observer le vieillissement de lignées pures. Les résultats d'expérimentations conduites avec ce matériel sont à reconfirmer sur un matériel jeune.

Quelques exemples des conséquences de la reproduction sexuée sur les dimensions d'un essai sont donnés ci-après.

Semis de graines issues d'autofécondation ou de fécondation contrôlée.

De nombreux exemples seraient nécessaires pour illustrer tous les cas possibles.

- Cas de la grenadille.

Selon les plants, on constate des cas d'autofécondation stérile totale ou partielle (3). En outre, la fécondation croisée entre les deux types de plants donnerait des fruits à plus fort rendement en jus que les autofécondés.

On conçoit, dans ces conditions, que le bouturage ait supplanté la multiplication par semis.

- Cas du papayer Solo.

Cette lignée commerciale est gardée pure par autofécondation des fleurs hermaphrodites. Dans ce but, il faut interdire toute autre variété à proximité et enfermer sous sacs en plastique les fleurs hermaphrodites. Ces précautions ne sont pas toujours faciles à respecter. Les plants issus de semis seront soit mâles, soit femelles, soit surtout hermaphrodites ; le sexe n'apparaît donc pas comme un facteur génétique.

Satisfaisante quant à la pureté de la lignée, cette technique ne facilite pas la tâche de l'expérimentateur.

Les seuls fruits de valeur commerciale sont les fruits de fleurs hermaphrodites, de meilleure présentation que ceux de fleurs femelles ; or, les pieds hermaphrodites, femelles et mâles, qui ne peuvent être distingués avant la formation de la première fleur (dissection sous binoculaire) ont des probabilités respectives de 85, 12 et 3 p. 100. L'agronome doit donc :

- ou ne semer qu'une graine par pot plastique en pépinière et sélectionner les plants sur leur vigueur uniquement avant de les transplanter. Il court ainsi le risque d'un mélange de pieds de sexes variés sur ces parcelles ;
- ou semer les graines en poquet de 3 ou 4 par pot, sélectionner chaque pot sur sa vigueur «générale» et transplanter les 4 plants. Sur le terrain, supprimer 3 pieds sur 4 à la reconnaissance de la première fleur hermaphrodite (dissection).

Aucune des deux solutions n'assure une parfaite homogénéité.

Notons encore des cas de vieillissement de lignées dans le papayer Solo.

Semis après sélection massale des graines récoltées sur le pied-mère.

Cas de l'anacardier.

Le mode de multiplication le plus couramment utilisé est celui du semis avec sélection massale. Des pieds-mères sont choisis pour les bonnes caractéristiques de leurs noix. Celles-ci sont récoltées et triées, les plus belles mises en pépinière ; avant replantation, un nouveau tri retient les plants les mieux formés.

Cette sélection s'est avérée efficace, cependant la dispersion entre individus reste supérieure à ce qu'elle serait pour une lignée pure et impose d'expérimenter sur un nombre relativement important de plants. Les parcelles d'essai sont actuellement de 30 plants.

Semis de noyaux tout venant.

Cas de la production de porte-greffe d'avocatier et manguiier.

En maints endroits, les noyaux d'avocatier mis en pépinière sont des noyaux récupérés sur les marchés après tri grossier. Les plants tout venant ainsi obtenus sont utilisés comme porte-greffe.

Il est évident que ce matériel est très hétérogène par son origine et sa vigueur, le degré de maturité des fruits et l'état sanitaire des noyaux se répercutant sur la vigueur des plants.

Ailleurs, comme en Martinique, on importe des noyaux désinfectés d'une seule variété, Waldin.

Les conditions d'expérimentation sont, dans les deux cas, totalement différentes d'autant qu'il s'y ajoute les différences de soins à la désinfection des milieux de culture en pépinière. Il n'est donc pas possible de transposer d'une situation à l'autre les dessins d'essais, ni même d'en comparer valablement les résultats.

Dans le cas du manguiier, les noyaux mis en pépinière proviennent aussi bien souvent des marchés, avec les mêmes inconvénients. Pourtant l'existence de variétés de manguiiers polyembryonnés ; devrait favoriser la recherche de lignées sélectionnées.

Avocatiers et manguiiers sont des arbres de grand développement. Il importe donc avec eux de pouvoir expérimenter sur un nombre réduit de plants ; pour cela, il faut que s'organise la sélection de porte-greffe adaptés à chaque situation et dotés de résistance aux principales maladies auxquelles sont sensibles ces espèces.

Multiplication nucellaire.

Cas de production de porte-greffe d'agrumes.

Ils sont produits par semis. La multiplication par semis chez les agrumes est caractérisée par le rôle prépondérant qu'y joue le phénomène de polyembryonie : dans le nucelle de la graine formée après fécondation se développent un ou plus souvent plusieurs embryons «nucellaires» par division mitotique normale de ce tissu ; ces embryons ont donc même constitution génétique que le pied-mère. Ils se développent généralement plus tôt que l'embryon sexué, occupent pratiquement toute la place, ne laissant à ce dernier que peu de chance de donner une plantule viable.

En réalité, ce type de multiplication n'est qu'une variante de la multiplication végétative marquée d'une apparence sexuée ; mais comme cette dernière, elle ne permet pas, en principe, la transmission des maladies à virus ni de celles à mycoplasmes, ce qui permet de régénérer de vieilles lignées croisées que l'on souhaite conserver. Dans la pratique, on réalise un verger semencier de pieds-mères de même origine

où la fécondation est libre ; les graines récoltées sont semées et seulement 1 à 2 p. 100 des jeunes plantules sont d'origine sexuée ; une sélection sévère à la levée permet en général de les éliminer.

Il est donc possible avec les agrumes de disposer, pour un porte-greffe donné, de plants à la fois nombreux et génétiquement homogènes et, par un calibrage rigoureux, de réduire les dimensions d'un essai à celles imposées par les autres facteurs.

Ces résultats sont particulièrement intéressants étant donné les nombreuses recherches effectuées pour sélectionner des porte-greffe adaptés aux différents types de sol et résistant aux nombreuses attaques auxquelles sont sujets les agrumes : virus, mycoplasmes, phytophthora, etc.

Il faut cependant noter qu'aux fluctuations normales dans l'espace et le temps du comportement des arbres d'une même lignée propagée par greffage, peuvent s'ajouter pour les nucellaires des modifications génétiques de faibles amplitudes (5). La faible amplitude de ces modifications n'est généralement pas une gêne pour l'expérimentateur, surtout en ce qui concerne le porte-greffe. Par contre, pour les variétés retenues pour leurs fruits, ces variations quoique faibles peuvent être d'un réel intérêt et donner lieu à un travail de sélection nucellaire.

Multiplication végétative par greffage.

Cette méthode est très généralement répandue ; seules quelques espèces y sont rébarbatives (safoutier).

Son intérêt est d'offrir une voie sûre de multiplication d'un matériel végétal sélectionné et de le faire se développer sur un autre matériel mieux adapté aux conditions locales de culture.

Lorsque des greffons d'un même arbre sont greffés sur des porte-greffe d'une même lignée, les jeunes plants sortant de pépinière devraient être normalement identiques ; ce qui peut les distinguer, ce sont :

- une différence de taille du porte-greffe,
- la qualité du greffage,
- la formation ultérieure du plant ;

un effet de l'emplacement initial du greffon sur le pied-mère peut aussi être suspecté, mais à notre connaissance aucune étude n'a été faite à ce sujet.

De cet aperçu rapide et incomplet des modes de multiplication, il ressort clairement que du mode utilisé dépend l'homogénéité génétique des plants, donc l'importance de leur nombre dans une expérimentation. Avec la lignée pure, toutes autres conditions favorables réunies par ailleurs, on pourrait se limiter à expérimenter sur un individu par traitement.

Avec une population, comme dans le cas de l'anacardier, il faudrait, par une étude préalable, calculer la dispersion des caractères étudiés ; vérifier si cette dispersion est « normale », au besoin la rendre telle par une transformation adéquate des unités employées. Puis après avoir précisé :

- la différence minimum à mettre en évidence,
- le risque accepté d'une conclusion fautive,

on pourrait, par simple calcul statistique, déterminer le nombre nécessaire de répétitions et celui de plants par parcelle.

Cependant l'homogénéité génétique n'est pas seule à intervenir.

Déjà nous avons signalé l'importance du facteur vigueur qui distingue les jeunes plants :

- de par leur emplacement sur le pied-mère,
- de par la taille et l'âge de la branche marcottée, de la pousse bouturée.

Mais à ces facteurs de variations inhérents au matériel végétal lui-même, viennent s'en ajouter bien d'autres d'origines extérieures :

- au stade formation en pépinière d'abord,
- au stade « en place » ensuite.

HÉTÉROGÉNÉITÉ DU MATÉRIEL VÉGÉTAL ET FORMATION EN PÉPINIÈRE

Au stade pépinière, les sources d'hétérogénéité sont multiples. Délibérément, nous n'insisterons pas :

- sur les erreurs d'étiquetage,
- sur les erreurs de manipulation en cours d'indexation, de fécondation, car leurs conséquences, bien que très lourdes, si elles ne sont pas décelées à temps, ne peuvent être assimilées à des variations du matériel végétal.

Cette hétérogénéité peut être due :

A l'état sanitaire en pépinière.

A tous les stades, le parfait état sanitaire est indispensable :

- des semences mal désinfectées peuvent ne pas germer, mais plus grave à notre sens, elles peuvent aussi donner naissance à des plants malingres (AUBERT) ;
- des attaques de chenilles ou criquets détruisent les jeunes pousses des plants qui deviennent alors difformes.

Aux soins aux semis.

- maturité variable des fruits producteurs de graines,
- dessiccation irrégulière des graines après récolte,

- ombrages irréguliers et effets de bordure sur les planches de semis,
- irrigation mal contrôlée de planches.

Aux arrachages et repiquages successifs.

- pivot en crosse,
- torsion des tiges,
- plaies d'arrachage,
- dessèchement dans le transport à racines nues,
- ébranlement et casse du réseau racinaire dans le transport en motte,
- plantation plus ou moins profonde, dans un trou de plantation plus ou moins grand.

Au greffage et à la taille de formation en pépinière.

- hauteur du plant au greffage,
- hauteur du greffage,
- qualité de la reprise,
- origine et qualité du greffon ; on voudrait être certain que tous les greffons proviennent du même arbre, ou au moins d'un arbre de la même lignée ; ce n'est pas toujours le cas.

L'efficacité de son contrôle dépend de la qualification du personnel, de l'équipement de la pépinière et de son lieu d'implantation.

Dans la pratique, chaque situation momentanée est évolutive. C'est par la mise en commun de leur expérience passée et de leur appréciation des conditions présentes que les responsables d'un essai détermineront l'importance à donner à leur essai.

HÉTÉROGÉNÉITÉ DU MATÉRIEL VÉGÉTAL A PARTIR DE LA MISE EN PLACE

Avant ce stade, il est possible d'intervenir sur l'homogénéité du matériel végétal en soignant sa préparation.

Après, on ne peut que veiller à ne pas laisser accentuer les différences initiales, hormis du fait des traitements :

- en traitant identiquement tous les arbres,
- en prenant en compte le maximum de facteurs non maîtrisés,
- en protégeant l'essai par des brise-vent.

En réalité, les brise-vent définitifs devraient toujours être plantés bien avant l'essai pour le protéger efficacement. Aucun arbre d'essai ne sera planté à moins de quelques mètres de ceux-ci et ils devront être régulièrement taillés et leurs racines arrêtées par une tranchée. Des brise-vent provisoires (maïs, sorgho) protégeront efficacement les jeunes plants à leur mise en place (6).

Dessin de l'essai.

L'expérience vérifie que les zones réservées à l'expérimentation sur arbres fruitiers sont souvent très hétérogènes.

- hétérogènes par le relief ;
- + soit que le lieu d'expérimentation s'insère dans un site accidenté : Cilaos, Carreau Alfred, à La Réunion ;
- soit que les zones les plus plates portent d'autres cultures plus exigeantes pour la mécanisation (Nyombé).
- hétérogènes par le sol, même là où ce relief est faible (Vieux Habitants en zone caillouteuse en Guadeloupe, Bonkoukou au Niger, Kaédi en Mauritanie).

- hétérogènes par le maintien en place d'arbres intouchables à divers titres et qui interviendront par leur ombre et la concurrence de leur système racinaire.

Il existe cependant quelques exceptions remarquables comme la Station de San Giuliano en Corse, le verger de Gabougoua au Niger où la succession des différents types de sol permet cependant un quadrillage relativement homogène.

L'hétérogénéité du milieu se traduit dans la croissance des arbres.

En pareille situation, une répartition au hasard de tous les arbres de tous les traitements est une solution correcte, mais généralement non satisfaisante car :

- difficile à mettre en place et à suivre ; les risques d'erreur sont grands tant à l'application des traitements qu'au moment des observations et récoltes ;
- ne maîtrisant aucun facteur d'hétérogénéité par un dessin approprié.

A la limite, cette solution est acceptable si sont réunies à la fois les conditions suivantes :

- milieu très hétérogène et en compensation matériel végétal homogène,
- faible nombre de traitements à comparer et possibilité de répétitions nombreuses.

Dessins à facteurs d'hétérogénéité contrôlés.

- Dessins en blocs, carré latin, carré gréco-latin.

Lorsqu'il est possible de partitionner un terrain hétérogène en zones homogènes permettant une équitable répartition des traitements entre elles, la répartition étant laissée au hasard à l'intérieur de chaque zone, le schéma ci-après montre clairement l'équivalence des comparaisons ainsi faites avec celles obtenues en terrain homogène.

La répartition 15 de matériel végétal, hétérogène entre zones hétérogènes, assure la même comparaison des trai-

tements X et Y que la répartition 1 de matériel végétal homogène en zones homogènes.

Une réserve est cependant nécessaire : s'il y a interaction entre les traitements étudiés et les facteurs contrôlés, c'est-à-dire si l'effet des premiers diffère entre l'intensité ou la classe des seconds, les comparaisons sont biaisées ; c'est pourquoi il est toujours risqué de vouloir étudier simultanément sur un même essai trop de facteurs, ou de modalités de facteurs, alors que l'homogénéité des différentes conditions de mise en place est faible.

Il y a toujours intérêt dans ce cas - fréquent d'ailleurs - à préférer plusieurs essais à nombres réduits de traitements, mais aux conclusions valables, à un seul essai beaucoup plus vaste aux conclusions incertaines.

Les dessins décrits ci-dessus, contrôlant un et deux facteurs, sont communément appelés blocs de Fisher et carré latin. Soulignons au passage que les facteurs contrôlés d'un carré latin ne sont pas forcément, comme on l'imagine, souvent deux gradients orthogonaux du sol, mais peuvent aussi bien, comme c'était ici le cas, concerner l'un le sol, l'autre le matériel végétal ou tout autre facteur.

Des dessins existent contrôlant trois ou quatre facteurs ; ce sont les gréco-latins et hypergréco-latins. Les contraintes d'orthogonalité imposées par ces dessins ne permettent guère leur emploi en essais agronomiques classiques ; ils sont de préférence réservés à des essais de laboratoires ou, sur le terrain, à des essais réduits à l'arbre lui-même, les facteurs contrôlés étant par exemple le numéro d'ordre de la branche, de la pousse, l'orientation, la partie interne ou externe du feuillage, etc.

Dessins en blocs incomplets.

Des dessins statistiques ont été imaginés pour implanter des essais à nombreux traitements en terrains trop hétérogènes pour y placer de grands blocs. Ce sont les dessins à blocs incomplets où les traitements sont d'une répétition à l'autre diversement partitionnés en blocs incomplets ; les traitements d'un même bloc sont comparables entre eux ; ils le sont indirectement avec ceux des autres blocs de la même répétition par le relais des autres répétitions où les partitions entre blocs sont différentes.

Ce type de dessin est délicat à mettre en place et à interpréter ; il a en outre l'inconvénient d'exiger un nombre important de répétitions. Aussi n'est-il bien adapté en arboriculture qu'aux essais variétaux à parcelles de un arbre sans bordure ; c'est le cas sur agrumes à San Giuliano. Les essais à blocs incomplets sont aussi difficilement récupérables pour d'autres essais - mais dans le cas des essais variétaux destinés à un arrachage précoce, cet inconvénient ne pèse guère.

SCHEMA DES REPARTITIONS POSSIBLES DES TRAITEMENTS ENTRE LES ZONES DE TERRAIN ET LE MATERIEL VEGETAL.

Indicatifs des zones de terrain	Z ₁	Z ₂	Z ₁	Z ₂	Z ₁	Z ₂	Z ₁	Z ₂
des arbres.....	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂
des traitements.....	X	X	X	Y	X	Y	X	Y
Z ₁ = Z ₂	(1)		(2)		(3)		(4)	
A ₁ = A ₂ = B ₁ = B ₂	R _X - R _Y = 0Z + ΔT + 0V		R _X - R _Y = 0Z + ΔT + 0V		R _X - R _Y = 0Z + ΔT + 0V		R _X - R _Y = 0Z + ΔT + 0V	
A ₁ = A ₂ ≠ B ₁ = B ₂	(5)		(6)		(7)		(8)	
	R _X - R _Y = 0Z + ΔT + ΔV		R _X - R _Y = 0Z + ΔT + 0V		R _X - R _Y = 0Z + ΔT + 0V		R _X - R _Y = 0Z + ΔT + ΔV	
Z ₁ ≠ Z ₂	(9)		(10)		(11)		(12)	
A ₁ = A ₂ = B ₁ = B ₂	R _X - R _Y = ΔZ + ΔT + 0V		R _X - R _Y = ΔZ + ΔT + 0V		R _X - R _Y = 0Z + ΔT + 0V		R _X - R _Y = 0Z + ΔT + 0V	
A ₁ = A ₂ ≠ B ₁ = B ₂	(13)		(14)		(15)		(16)	
	R _X - R _Y = ΔZ + ΔT + ΔV		R _X - R _Y = ΔZ + ΔT + 0V		R _X - R _Y = 0Z + ΔT + 0V		R _X - R _Y = 0Z + ΔT + ΔV	
LEGENDE :								
Terrain Z = Zone 1 + Zone 2					Matériel végétal = MV = A ₁ + A ₂ + B ₁ + B ₂			
si Z homogène, Z ₁ = Z ₂ → Z ₁ - Z ₂ = 0Z					avec A ₁ = A ₂ = B ₁ = B ₂			
si Z hétérogène Z ₁ ≠ Z ₂ → Z ₁ - Z ₂ = ΔZ					ou A ₁ = A ₂ ≠ B ₁ = B ₂			
X, Y = traitements X, Y					ou A ₁ = B ₁ ≠ A ₂ = B ₂			
R _X , R _Y = récolte du traitement X, Y					OZ = pas d'effet terrain			
R _X - R _Y = récolte de X - récolte de Y					ΔZ = effet terrain			
					0V = pas d'effet du MV			
					ΔV = effet du MV			
					(1)(16) = Numéros-repères des différentes répartitions des traitements entre les zones de terrain et le matériel végétal disponible.			

- Dessins factoriels à inter-actions confondues.

Partitionnés également en blocs incomplets, les traitements de ces essais, contrairement à ceux des blocs incomplets classiques, ne sont pas indépendants les uns des autres, mais sont les combinaisons des modalités de plusieurs facteurs, comme par exemple les combinaisons de trois niveaux d'azote avec deux de phosphore et deux de potasse.

Mais contrairement aux premiers, le nombre de leurs répétitions est relativement réduit, du fait de la similitude des comparaisons entre niveaux d'un même facteur pour des niveaux différents des autres facteurs.

Exemple : effet de N entre $N_2 P_1 K_2$ et $N_0 P_1 K_2$ et effet de N entre $N_2 P_1 K_1$ et $N_0 P_2 K_2$.

De l'égalité ou non de ces effets se dégagent des lois d'additivité, ou au contraire d'interaction, entre les facteurs étudiés.

Le même essai peut être réalisé en blocs complets : mais les dimensions de chaque bloc sont alors telles qu'il est rarement possible de pouvoir disposer d'une zone homogène pour chacun.

Ce type d'essai se prête beaucoup mieux que le précédent à l'expérimentation sur arbres fruitiers ; mais la nécessité fréquente de lignes de bordure entre parcelles fait qu'il est exigeant en matériel végétal et surface.

Il présente encore l'avantage de se prêter assez bien à des modifications en cours d'essai et d'être parfois récupérable pour une nouvelle expérimentation.

Des essais de ce type ont été réalisés en plusieurs endroits, particulièrement en Corse sur agrumes et au Cameroun sur papayer.

- Autres dessins complexes.

D'autres dessins complexes existent : lattices, lattices balancés ; nous n'en parlerons pas, car justement trop complexes pour être utilisés aisément en arboriculture.

Dessins à facteurs incontrôlés en tout ou partie.

Les dessins décrits jusqu'ici contrôlaient l'hétérogénéité en en mesurant l'effet ou en l'annulant. Mais d'autres cas existent où la source d'hétérogénéité, quoique connue, ne peut être ni mesurée, ni compensée, ou ne l'est qu'en partie.

- Dessins en bandes orthogonales.

C'est le type même des essais mécanisés et d'entretien du sol qui exigent de longues bandes (figure 2).

Cas a : modalités d'un même facteur S selon la longueur du terrain,

modalités d'un même facteur I selon sa largeur.

L'alternance des modalités de I est la même d'une répétition à l'autre.

Cas b : identique à «a», mais l'alternance des modalités de I varie entre répétitions. Toutes les variantes sont possibles lorsque les facteurs S et I s'y prêtent.

Cas c : comme «b», mais les modalités de I sont réparties au hasard pour chaque modalité.

Cas d : comme «c», mais l'alternance du facteur S varie d'une répétition à l'autre.

Cas e : comme «d», mais les modalités de S sont comme celles de I, entièrement réparties au hasard.

Il apparaît clairement que couvrant la même superficie avec le même nombre de parcelles, l'essai fournit une information de plus en plus complète en passant du dessin «a» au dessin «e».

Variante a : aucune répartition au hasard d'aucun des deux facteurs S et I ; l'analyse statistique dépend d'informations complémentaires relatives à l'homogénéité du sol et autres facteurs du milieu.

Variante b : le tirage aléatoire des doses de I à l'intérieur de chaque bloc en permet l'analyse.

Variante c : les deux facteurs S et N sont entièrement contrôlés ; c'est le cas d'un bloc de Fisher à 12 traitements.

La figure 2 montre donc clairement que, faute d'avoir réfléchi au dessin et à son mode d'analyse, on risque d'implanter un essai dont on ne tirera qu'une très faible information.

Regroupement des arbres d'un même traitement en parcelles de 2, 3, 4 ou plus.

Plusieurs facteurs interviennent :

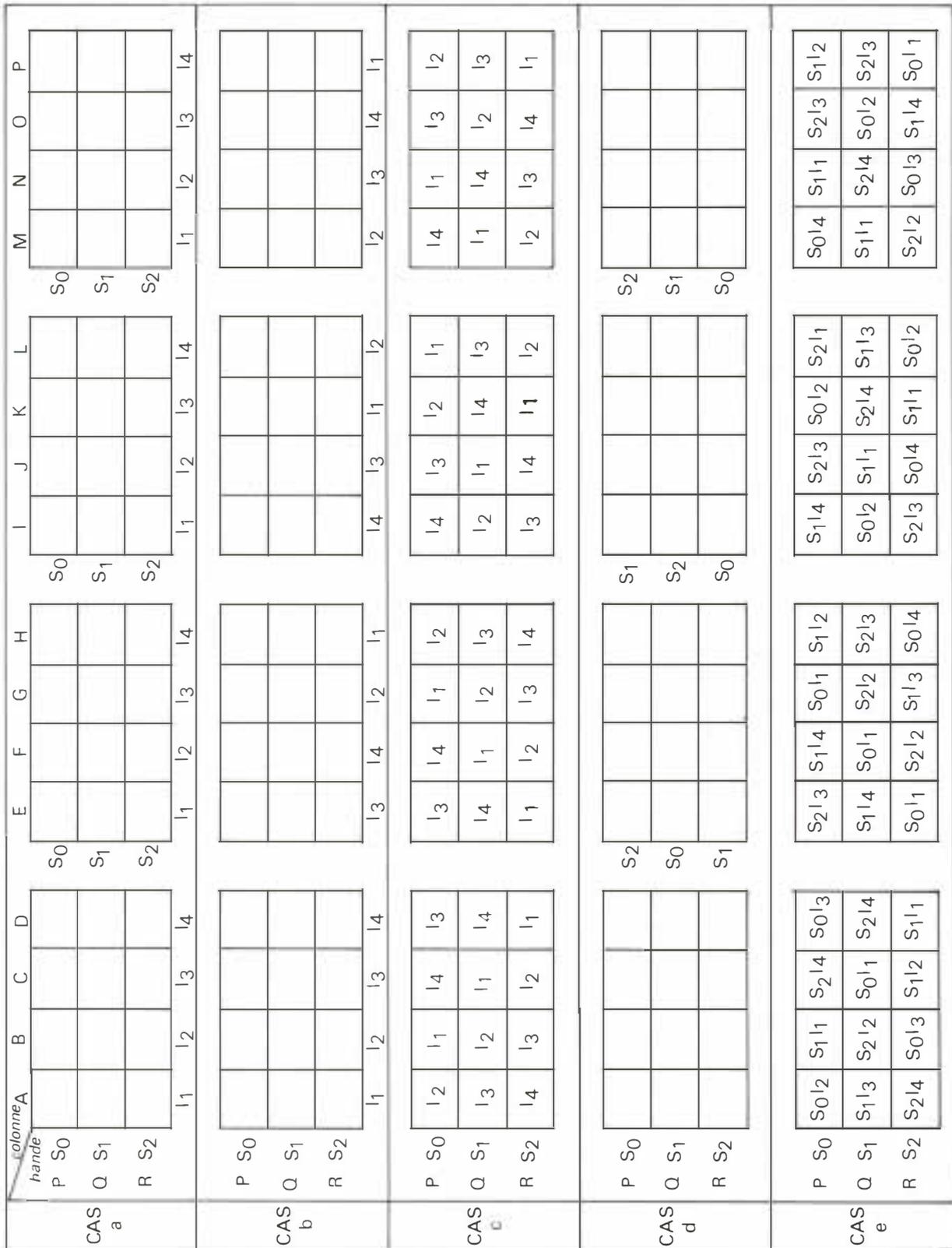
- la variabilité du matériel végétal,
- la nature des traitements étudiés,
- la nécessité ou non de bordure,
- les risques de disparition par : vent, maladies,
- possibilité de réutilisation.

La variabilité du matériel végétal.

Dans les essais portant sur des plantes annuelles, les parcelles comportent un assez grand nombre de pieds pour que les variations propres au matériel végétal n'interviennent pas de parcelle à parcelle.

Avec les plantes pérennes à fort développement végétatif, le nombre d'individus par parcelle est toujours restreint, parfois même limité à un arbre ; le rôle de la variabilité du matériel végétal est alors extrêmement important puisqu'elle

Figure 2 • DESSINS EN BANDES ORTHOGONALES ET VARIANTES.



S₀, S₁, S₂ = modalités du facteur S. l₁, l₂, l₃, l₄ = modalités du facteur l.

peut masquer ou au contraire exagérer les effets des traitements si ceux-ci sont faibles.

De même avec les plantes annuelles, la répétition chaque année des mêmes essais avec des plantes différentes, ou la même année en plusieurs emplacements, peut compenser les effets d'erreurs systématiques imputables à la plante. Au contraire, avec les plantes pérennes ces erreurs systématiques ont tendance à s'additionner.

Chacun sait que l'erreur sur une moyenne est plus faible que sur un individu, leurs écarts-types étant liés par la relation $\sigma_n = \sigma / \sqrt{n}$. Cependant, on ne peut accroître sans inconvénient le nombre d'arbres d'une parcelle pour les considérations pratiques que l'on sait, mais aussi parce qu'en l'accroissant, on accroît aussi son hétérogénéité.

Effet sol, effet exposition, etc.

- et aussi effet d'une moins bonne sélection du matériel végétal.

Il faut donc donner à la parcelle une taille optimale. L'idéal serait de réaliser un essai d'uniformité - et cela a été fait parfois - et de retenir le nombre de pieds au-delà duquel l'amélioration du coefficient de variation est lente. Malheureusement, nous l'avons vu, les conditions de réalisation des essais évoluent d'une place à l'autre et d'un essai à l'autre ; en outre, il est difficile d'étudier ces variations du coefficient sur des vergers déjà existants car :

- soit ils n'existent pas encore, cas fréquent dans les conditions de travail de l'IRFA,
- soit ils existent, mais sont plantés en matériel très hétérogène et, de toute façon, celui-ci diffère notablement du matériel sans cesse amélioré issu des nouvelles pépinières.

Il faut donc être beaucoup plus pragmatique et nous conseillons :

- de penser pépinière avant de penser essai. Mieux vaut préparer le matériel végétal pendant un an ou deux de plus et réaliser un essai valable que de planter à la hâte un essai hétérogène dont on ne tirera rien d'autre que des ennuis.
- de choisir les dimensions des parcelles, si aucun autre impératif ne les a déjà imposées, en fonction d'observations antérieures sur des essais, locaux ou non, et après pondération par un facteur local et actuel de correction ; le facteur de correction sera essentiellement déterminé :
 - par le nombre et la qualité du matériel végétal réellement produit,
 - par les conditions locales de réalisation et de conduite de l'essai.

Selon MASSIBOT (7) le coefficient de variation des parcelles ne devrait pas dépasser 10 à 15 p. 100. En fait,

c'est un ordre de grandeur, celui-ci étant très variable pour un même végétal selon le caractère étudié.

- enfin, de repenser le protocole initial pour l'adapter aux conditions variées de l'expérimentation. On pénalisera s'il le faut le nombre des traitements, non celui des répétitions.

Nature des traitements.

Essai densité : ce type d'essai est difficile ; de grandes surfaces sont nécessaires pour recréer l'effet densité ; sauf en faisant de très grandes parcelles, on n'y parvient jamais totalement ; l'essai de type MARCHAL à variation continue de densité en est peut-être la meilleure approche.

Essai irrigation : les irrégularités de répartition (pression, vent, etc.) imposent le recours aux parcelles de plusieurs arbres.

Essai de défense des cultures : de petites parcelles ne peuvent rendre compte de l'évolution des divers parasites du sol et de la plante.

De nombreux autres essais pourraient encore être cités.

Nécessité de bordure. (tableau 2)

Essai fumure : si l'homogénéité des arbres est acquise, des points de vue génétique et vigueur, on peut être tenté de réduire la taille de la parcelle à un pied utile ; cependant, pour éviter les interactions entre traitements (consommation entre traitements suite aux pluies et irrigations, maraudage entre racines, compétition aérienne, etc.), il est prudent d'établir au minimum une ligne de bordure commune ; le rapport pieds utiles/pieds totaux est alors très mauvais pour les petites parcelles, d'où constitution de parcelles plus importantes.

Nombre de répétitions.

Connaissant l'écart-type d'un caractère pour un type donné d'essai, on détermine aisément le nombre de répétitions nécessaires pour mettre en évidence une différence e au taux de probabilité α . Des tables ont même été dressées à cet effet (8). Cependant nous nous heurtons au même problème que pour le nombre de plants par parcelle : l'écart-type ne nous est généralement connu qu'à posteriori. Le même pragmatisme est donc conseillé et, hormis les essais variétaux où les différences à faire apparaître pouvant être minimales, leur nombre sera plus élevé, nous conseillons de respecter le nombre de cinq répétitions.

Au-delà, ce gain de précision obtenu n'est généralement pas en rapport avec les dépenses supplémentaires engagées en matériel végétal, surface et temps.

Au-dessous, c'est courir le risque d'une perte importante d'intérêt de l'essai en cas d'accident, hélas trop fréquent : dégâts dus au vent, aux maladies, aux erreurs, etc.

TABLEAU 2 - Les bordures.

Nombre pieds utiles	Bordures communes			Bordures propres par parcelle		
	PB	PT	PU/PT	PB	PT	PU/PT
1	3	4	0,25	8	9	0,11
2	4	6	0,33	10	12	0,17
3	5	8	0,38	12	15	0,20
4	5	9	0,44	12	16	0,25
6	6	12	0,50	14	20	0,30
8	7	15	0,53	16	24	0,33
9	7	16	0,56	16	25	0,36

PB : pieds de bordures PU : pieds utiles PT : pieds totaux

EN CONCLUSION

La matière de ces lignes a fait l'objet de réflexions approfondies entre spécialistes de fruitiers et statisticiens. Il en est résulté la réalisation :

- d'une fiche protocole pour fruitiers,
- d'une fiche conduite essai,
- de bordereaux d'observations végétatives,
- de bordereaux d'observations qualitatives.

Ces documents sont maintenant en service depuis cinq ans. Dans l'ensemble, ils ont donné satisfaction ; c'est pourquoi nous pensons qu'ils sont la meilleure conclusion à cette étude (figures 3 à 6).

Cependant, ils sont perfectibles, Si certains restent valables pour tous les fruitiers, d'autres au contraire doivent être aménagés en fonction du cycle de chaque plante. Aussi sont-ils en cours de révision avec les spécialistes concernés.

LA CONTRIBUTION DES SERVICES SCIENTIFIQUES

LE SERVICE DE PÉDOLOGIE

Ce service est le premier auquel on doit faire appel avant toute nouvelle création de verger pour la recherche des sols favorables aux cultures fruitières pérennes. Les informations qu'il procure aux agronomes à partir d'analyses physico-chimiques et d'études de profils leur permettent de faire un choix parmi les cultures fruitières les plus aptes à bien se comporter dans chaque type de sol.

On notera ici l'importance capitale de la prospection pédologique dans la recherche des sols favorables à la culture de l'avocatier.

Par ailleurs, ce service intervient dans les expérimentations faisant appel à la fertilisation, aux amendements et également dans les études d'irrigation et de besoins en eau, et enfin dans l'étude de l'évolution des sols sous différentes cultures.

LE SERVICE DE PHYSIOLOGIE

Le service de Physiologie de l'IRFA participe à l'élaboration des essais mis en place et, par l'analyse foliaire, il intervient dans l'interprétation, tout particulièrement dans le cas des essais de nutrition. Cette technique d'investigation permet également d'identifier ou confirmer les symptômes éventuellement visibles à l'observation, mais elle est encore bien davantage le moyen de détecter les stades précoces de déséquilibres, excès ou déficiences dans la nutrition des fruitiers.

Considérations générales sur l'analyse foliaire.

Pour chaque espèce sur laquelle des analyses ont été entreprises, le premier travail a porté sur le choix de l'échantillon représentatif. Celui-ci est toujours prélevé selon les règles générales établies pour les plantes arbustives.

Seules des feuilles ayant atteint leur plein développement et physiologiquement adultes doivent être échantillonnées,

FICHE modèle 3C **FICHER PROTOCOLE FRUITIERS** (pages 1 - 4)

OBSERVATIONS PROGRAMMEES

- CONTROLE DES PHASES VEGETATIVES :** Observ. par Arbre jeunes Arbre adultes Parcelle Trait. Essai
 - Dates - intensité des poussées végét. oui non rythme observ.
 - Dates - intensité des floraisons oui non rythme observ.
 - Dates - intensité des chutes de fruits oui non rythme observ.
 - Dates - intensité des récoltes oui non rythme observ.
- CONTROLE DE CROISSANCE INDIVIDUELLE ANNUELLE**
 Mois de l'observation Hauteur Circ. à 5cm du point de greffe en-dessus en-dessous nord-sud est-ouest
- CONTROLE DE NUTRITION**
 Ram. flor. F Jeunes Jan. Fév. Mars Avr. Mai Juin Juil. Août Sept. Oct. Nov. Dec.
 Ram. non flor. NF Adultes
- CONTROLE DE L'ETAT SANITAIRE**
 Saisonnier Jan. Fév. Mars Avr. Mai Juin Juil. Août Sept. Oct. Nov. Dec.
 Code : A. - anthracnose.....
 Permanent - Etat général et virage.
- CONTROLE DES RECOLTES**
 Quantitatif de récolte par date global par arbre par parcelle par trait par essai
 Poids de récolte
 Nbre de fruits
 Qualitatif % jus E.S. Ac. Sève
 (Nbre de fruits par décan.)
 Pomologique

REMARQUES PARTICULIERES - MODIFICATIONS - ACCIDENTS

Nombre approximatif de journées d'ouvriers
 Dépenses approximatives en produits
 Matériel spécial nécessaire à commander
 Responsable mise en place
 Rythme envois des fiches réalisation

Responsable conduite de l'essai
 Des titinaire

FICHE PROTOCOLE FRUITIERS TITRE _____

ESSAI P. PLOTE Espèce Pays Année Fraus Essence Usine Mixte

LIEU { Station Extérieur } SITUATION : plaine - coteau - plateau Altitude Exposition

DISCIPLINES CONCERNEES
 Agro. Ecol. Géné. Biom.
 Ento. Phyt. Némato. Viro. Pharm.
 Phys. Bioch. Techno.

OBJECTIF DE L'ESSAI _____

demandé par _____ SOUS-TRAITEMENTS _____

TRAITEMENTS _____

DISPOSITIF EXPERIMENTAL, mis en place le _____ Emplacement _____

Dessin Fischer C. Latin Blocs incomplets Réf. Plan Page

Nbre de répétitions Nbre de parcelles

Distance plantation (simple ou jumelée) X X de bordure de parcelle néant simple double

Pieds/parcelle, utiles de bordures Surface 1 parcelle Densité théorique

Pieds de l'essai, utiles de bordures Surface de l'essai Densité vraie

Brise-vent. Variété Distance plantation Date plantation

Rideau orienté Distance Rideau orienté Distance

MATERIEL VEGETAL

● **PORTE-GREFFE**

Espece - Variete	Pied-mere Origine et References	Semis Date	Repiquage Emplacement	Densite

● **GREFFON**

Espece - Origine	Ref. lignee	Greffage Date	Mode	Nombre de plants greffes utilises

Indexation	Tristeza	Cachexie-Xylo	Stubborn	Exocortis	Ptorose

Date: + - - ?

Mesures en pépinière : voir cahier de croissance et récolte

SOLS

● **ANTECEDENTS CULTURAUX**

Maquis	Friche	Prairie	Engrais vert	Autres

● **TYPE DU PROFIL**

Type	Date	Rythme	Labo	Nbre préiev./ha	Nombre	Profondeurs

● **Prélevements programmés**

● **FAÇONS CULTURALES**

Brulage	Date	S/solage	Date	Labour	Date	Fac. sup.	Date	Desinfect.	Date
		1 2 3 4		1 2 3 4		1 2 3 4			
Defoncem.									
Nivellement		Drains		Billons		Cuvettes			

● **AMENDEMENTS - ENGRAIS**

Nature	Teneur	Age ou stade d'applic. prevu	Surf. trait. T.B.C.X. (*)	Mode S.G.P.J.L. (●)	Nbre d'unités fertilisantes per ha lan/abre/année d'age
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

(*) T Totalité, B Bande, C Cuvette, X Divers
 (●) S En épandage solide, G Granul., P Pulvérisation, I Irrigation, L Liquide

DEFENSE DES CULTURES

Lutte contre	Code	Produit	% M.A.	Age ou stade applic.	Mode (*)	Surf. trait. (●)	Conc. bouill.	Lit ou kg/ha

(*) Poudrage, PD, Pulv., PU, Inj, Pal...; Atomis.huile..AH.eau..AE - (●)Totalité T, Bande B, Cuvette C.

CALENDRIER DES TRAVAUX

● **FAÇONS CULTURALES**

Année	Sol travaillé	Dec.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	May	Jun	Jul.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.
	oui non														

Sous-solage S/S Labour L Façons superf. B Autres
 Semis S Enfouissement E Fouchage F Giroboyage G
 Engrais vert CV Cult. Int. C I Murch M
 Plantes de couv. PC Herbicides HE

● **FERTILISATION (voir Protocole et Amendement engrais)**

Jeunes	Adultes												

● **TAILLE - IRRIGATION**

Jeunes	Adultes												

● **DEFENSE DES CULTURES - VIROLOGIE**

Jeunes	Adultes												

Def. des Cult. (voir code ci-dessus)
 Tests virol. (mise en place : TV - contrôle CV)

● **PRELEVEMENTS DIVERS**

Jeunes	Adultes												

Sol. (voir aussi page 2)
 Feuilles : Rameau non florif. NF, Rameau florifère F, Autres

(voir page 4)

FIGURE 4 - RECTO DE LA FICHE "CONDUITE ESSAI" (pages 1-4)

FICHE modèle 3 CC

● 4*) RECOLTE		Mode d'observation		Nbre de fiches		Nombre de																									
Observations quantitatives fruits		Journalière	Globale	Individuelles	Parcellaires	Récapitulat.	Graphiques																								
%																															
ES																															
AC																															
ES/AC																															
● 5*) POMOLOGIE		oui non		Nbre de fiches		Nbre schémas de fruits																									
PRECISIONS EVENTUELLES CONCERNANT CHACUNES DES INTERVENTIONS REALISEES																															
OBSERVATIONS - Remarques éventuelles (météo, dépérissement, ...)																															
<table border="1"> <tr> <td>Nombre réel de journées d'ouvriers</td> <td></td> <td>Coût:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Engrais</td> <td>kg</td> <td>Coût</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Dét cultures</td> <td></td> <td>Coût</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tracteur</td> <td></td> <td>Coût</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mét culture</td> <td></td> <td>Coût</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Matériel special</td> <td></td> <td>Coût</td> <td></td> </tr> </table>								Nombre réel de journées d'ouvriers		Coût:		Engrais	kg	Coût		Dét cultures		Coût		Tracteur		Coût		Mét culture		Coût		Matériel special		Coût	
Nombre réel de journées d'ouvriers		Coût:																													
Engrais	kg	Coût																													
Dét cultures		Coût																													
Tracteur		Coût																													
Mét culture		Coût																													
Matériel special		Coût																													

FICHE CONDUITE ESSAI								couvre période du		au	
TITRE :		Essai TEST		Espèce		Pays		Année		N°	
DISCIPLINES CONCERNÉES		Agro. Ecol.		Pédo.		Géné.		Frais		Essence	
		Eno. Phyt.		Némat.		Viro.		Pharm.		Bioch.	
		Phys.		Bioch.		Techno.					
● 1*) TRAITEMENTS : Dates d'exécution et remarques :											
● 2*) PRELEVEMENTS PROGRAMMES											
FEUILLES :			Nbre d'échantillons		Nbre fiches		A. PHYTOSANITAIRES		Nbre de fiches		
NF			par Arbre Parcelle Essai		résultats		oui non		Individu Parcelle Essai		
SDL							Virolo.				
Analyse physique							Entomo.				
Analyse chimique							Patholo.				
Analyse nematol.							B. VEGETATIVES				
Analyse biol.							Pous. végét				
DOCUMENTS JOINTS :			Nbre fiches		Tableaux		C. BIOMETRIQUES		Divers		
Expédiés le			à M.		Reçus le		Haut arbres				
							Circ. à 5cm JCG				
							point de greffe				
							Ø frond.				
							Ø frond.				
							Divers				

FIGURE 5

Fiche 3CCC (qual. int.)

Titre de l'essai

Carrié Remplacé le

PAGE

Date de plantation		Carrié Remplacé le		Code	
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Nb fruits/échant	Nb pepins/fruit	E.S.	OBSERV. (Mode extraction, Maturité, etc.):	
Analyse le :	Poids moy. 1 fruit	% jus	E/A:		Page: 1
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Nb fruits/échant	Nb pepins/fruit	E.S.	OBSERV. (Mode extraction, Maturité, etc.):	
Analyse le :	Poids moy. 1 fruit	% jus	E/A:		Page: 2
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Nb fruits/échant	Nb pepins/fruit	E.S.	OBSERV. (Mode extraction, Maturité, etc.):	
Analyse le :	Poids moy. 1 fruit	% jus	E/A:		Page: 3
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Nb fruits/échant	Nb pepins/fruit	E.S.	OBSERV. (Mode extraction, Maturité, etc.):	
Analyse le :	Poids moy. 1 fruit	% jus	E/A:		Page: 4
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Nb fruits/échant	Nb pepins/fruit	E.S.	OBSERV. (Mode extraction, Maturité, etc.):	
Analyse le :	Poids moy. 1 fruit	% jus	E/A:		Page: 5
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Nb fruits/échant	Nb pepins/fruit	E.S.	OBSERV. (Mode extraction, Maturité, etc.):	
Analyse le :	Poids moy. 1 fruit	% jus	E/A:		Page: 6
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Nb fruits/échant	Nb pepins/fruit	E.S.	OBSERV. (Mode extraction, Maturité, etc.):	
Analyse le :	Poids moy. 1 fruit	% jus	E/A:		Page: 7
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Nb fruits/échant	Nb pepins/fruit	E.S.	OBSERV. (Mode extraction, Maturité, etc.):	
Analyse le :	Poids moy. 1 fruit	% jus	E/A:		Page: 8
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Nb fruits/échant	Nb pepins/fruit	E.S.	OBSERV. (Mode extraction, Maturité, etc.):	
Analyse le :	Poids moy. 1 fruit	% jus	E/A:		Page: 9
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Nb fruits/échant	Nb pepins/fruit	E.S.	OBSERV. (Mode extraction, Maturité, etc.):	
Analyse le :	Poids moy. 1 fruit	% jus	E/A:		Page: 10

FIGURE 6

Fiche 3CCC (carac. végét.)

Titre de l'essai

Carrié Remplacé le

PAGE

Date de plantation		Carrié Remplacé le		Code	
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Circconf. Tronc	Ø Frondaison	Hauteur	Recolte	
Analyse le :	P.B	M.S.	E.W.	Date:	Page: 1
				Nbre:	
				Kg:	
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Circconf. Tronc	Ø Frondaison	Hauteur	Recolte	
Analyse le :	P.B	M.S.	E.W.	Date:	Page: 2
				Nbre:	
				Kg:	
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Circconf. Tronc	Ø Frondaison	Hauteur	Recolte	
Analyse le :	P.B	M.S.	E.W.	Date:	Page: 3
				Nbre:	
				Kg:	
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Circconf. Tronc	Ø Frondaison	Hauteur	Recolte	
Analyse le :	P.B	M.S.	E.W.	Date:	Page: 4
				Nbre:	
				Kg:	
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Circconf. Tronc	Ø Frondaison	Hauteur	Recolte	
Analyse le :	P.B	M.S.	E.W.	Date:	Page: 5
				Nbre:	
				Kg:	
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Circconf. Tronc	Ø Frondaison	Hauteur	Recolte	
Analyse le :	P.B	M.S.	E.W.	Date:	Page: 6
				Nbre:	
				Kg:	
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Circconf. Tronc	Ø Frondaison	Hauteur	Recolte	
Analyse le :	P.B	M.S.	E.W.	Date:	Page: 7
				Nbre:	
				Kg:	
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Circconf. Tronc	Ø Frondaison	Hauteur	Recolte	
Analyse le :	P.B	M.S.	E.W.	Date:	Page: 8
				Nbre:	
				Kg:	
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Circconf. Tronc	Ø Frondaison	Hauteur	Recolte	
Analyse le :	P.B	M.S.	E.W.	Date:	Page: 9
				Nbre:	
				Kg:	
PAYS:	ESP:	ESSAI:	Bloc:	Trait.:	Arbre:
Recolte le :	Circconf. Tronc	Ø Frondaison	Hauteur	Recolte	
Analyse le :	P.B	M.S.	E.W.	Date:	Page: 10
				Nbre:	
				Kg:	

à une époque précise de leur vie. Leur composition doit être fidèle et sensible aux variations de l'état nutritif de la plante.

L'orientation géographique ayant des effets sur cette composition, on cherche à les neutraliser par des prélèvements sur tout le pourtour de la frondaison.

Les échantillons sont pris sur des rameaux terminaux, sans ramifications ultérieures, en périphérie de la frondaison et dans sa partie la plus large afin d'éliminer les effets variables de l'ombrage à l'intérieur de celle-ci.

L'époque la plus favorable à l'échantillonnage est déterminée, dans les conditions climatiques locales, par une étude de variations saisonnières. On choisira une période pendant laquelle la composition foliaire soit aussi stable que possible.

Les feuilles portées par des rameaux fructifères et des rameaux non fructifères de l'année, sont dans les deux cas échantillonnées séparément ; la comparaison de leurs analyses est très souvent utile. En particulier, dans les conditions tropicales, certaines espèces ont une croissance continue et la position et l'âge de feuilles prélevées sur rameaux fructifères peuvent être déterminés avec plus de précision, mais la composition des feuilles prélevées sur rameaux non fructifères se montre très souvent plus sensible aux variations de nutrition.

Dans le cas particulier de symptômes localisés sur des feuilles spécifiques, il sera nécessaire d'effectuer un échantillonnage comparatif :

1. des feuilles présentant ces symptômes ;
2. des feuilles sans symptômes, de même nature que les précédentes quant à l'âge, la position, le type des rameaux les portant, et issues des mêmes plants malades ;
3. des feuilles identiques mais prélevées sur des plants sains du même carré ;
4. des feuilles identiques mais prélevées sur des plants poussant dans un carré totalement sain et voisin.

Cette comparaison de la composition minérale des échantillons permet de déterminer le déséquilibre nutritif éventuellement en cause avec le maximum de chance de succès. Si ces feuilles s'écartent sensiblement des normes usuelles de prélèvement, on ajoute un cinquième échantillon prélevé selon lesdites normes.

Ces techniques d'échantillonnages ont été expérimentées et mises en application ces dernières années dans des essais agronomiques sur avocatier, anacardier, papayer et grenadil-

le. Des échantillonnages comparatifs ont été pratiqués sur mangoustanier en Côte d'Ivoire et sur manguier au Sénégal, afin de déterminer la cause de symptômes (9). Des travaux sont actuellement entrepris afin d'adapter la technique au goyavier cultivé en différentes situations climatiques (Niger, Réunion, Guadeloupe) et aux fruitiers tempérés acclimatés à La Réunion (pommier, pêcher, prunier ...).

LE SERVICE DE PHYTOPATHOLOGIE

Ce service intervient dans l'observation des symptômes des maladies au champ, dans la détermination des agents pathogènes au champ et en laboratoire, dans l'étude de la biologie de ces agents ; il participe à l'élaboration des essais faisant appel aux nouvelles molécules ou aux fongicides commerciaux. L'action du service de phytopathologie est prédominante dans le domaine du *Phytophthora* de l'avocatier, du papayer et de la grenadille et dans le domaine de la bactériose du manguier ; enfin, son action est capitale sur tous les problèmes de conservation des fruits.

LE SERVICE D'ENTOMOLOGIE

Ce service intervient dans les mêmes conditions que la phytopathologie. Dans le domaine des fruitiers tropicaux, son action a été prépondérante dans la lutte contre la cochenille du palmier-dattier ; ses activités plus récentes l'ont portée vers les problèmes posés par des cécidomyies du manguier et les mouches des fruits à La Réunion, les acariens du papayer et les nématodes en général.

LE SERVICE DE BIOCHIMIE

Ce service apporte sa contribution dans le domaine des analyses de fruits, en particulier la recherche d'arômes, de colorants naturels ou d'autres constituants pouvant être à l'origine de fabrications agro-alimentaires nouvelles.

LE SERVICE DE TECHNOLOGIE

La contribution de ce service auquel nous avons consacré un chapitre particulier est essentielle pour le développement de certaines cultures fruitières dites industrielles et pour la valorisation des écarts de triage.

LA CONTRIBUTION DES SERVICES CENTRAUX

LE SERVICE DE BIOMETRIE

Ce service participe à l'élaboration des protocoles de recherche, à la collecte des données, à l'analyse et à l'interprétation des résultats. Le chapitre consacré à la méthodologie de l'expérimentation décrit ses activités liées à la section «Fruitières tropicales arbustives».

LE SERVICE D'AGRO-ÉCONOMIE

Ce service intervient en amont et en aval des programmes

de développement dans les études de marché, dans les études économiques de faisabilité des projets, dans la gestion des Unités Types de Production.

LE SERVICE DE DOCUMENTATION

Par sa nature, ce service est un support indispensable à tout chercheur. L'index de la documentation analytique est un outil d'actualisation de nos connaissances en matière d'arboriculture fruitière tropicale.

LA PHÉNOLOGIE DES ESPÈCES FRUITIÈRES ARBUSTIVES TROPICALES

En 1972, à l'initiative de B. AUBERT et P. LOSSOIS (10) était lancé un programme d'observations phénologiques sur avocatier et manguiers au Cameroun.

Nous ne reviendrons pas sur les motivations et la technique d'observation qui ont été développées dans FRUITS.

INVENTAIRE DES DONNÉES RECUEILLIES

La fréquence des observations réalisées au Cameroun est bi-hebdomadaire tandis qu'à La Réunion, cette fréquence est mensuelle.

Afin de faire une première critique de la méthode employée et un premier bilan des observations, nous avons décidé d'arrêter celles-ci début 1977 au Cameroun et à La Réunion et de familiariser la Martinique à ce type de travail.

La somme des données recueillies sur avocats (54 arbres) et sur manguiers (33 arbres) peut se résumer en deux chiffres : 6.167 cartes perforées représentant 326.851 caractères observés. Nous disposons donc d'une énorme quantité d'informations.

Pour cette raison, la logique de la saisie des données sur cartes devait normalement aboutir à un décodage et à un traitement par ordinateur. Cet objectif est toujours celui du service de biométrie.

LA VÉRIFICATION DE LA QUALITÉ DE LA SAISIE DES DONNÉES

Avant de procéder à la conception d'un organigramme permettant l'écriture d'un programme, il faut s'arrêter sur deux points essentiels :

Bien définir l'objectif à atteindre et en obtenir la meilleure représentation possible.

Cet objectif pourrait se définir successivement en quelques mots :

- obtenir une meilleure connaissance des rythmes de la poussée végétative et de la floraison, afin de juger de l'adaptation au milieu d'une variété ou d'un cultivar. De ce fait, essayer de distinguer les rythmes endogènes, et ceux dus aux facteurs externes contrôlés (irrigation, fertilisation, traitements) et non contrôlés mais pouvant être connus, comme la climatologie et le complexe parasite. Ces connaissances de base devant être complétées par des notions de quantité et de qualité moyenne de récolte.

- dégager des relations entre tous ces éléments.

Vérifier si la méthodologie adoptée permet d'atteindre le but fixé.

C'est l'objet de notre première étude critique.

RAPPEL DES CARACTÈRES OBSERVÉS

Chaque arbre observé est identifié par :

- la variété,
- le numéro d'ordre,
- la date de plantation,
- la date d'observation.

A chaque visite de l'arbre sont notées :

- les observations portant sur l'ensemble de l'arbre : son port, le nombre de ses étages, l'affinité porte-greffe/greffon, le dessèchement des branches par élagage naturel ou par *Phytophthora* (avocatiers).

- les observations sectorielles :

Quatre orientations divisées en haut et bas de l'arbre : huit secteurs.

Par orientation, on procède à la notation :

- du *Phytophthora* sur le tronc (avocatier).
- de la densité de feuillage,
- du pourcentage de jeunes feuilles,
- de l'intensité de la floraison.

Sur les huit sous-secteurs, on procède à la notation :

- stades des boutons végétatifs,
- stades des boutons floraux,
- stades de nouaison, coulure,
- stades de récolte.

Les observations sont donc de deux natures :

- purement qualitatives (présence ou absence d'un stade),
- quantitatives estimées.

Ce deuxième type d'observation exige un bon entraînement de la part de l'observateur, un ordre logique dans le déroulement des opérations et suppose que ce soit toujours le même individu qui réalise ce travail, ou au mieux deux observateurs interchangeables qui apprécient les mêmes phénomènes de la même manière.

LES STADES REPERES

Pour chaque famille de caractères ont été retenus un certain nombre de stades repères végétatifs, floraux ou de nouaison dont on ne reprendra pas ici la description (10).

- La poussée végétative est repérée par 5 stades A B C D E
- La floraison est repérée par 5 stades A B C D E
- La nouaison et coulure est repérée par 3 stades :
 - A : nouaison primaire
 - B : nouaison finale
 - C : coulure

Les autres caractères sont notés par des appréciations de pourcentage et d'intensité du phénomène, comme la récolte, le pourcentage de jeunes feuilles, l'intensité de floraison, la densité de feuillage, la présence de *Phytophthora* sur le tronc (avocatier),

RECHERCHE D'UNE TECHNIQUE DE DÉPOUILLEMENT NOUVELLE

Nous rappelons que ce n'est pas le but de cette opération mais simplement un moyen de vérification des premières données avant de les faire analyser par un ordinateur.

Le support de base étant la carte perforée, il fallait déjà un programme en langage « Assembleur » pour le transcrire en clair afin de disposer au service de biométrie et sur le terrain, de documents originaux facilement lisibles. C'est à partir de ces sorties qu'ont été mises en oeuvre deux techniques de contrôle et d'interprétation manuelle.

- Sur les données de La Réunion.

AUBERT a transcrit sur un tableau à 3 entrées, les phénomènes de poussées végétative, floraison, nouaison et récolte mois par mois en faisant ressortir l'intensité de chacun de ces phénomènes (noté par l'épaisseur des traits des diagrammes). (figure 7).

Cette technique a le mérite de pouvoir apprécier globalement le cycle de plusieurs variétés en même temps : ainsi en examinant les observations faites sur avocatiers à Bassin Martin, on peut juger sur 2 ou 3 ans de la précocité de la floraison et de la mise à fruit, et des écarts de temps entre les différentes étapes du cycle.

Cette méthode de représentation pourrait être complétée graphiquement par des climatogrammes (moyennes mensuelles). Cette technique claire et simple mais gourmande en temps présente l'inconvénient de perdre l'information de base, à savoir qu'elle ne peut servir en aucun cas de contrôle des observations sectorielles et de la chronologie des stades repères.

Pour réaliser un tel tableau, AUBERT a dû faire des moyennes théoriques des huit secteurs observés. Or, nous souhaitons, avant de passer à une analyse automatique, tester la valeur des informations de base.

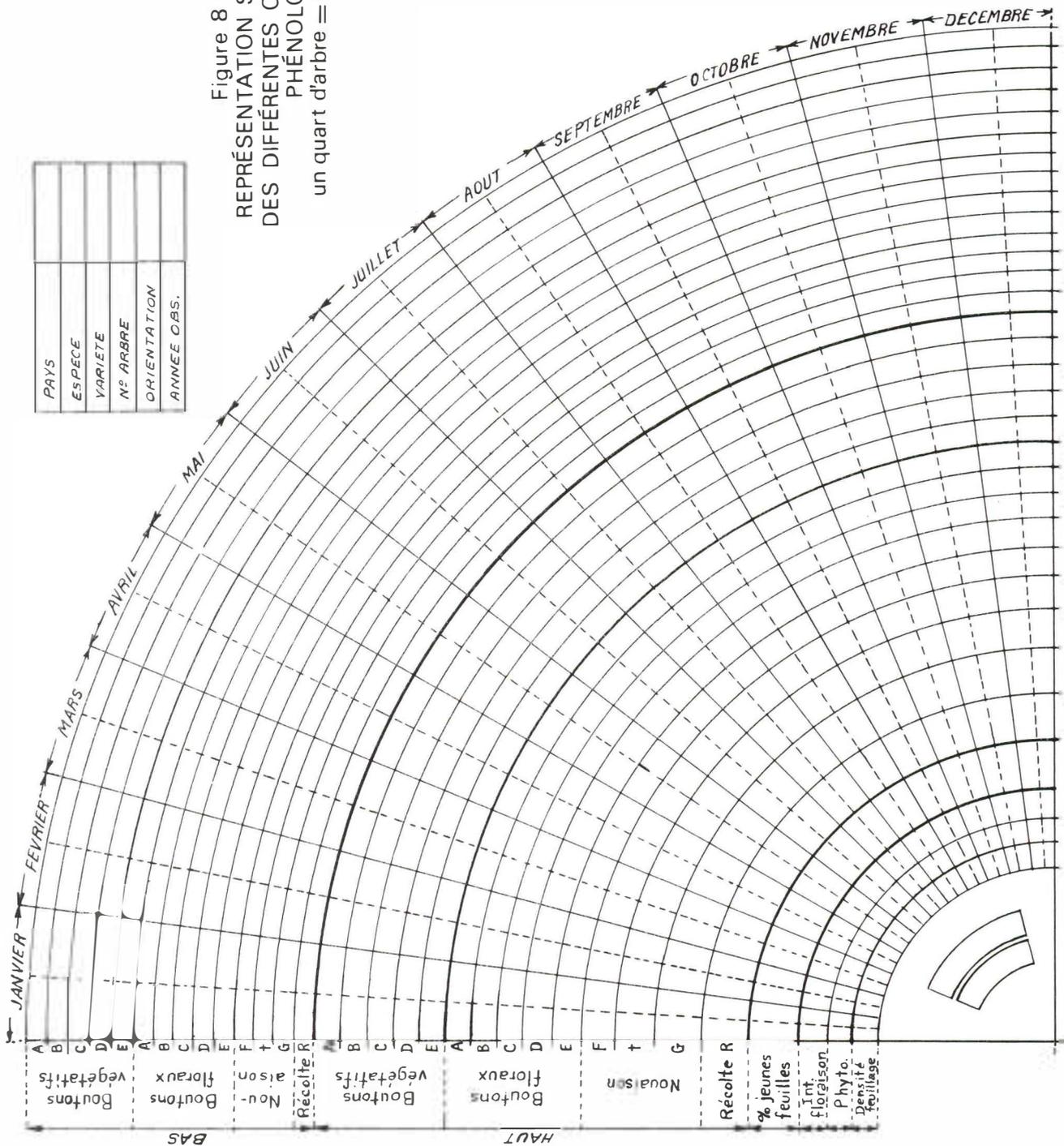
Partant de cette remarque, GAILLARD et LOSSOIS ont cherché un autre système de représentation.

- Sur les données du Cameroun.

On a cherché à donner une image de l'arbre observé pendant un an, soit le regroupement de 24 observations tout en préservant la notion de secteurs et de stades repères.

La matrice de base est un quart de cercle représentant une orientation (figure 8). Cette représentation dans l'espace nous permet :

1. d'examiner le comportement de l'arbre dans tous ces détails pendant un an (regroupement des 4 orientations)
2. d'examiner l'évolution d'une orientation pendant 4 ans.



Cette facilité d'assemblage nous permet également mais sur un support plus grand que la technique de AUBERT de comparer plusieurs arbres ou plusieurs variétés.

LA VÉRIFICATION DES DONNÉES

N'étant pas sur le terrain au moment de l'observation, il ne nous est pas possible, a posteriori, de contrôler la donnée correspondant à une perforation mais tout simplement de voir, si toutes les observations ont été faites et si elles répondent à une logique.

Cette vérification nous conduit :

- d'une part à demander plus de rigueur dans le contrôle des données dès leur saisie,
- d'autre part à réfléchir sur l'opportunité de conserver tous les caractères observés. Nous ne pourrions répondre à cette deuxième idée qu'après avoir interprété tout ou partie des observations réalisées au Cameroun et à La Réunion sur avocats et manguiers.

ESSAI D'INTERPRÉTATION DE QUELQUES SÉRIES D'OBSERVATIONS ET CRITIQUES

Rappelons simplement que :

- 31 avocats et 19 manguiers ont été observés tous les 15 jours pendant 4 ans au Cameroun
- 23 avocats et 14 manguiers tous les mois pendant 4 ans à La Réunion.

Mais surtout qu'il faut environ 1 heure à 2 personnes pour remplir des matrices d'un arbre pendant 1 an ; on imagine le temps nécessaire pour tirer partie de toutes les informations stockées ; au niveau de l'interprétation globale, c'est pratiquement impossible si on veut analyser dans les détails.

Pour cette raison, nous avons décidé d'examiner dans un premier temps le comportement de quelques arbres seulement. Afin de pouvoir faire une étude comparative et d'homogénéité, nous avons choisi :

- une même variété d'avocats, Lula, en 3 sites :

	Cameroun		Réunion Bassin Martin
	Nyombé	Ekona	
Durée des observations	4 ans	1973-74-75	3 ans
numéro des arbres	? 1 - 2	? 62-67	43

- une autre variété d'avocatier, Fuerte, à Nyombé, pendant 4 ans
- une variété de manguiers, Ruby, pendant 3 ans à Nyombé.

L'interprétation des matrices se situe à différents niveaux :

- différence entre orientations,
- différence entre haut et bas de l'arbre,
- homogénéité entre deux arbres d'une même variété dans un même site,
- différences globales entre sites pour une même variété,
- succession des stades phénologiques - simultanéité - écarts de temps,
- études des relations entre phénomènes
- tentative d'explication des rythmes par des facteurs externes,
- différences entre variétés pour un même site.

Cette première interprétation qui fera l'objet d'une publication détaillée à paraître prochainement dans la revue FRUITS a conduit à quelques remarques préliminaires :

- la cadence des observations (15 jours) est suffisante pour certains caractères relativement stables (stade végétatif A et B), pour d'autres dont l'évolution est rapide en phase de poussée végétative ou de floraison, les observations devraient être réalisées tous les 5 jours.
- il est probable que les faibles différences relevées entre haut et bas amèneront à choisir une couronne observée à mi-hauteur de l'arbre.
- l'effet de l'orientation n'a pas été mis en évidence de manière significative, tout du moins en ce qui concerne l'avocatier.
- la prévision des écarts entre les différents stades phénologiques ne sera excellente que si on procède à des marquages.
- la nécessité de définir un stade précis de récolte est indispensable si on souhaite comparer les comportements d'arbres d'une même variété plantée dans des situations différentes.

INVENTAIRE ET ÉTAT ACTUEL DES TRAVAUX DE RECHERCHE ENTREPRIS PAR L'IRFA SUR DIFFÉRENTES ESPÈCES FRUITIÈRES ARBUSTIVES ET LA DIVERSIFICATION

LES FRUITIERS TROPICAUX

L'AVOCATIER - *PERSEA AMERICANA* MK. (Lauracées)

Parmi les fruits tropicaux importés en France, l'avocat marque une progression extraordinaire dans les tonnages commercialisés (d'une importance de 3.149 tonnes en 1970 - la France est passée à 19.769 tonnes en 1977, soit un accroissement de plus de 600 p. 100 en sept ans). Alors qu'entre 1976 et 1977 le marché de la banane progressait de 9,6 p. 100, le marché de l'ananas frais régressait de 11,3 p. 100, celui de l'avocat progressait de 24,3 p. 100.

Ces quelques chiffres d'introduction indiquent pourquoi l'avocatier, dont les fruits sont commercialisés en frais, est l'objet d'un programme de recherches relativement important à l'IRFA.

Sur cette espèce, 26 communications ont été présentées à la Réunion annuelle de 1977 et il faut rappeler que le premier séminaire international consacré à l'avocatier, auquel participèrent deux agronomes de l'IRFA, s'est déroulé en Floride en novembre 1976.

Le choix des variétés.

Si, à l'IRFA, nous n'avons pas encore disposé de moyens et de temps suffisants pour se pencher sur les problèmes de création de nouvelles variétés, comme le font actuellement pour la grande majorité des travaux les Américains et les Israéliens, il n'en demeure pas moins vrai que nous sommes en permanence à la recherche de nouveautés pouvant répondre à nos préoccupations agronomiques et commerciales ou à celles des États dans lesquels nous travaillons. Le marché international actuel de l'avocat est dominé par

quelques variétés : Fuerte, Hass, Ettinger, Lula, Nabal, toutes présentes dans nos vergers et collections et dont nous connaissons bien les caractéristiques et les exigences. S'il n'est pas facile de promouvoir une nouvelle variété aux époques fortes de l'offre, il est plus aisé de les introduire dans les créneaux déficitaires de l'approvisionnement qui, bien que réduits, existent cependant en août-septembre et en avril-mai pour le marché européen, largement dominé par les exportations israéliennes (60 p. 100) et sud-africaines (20 p. 100).

Les Antilles sont particulièrement bien placées pour exporter en août-septembre, mais on a remarqué que la variété Lula, dont les résultats sont remarquables dans cette zone de production, n'était pas suffisamment précoce pour être cueillie à un stade de maturité convenable en août-septembre. Pour tenter de résoudre ce problème, on a recherché une variété dont les caractéristiques du fruit restent voisines de Lula, mais dont le début de la récolte soit en avance d'un mois sur Lula. Nous pensons que la variété Tonnage (hybride guatémaltèque-antillais), déjà cultivée à petite échelle en Floride, donnera satisfaction aux planteurs martiniquais. Cette variété est en essai de comportement sur notre station de Rivière Lézarde. Multipliée, elle a déjà fait l'objet de quelques hectares de plantation dans le nord de la Martinique. Le critère de sélection dans ce cas est donc la précocité.

Au contraire, dans d'autres pays comme le Cameroun, on cherche à remplacer les variétés précoces comme Pollock et Peterson, très fragiles au transport et ne supportant pas les basses températures de conservation (+ 6°C), par des variétés répondant non seulement aux exigences du marché (forme-calibre), mais encore pouvant supporter d'assez

longs délais de conservation. Pour répondre à ce besoin, les variétés de demi-saison ou tardives : Lula, Booth 8, Fuerte et Nabal (dans certaines conditions) sont à développer.

Dans le cas particulier de la Corse, le choix des variétés est lié à la résistance au froid, éliminant de ce fait les variétés de race antillaise. Dans ce pays, on conseille actuellement les variétés suivantes : Bacon, Fuerte, Nabal, Hass, Fuca, Regina.

Chaque pays a des critères de sélection qui lui sont propres en fonction des besoins du marché qu'il prospecte et en fonction de ses conditions de culture. Les zones où l'IRFA est appelé à travailler sur l'avocatier étant très diversifiées, il est nécessaire de posséder en un ou deux lieux géographiques différents des réserves génétiques en permanence ré-actualisées. Nous prêtons particulièrement attention à certaines variétés précoces cultivées en Floride comme Hardee, Nadir, Miguel, Nesbitt, aux nouveautés israéliennes comme Ein Vered, Horeshim, Netaïm, Nordhetein, Shomrat, Yehaima, etc., aux variétés de Nouvelle Zélande comme Hopkins et aux cultivars locaux.

La synthèse des observations que nous avons pu réaliser sur le comportement des grandes variétés commerciales, dans des conditions pédo-climatiques fort différentes, nous permet, à l'occasion d'études de nouveaux projets d'implantation de la culture de l'avocatier, de proposer (quand la connaissance du milieu est suffisante) les variétés les mieux adaptées.

La connaissance approfondie du comportement de certaines variétés a pu être obtenue grâce à un programme de phénologie mis en oeuvre au Cameroun dans deux situations différentes (Nyombé - Ekona) et à La Réunion (Bassin Martin).

La phénologie de l'avocatier.

Nous ne reviendrons pas sur la méthodologie employée, largement décrite dans le chapitre consacré à celle-ci, mais on peut rappeler les variétés dont un ou deux arbres ont été observés tous les 15 jours pendant 4 ans.

Au Cameroun (Nyombé et Ekona), les variétés suivantes ont été observées : Pollock, Lula, Hickson, Booth 7, Booth 8, Simpson, Collinson, Fuerte, Semil 34, Nabal, Zutano.

A La Réunion (Bassin Martin) : Lula, Hall, Collinson, Peterson, Itzamma, Taylor, Fuerte, Zutano, Fuca, Bacon, Panchoy, Edranol, Fairchild, Arue, Blackround, Topa Topa, Hass.

Choix des sols - Étude de l'enracinement.

Le Service d'Agropédologie de l'IRFA a étudié, au Cameroun et plus particulièrement en Côte d'Ivoire, les critères de sélection des sols destinés à la culture de l'avoca-

tier. La motivation première était due aux dégâts considérables provoqués par les attaques de *Phytophthora cinnamomi* sur le système racinaire. P. FROSSARD suggère en effet de s'orienter sur une notion d'équilibre sol-plante ; pour lui, l'important semble être que les caractéristiques physico-chimiques du sol soient telles que la vitesse de renouvellement des racines mortes soit supérieure à la vitesse de destruction par le champignon et qu'il n'y ait pas d'hydromorphie même temporaire.

J. GODEFROY, à la suite d'une série d'études de profils et d'analyses physiques, conclut que les critères de sélection des sols destinés à la culture de l'avocatier portent essentiellement sur leur aptitude à se ressuyer rapidement et ayant une bonne macroporosité. En Côte d'Ivoire, ces conditions se rencontrent généralement dans les sols à texture grossière où la fraction sables grossiers est dominante et qui occupent une position topographique de plateau ou de pente. Les bas de pente et les dépressions présentent souvent un drainage insuffisant et doivent de ce fait être éliminés. Il faut également exclure les sols à texture fine, développés sur roches schisteuses, certains sols d'alluvions fluviales, les sols hydromorphes de bas-fond et les sols où il y a présence d'une cuirasse à moins d'un mètre de profondeur. Au Cameroun, les avocats ont un excellent développement sur les sols d'origine volcanique (sols bruns eutrophes de la région du Mungo), qui ont pourtant une texture très fine (70 p. 100 d'argiles et limons) mais une excellente structure, un bon drainage externe et une bonne macroporosité.

Des observations grossières sur l'enracinement d'avocats greffés de 10 ans ont été réalisées sur la station de Nyombé au Cameroun. On a remarqué dans ce type de sol que le système racinaire de l'avocatier est très superficiel puisque 65 à 80 p. 100 des racines sont localisées dans l'horizon 0 à 15 cm, 70 à 90 p. 100 des racines observées à la limite de la frondaison ont un diamètre inférieur à 5 mm. On a noté également que les racines traversent les horizons de pouzzolane mais ne pénètrent pas dans un horizon cimenté (dalle).

A La Réunion, B. AUBERT (11), a procédé à une étude plus détaillée de l'enracinement d'un avocatier de semis (Black round âgé de 5 ans) planté sur les sols ferrallitiques de la Station de Bassin Martin. Nous ne reviendrons pas sur la méthode d'exploration selon une tranchée en spirale logarithmique, mais nous rappellerons simplement sous forme de tableaux et graphiques les principales observations réalisées au moyen de cette technique, en particulier le nombre et la taille des racines, la répartition des racines, l'estimation de la puissance d'ancrage (figures 9, 10, 11, 12), (tableaux 3 et 4).

L'intérêt de ce travail est une contribution à la connaissance de la résistance de l'avocatier à l'arrachage (possible en cas de cyclone), à la connaissance des quantités d'eau

nécessaires en cas d'irrigation, à la connaissance de la zone d'application des engrais.

La multiplication (photos 9 a et b).

Comme nous l'avons déjà signalé dans le chapitre consacré aux méthodes de travail, il n'existe pas de technique universelle pour la multiplication de l'avocatier si ce n'est le greffage au sens large.

TABLEAU 3 - Nombre de sections de racines.

	total sections de racines	section de \varnothing < 1 mm
sur face interne tranchée	1.179	891
sur face externe	1.335	1.032
en moyenne	1.257	962
densité rapportée au dm^2	4,29	3,24

TABLEAU 4 - Répartition des sections suivant la profondeur

Profondeur en cm	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70
nombre de sections de la spirale interne en fonction de la profondeur	412	289	190	130	72	91	6
pourcentage par rapport au total	34	24	16	11	6	7	

Les travaux de recherche de l'IRFA au cours de ces dernières années en matière de multiplication de l'avocatier ont été de deux natures :

Le greffage.

A partir des observations réalisées en Corse, LARUE et VULLIN ont comparé différentes techniques de greffage en Algérie : greffe de côté sous écorce, greffe de placage à l'anglaise, greffe de côté à l'anglaise, greffe en écusson avec pousses terminales dite «greffe grecque». Il est apparu que cette dernière méthode donnait les meilleures reprises, mais l'ensemble des résultats pouvait être considéré comme médiocre et en partie imputable à l'époque de greffage (trop tôt en septembre). Il faut rappeler qu'en Corse, la greffe de côté à l'anglaise, compliquée, réalisée en octobre sur des porte-greffe d'un an, donne un pourcentage de reprise supérieur à 80 p. 100. Le même pourcentage de réussite est obtenu en zone tropicale sur des porte-greffe de 3-4 mois avec différentes techniques : fente de côté en Côte d'Ivoire, au Cameroun, au Sénégal, en Guadeloupe, en tête à l'anglaise compliquée à La Réunion, en fente en tête à la Martinique. Chaque pépinière a ses habitudes et ses contraintes entraînant d'autres variantes sur le stade du repiquage, sur l'opportunité de l'ombrage, sur l'utilisation de conteneurs, le choix des noyaux de porte-greffe et sur la protection phytosanitaire, etc.

Y. BERTIN, dans un document présenté à la Réunion annuelle, a rassemblé, sous forme de synthèse, toutes les techniques utilisées à l'IRFA en matière de multiplication de l'avocatier. On ne reproduira ici que quelques tableaux résumant ces techniques comparées à celles pratiquées dans deux grandes zones productrices d'avocats : la Floride et la Californie (tableaux 5 et 6).

On ne saurait trop insister sur le choix des noyaux devant

engendrer les porte-greffe. Les pieds-mères doivent être exempts de «Sun blotch». Les noyaux doivent être prélevés sur des fruits cueillis ayant atteint leur complète maturité. Il est recommandé de désinfecter les noyaux, avant leur mise en stratification, par un trempage à l'eau chaude (49-50°C pendant 30 minutes).

Le bouturage.

Des tentatives plus anciennes mais qui restent encore à notre programme ont été réalisées sur la multiplication des porte-greffe par voie végétative. Le bouturage est une de ces méthodes.

BOURDEAULT (12) en Côte d'Ivoire avait mis au point une technique sur le choix des boutures, le choix du milieu de bouturage, l'éclairage, l'hygrométrie (brouillard artificiel), l'emploi d'auxines. Il avait obtenu des résultats intéressants sur les variétés Duke, Mexicola, Zutano, Lula (photos 9 a à f).

Pourcentage cumulé d'apparition de racines.

Apparition des racines en jours	Variétés			
	Duke	Mexicola	Zutano	Lula
60			2	
90		13	6	2
120	25	49	38	29
150	55	67	58	41
180	63	84	69	54

HAURY, au Cameroun, a tenté la première phase d'une multiplication par bouturage ne nécessitant pas de brouillard artificiel. La technique de l'étiolation qu'il a utilisée engendrerait des facteurs de juvénilité et serait une étape

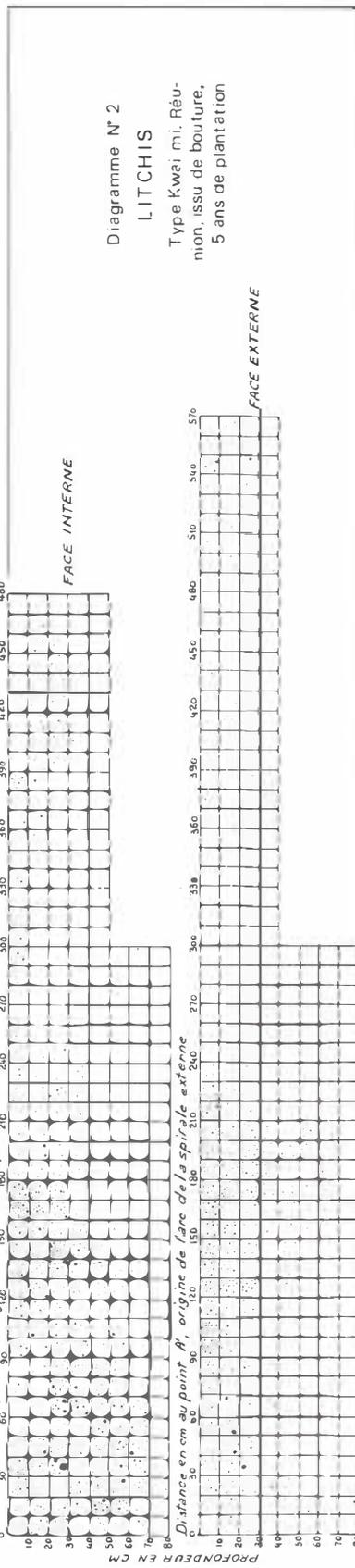
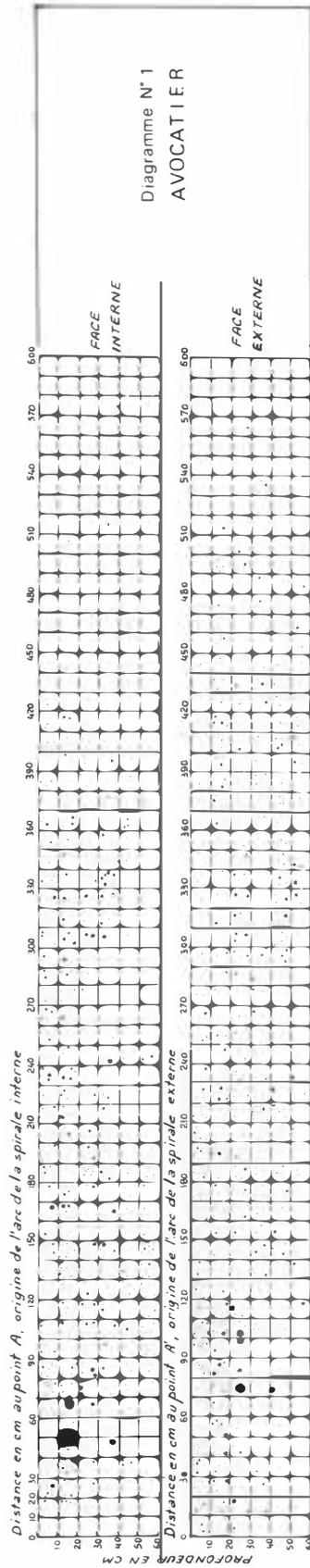
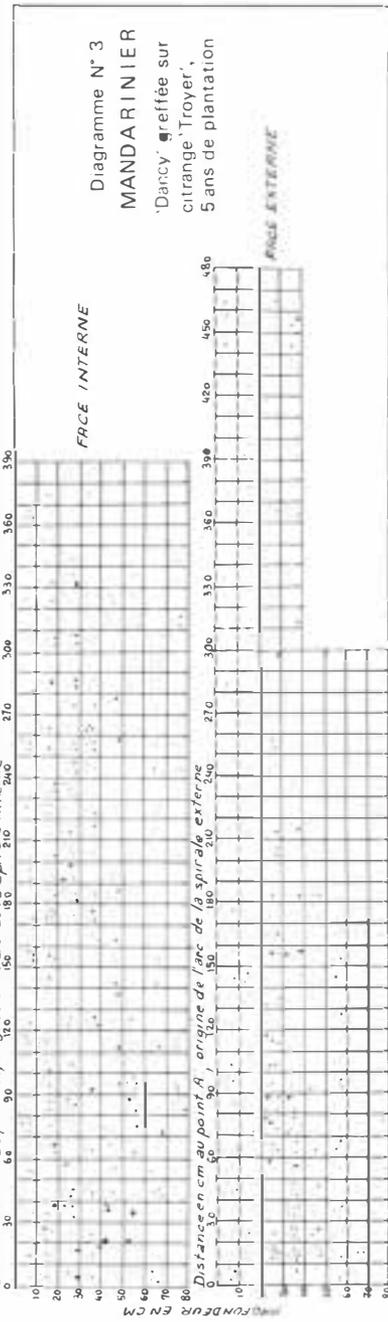


Figure 9
REPRESENTATION DES
SECTIONS DE RACINES
SUR LES DEUX FACES
DE LA TRANCHEE.

Diamètre des racines:

- 0 à 1 mm
- 1 à 3 mm
- ⊙ 3 à 5 mm
- ⊕ 5 à 10 mm
- > 10 mm



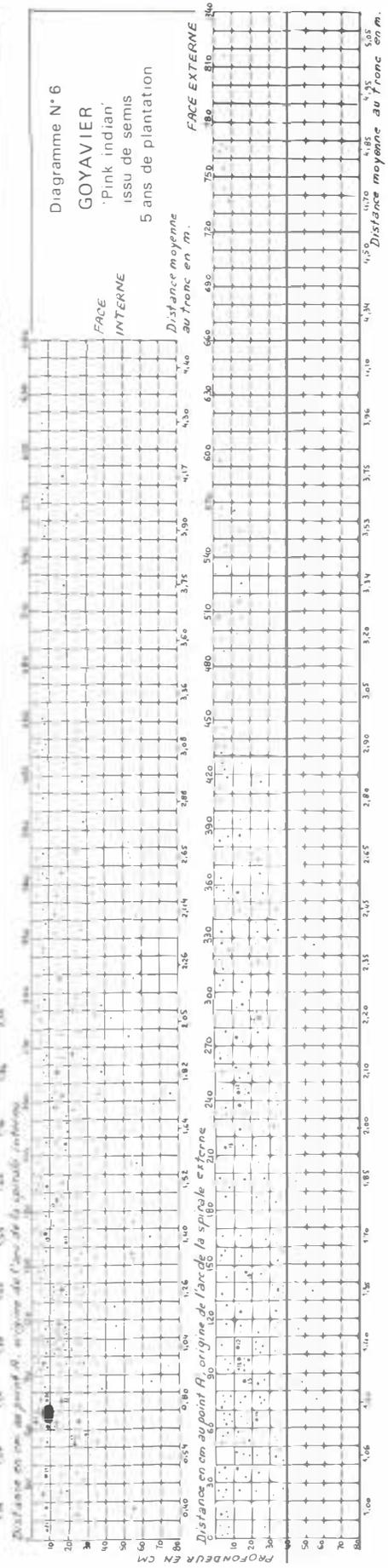
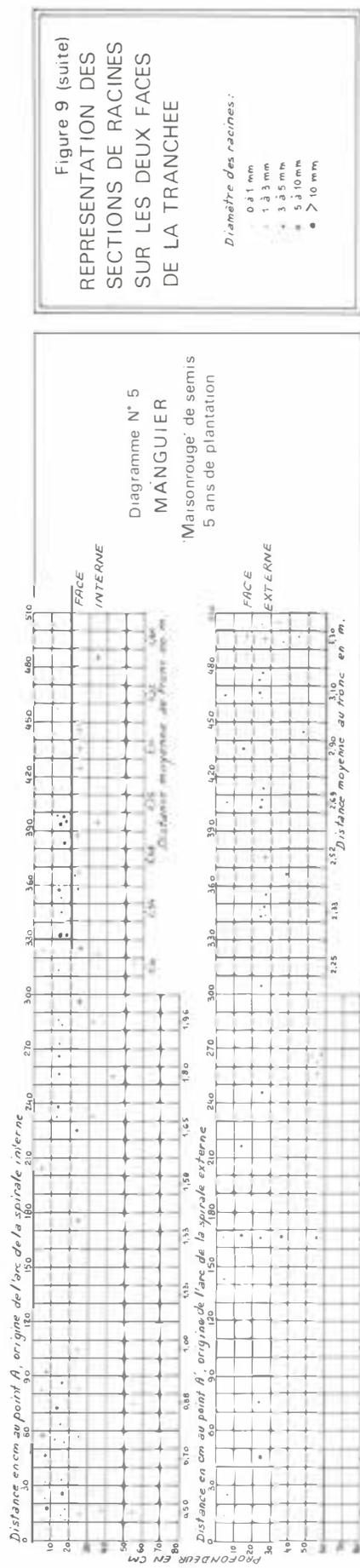
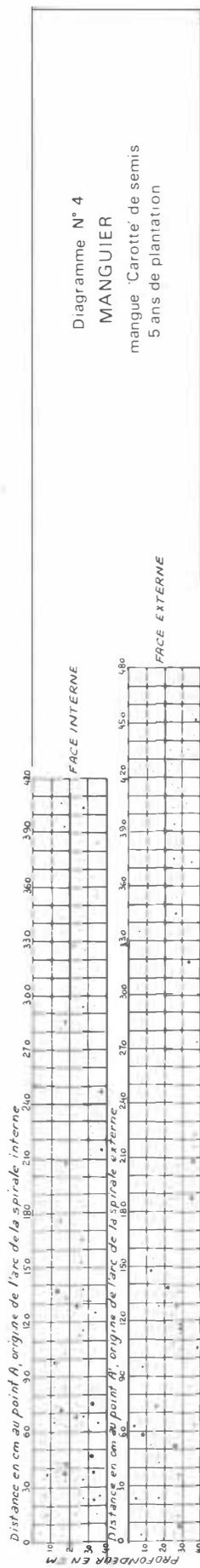


Figure 9 (suite)
REPRESENTATION DES
SECTIONS DE RACINES
SUR LES DEUX FACES
DE LA TRANCHEE

Diamètre des racines:
 ○ 0 à 1 mm
 ● 1 à 3 mm
 ◐ 3 à 5 mm
 ◑ 5 à 10 mm
 ● > 10 mm

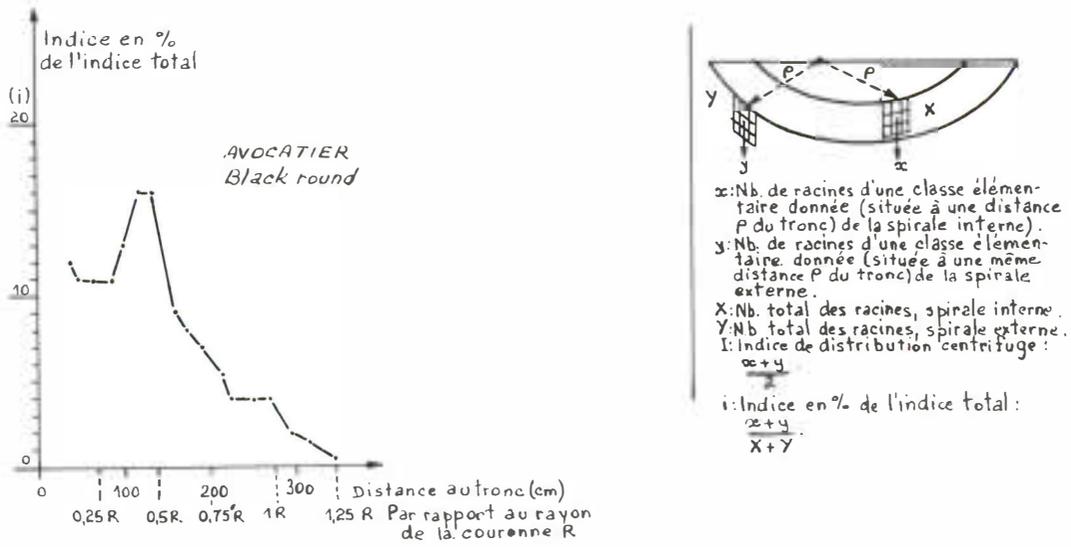


Fig.10 • Indice de distribution centrifuge.

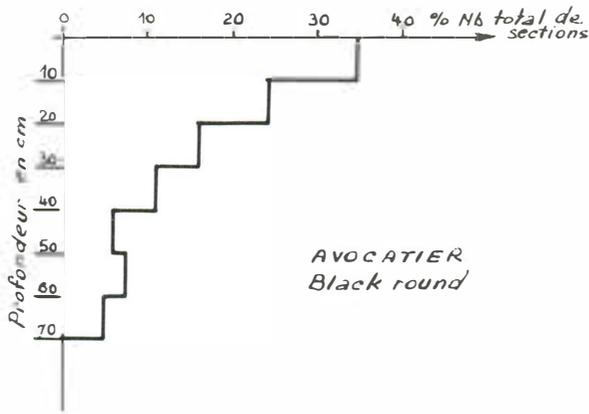


Fig. 11 • Profondeur d'enracinement.

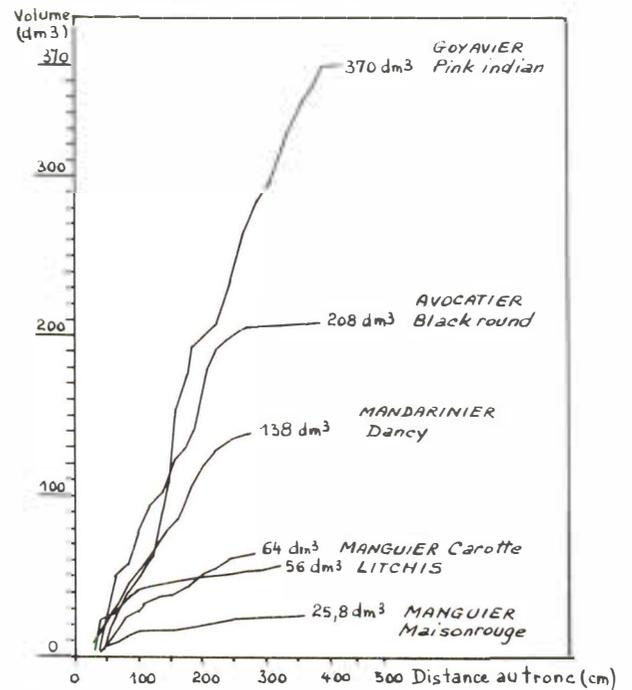


Fig. 12 • Indice morphologique d'ancrage.

Photo 9 a. Bacs de germination pour noyaux d'avocats et de mangues.

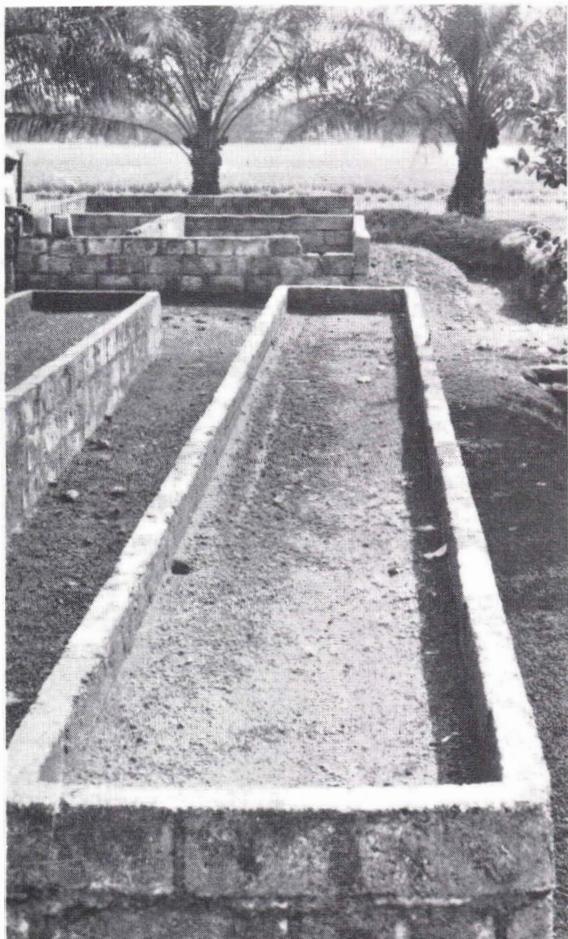


Photo 9 b. Traitement fongicide en pépinière contre le *Cercospora* de l'avocatier.



préparatoire du matériel végétal à bouturer. Ce travail, pour des raisons diverses, n'a pas été mené à terme.

Le bouturage de l'avocatier n'est pas simple à réaliser. En effet, il est coûteux, il est lent, et de ce fait, n'a pas été retenu comme technique de multiplication de l'avocatier par les pépiniéristes commerciaux. Ce n'est pas le but mercantile qui était visé par l'IRFA qui cherche avant tout à disposer de porte-greffe homogènes issus d'un même clone pour la mise en place d'expérimentations diverses, tant pour la lutte contre le *Phytophthora* que pour les essais agronomiques traditionnels : essais comparatifs variétaux, problème de l'alternance, essais de fertilisation, etc.

Les porte-greffe de l'avocatier.

A l'IRFA comme dans les principaux centres de recherches sur l'avocatier, le choix des porte-greffe de l'avocatier reste un problème non résolu. Seules des tendances se dégagent mais la contradiction de certains résultats ne permet pas encore de conseiller avec rigueur un certain type de porte-greffe en fonction des objectifs recherchés. Tant qu'une méthode pratique et économique n'aura pas été mise au point pour la multiplication végétative de l'avocatier, nous ne disposerons pas de clones pouvant être utilisés à grande échelle.

Les travaux sur les porte-greffe sont largement dominés par le problème du *Phytophthora cinnamomi*. La quasi-totalité des activités de prospection et de sélection est orientée vers la recherche d'un cultivar ou d'un clone résistant ou tolérant aux différentes souches de *Phytophthora*. Du travail énorme et de longue durée conduit par le Dr ZENTMYER et ses collaborateurs sont sortis peu de résultats agronomiques utilisables en matière de porte-greffe pour les plantations commerciales.

Le domaine plus particulier de la lutte contre le *Phytophthora*, par le biais de porte-greffe tolérants à cette maladie, sera repris au chapitre Défense des Cultures. En dehors de cet aspect prédominant de la recherche sur les porte-greffe de l'avocatier, on s'est penché sur d'autres critères de sélection qui sont, pour la Corse et les zones méditerranéennes, la tolérance aux basses températures et à la salinité. Il s'est avéré que les porte-greffe d'origine antillaise étaient les plus sensibles au froid, mais les plus tolérants à l'ion chlore du chlorure de sodium ; inversement, les porte-greffe d'origine mexicaine sont tolérants au froid et très sensibles à la salinité.

En Corse, l'IRFA étudie actuellement différents porte-greffe hybrides quant à leur résistance au froid, tandis que les Israéliens ont sélectionné des hybrides guatémaltèques antillais résistants au sel et appelés types 'Nahalat'.

En zone tropicale, on recherche d'autres critères de sélection comme l'effet nanifiant du porte-greffe, l'inciden-

ce sur l'alternance, la productivité, la longévité, un système racinaire puissant dans les zones cycloniques, etc.

Différentes expérimentations ont été mises en oeuvre au Cameroun et en Corse pour tenter de déceler l'influence de certains caractères du porte-greffe sur le greffon, mais ces tests sont entachés d'un vice rédhibitoire puisque les porte-greffe sont issus de semis donc de fécondation croisée. Chaque pays, où l'IRFA intervient, utilise des porte-greffe dont le choix tient compte souvent, plus des habitudes locales et des possibilités d'approvisionnement en noyaux, que de résultats d'une recherche fondamentale. Ainsi les Américains utilisent peu les sélections de Duke ou certains seedlings guatémaltèques dont on avait décelé quelque tolérance au *Phytophthora*, pour ne retenir que des variétés bien connues Topa Topa, Mexicola, Waldin ou Lula. Le Cameroun, la Côte d'Ivoire et le Sénégal utilisent des hybrides locaux. La Réunion utilise la variété Black round. Les Antilles comme la Floride utilisent essentiellement la variété Waldin. Seuls les Israéliens utilisent leur propre sélection, étant particulièrement sensibilisés par les problèmes de salinité et de résistance au froid.

On peut rappeler au lecteur que l'IRFA s'est également intéressé à la recherche d'autres *Persea* que *P. americana* pour tenter de trouver des types résistants au *Phytophthora*. Parmi ceux-ci, le *Persea borkonia* est pratiquement le seul à manifester une bonne résistance au *Phytophthora* ; malheureusement il est incompatible avec la plupart des *Persea*.

D'autres *Persea* comme *caerulea*, *chrysophylla*, *durifolia*, *donnel-smithii*, *skutchii*, ont manifesté des caractères d'immunité vis-à-vis du *Phytophthora*, mais sont incompatibles au greffage avec les variétés de *Persea americana*.

En Corse, le *Persea nubigena* est testé en comparaison avec d'autres porte-greffe hybrides comme Zutano, Towels, Fuca, Stillman.

Notons enfin que la multiplication du porte-greffe à partir de culture de tissus *in vitro* est au programme de l'IRFA et qu'actuellement seuls les Israéliens ont obtenu en laboratoire leurs premiers résultats positifs.

Le surgreffage.

Le surgreffage peut être considéré comme une technique de multiplication en plein champ ; elle est employée soit pour régénérer de vieux vergers en changeant de variétés et répondre ainsi à une nouvelle demande du marché, soit pour changer de variété à tout instant pour diverses raisons : mauvais choix de la variété initiale (peu productive, mauvaise qualité, sensible au froid, à la sécheresse), remplacement d'une variété plus précoce ou plus tardive, remplacement par une variété moins sensible aux attaques de *Cercospora* ou de Scab.

La technique de surgreffage préconisée par l'IRFA consis-

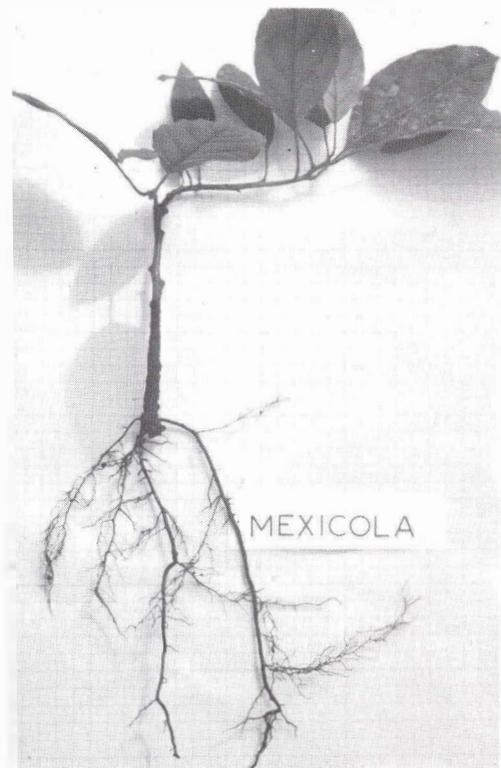
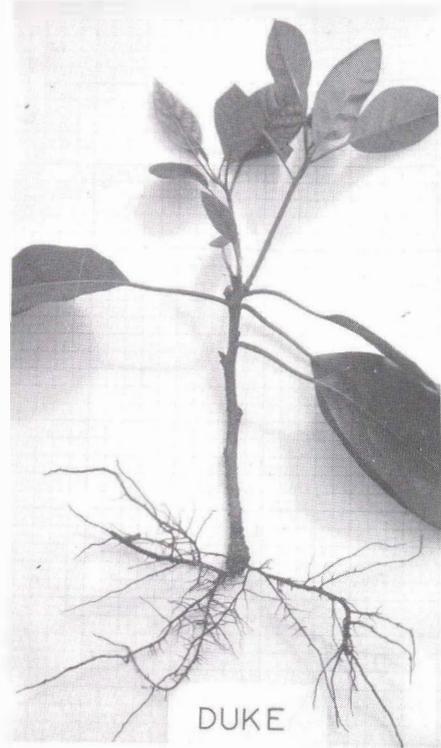
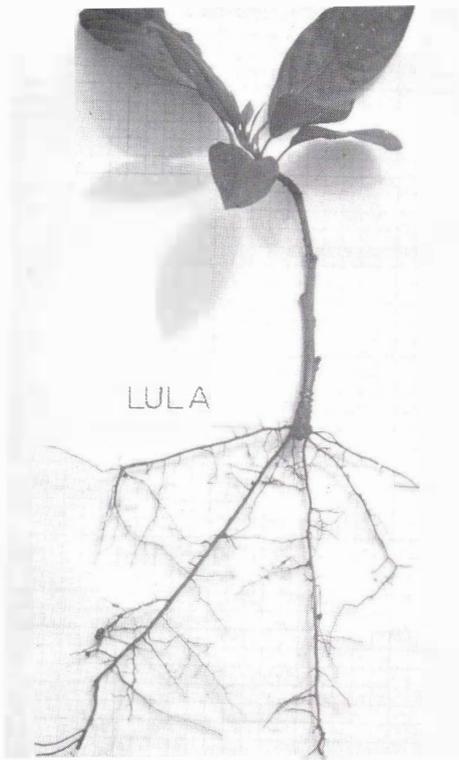


Photo 9 c. Boutures racinées d'avocatiers de différentes variétés obtenues en Côte d'Ivoire par BOURDEAUT.

TABLEAU 5 - Elevage du plant du semis au greffage.

	Lieu de repiquage	Mélange terreux	Intervalle repiquage-greffage	Irrigation	Traitement	Ombrage
Californie	pleine terre ou conteneurs de 8 l	terre améliorée	3 mois	capillaires individuels	fongicide 1 fois / 15 jours	néant
Floride	conteneurs ou sachets	terre 1/3 sable 1/3 vermiculite 1/3	4 mois	aspersion ou capillaires	fongicide 1 fois/semaine	néant
Cameroun	sachets en bacs	terre de forêt	2 mois	aspersion	non	maille plastique
Côte d'Ivoire	sachets sur graviers	1/3 humici 1/3 sable 1/3 terre	3-4 mois	aspersion	oléocuire + sevin 1 fois/semaine	néant
Sénégal	sachets 18 x 30	1/3 terreau 2/3 sable	2-4 mois	arrosoir	néant	néant
La Réunion	sachets 26 x 44 8/100	1/4 sable 3/4 terre franche	1-3 mois	rampe avec micro-jet		Netlon 50 %
Corse	pleine terre	sol naturel	4-5 mois	8-10 jours 30-40 mm aspersion	néant	néant
Guadeloupe	sachets 30 x 30	terre humifère	3-4 mois	eau de pluie	néant	permanent très léger
Guyane	pleine terre	pleine terre très sableuse	3 mois	aspersion		néant
Martinique	sachets noirs 30 x 30 sur palettes	1/3 sable 1/3 terreau 1/3 vermiculite	3 mois	aspersion fine à la demande	fongicides alternés 1 fois/semaine	néant

te à rabattre les arbres sur les charpentières à environ 1,50 m du sol et à procéder au greffage sur deux ou trois repousses vigoureuses sélectionnées sur chacune des charpentières. En 2 à 3 ans, il est possible, avec cette technique, de reconstituer totalement un arbre avec une autre variété, sous réserve d'avoir pris les précautions d'usage inhérentes à cette opération (protection des troncs, tuteurage des repousses, entretien soigné des greffes).

Techniques culturales.

Dans ce chapitre, nous aborderons les problèmes de densité et de dispositif de plantation, les techniques de taille et les problèmes d'entretien.

Densité et dispositifs de plantation.

Les densités de plantation des avocats préconisées par l'IRFA sont variables ; elles dépendent :

- du dispositif de plantation : en ligne, en carré, en ligne en quinconce, en courbes de niveau, en terrasse,
- de la variété et du porte-greffe (croissance, développement, port),
- de la nature et des conditions climatiques pouvant intervenir fortement sur la vitesse de croissance,
- du choix du système de culture : haie fruitière avec ou

sans cultures intercalaires les premières années, forte densité à la plantation et éclaircissage progressif.

Les distances de plantation que nous pouvons préconiser pour chaque variété dans des situations écologiques bien connues sont issues des observations de croissance que nous avons effectuées durant de nombreuses années sur les collections et les essais de comportement (diamètre de la frondaison - N S - E O - hauteur). On sait pertinemment qu'un arbre des variétés Nabal, Collinson, Bacon, Zutano, demandera moins d'espace qu'un arbre des variétés Booth 8, Fuerte ou Hass. On sait également que la vitesse de croissance en Corse sera beaucoup plus lente qu'aux Antilles ou en Côte d'Ivoire.

Par expérience en zone tropicale humide (Cameroun), il est illusoire de planter à haute densité (200 arbres/ha) pour pratiquer ensuite des éclaircissages permettant une densité définitive à 100 arbres/ha. La vitesse de croissance de certaines variétés comme Hickson, Hall, Lula, Booth 7, Booth 8, Fuerte, est telle qu'il faut arracher un arbre sur deux dès la deuxième année de production (soit à 5 ans). Les densités extrêmes utilisées par les principaux pays producteurs d'avocats varient de 70 arbres/ha (12 x 12) à 275 arbres/ha (6 x 6). Les distances 12 x 12 sont souvent la résultante de deux éclaircissages successifs dans le temps, réalisés en

TABLEAU 6 - Technique de greffage.

	stade de greffage	intervalle greffage-livraison	sélection des arbres pour prélèvement greffons	nature du greffon	hauteur du greffage	mode de greffage
Californie	très variable	12-18 mois	arbres productifs sans Sunblotch	terminaux	25-50 cm	fente de côté anglaise simple
Floride	crayon à 20 cm	8-10 mois	arbres productifs sans Sunblotch	terminaux	15 cm	fente tête de côté ou anglaise compliquée
Cameroun	gros crayon	9 mois	arbres pilotes 10 ans et 22 ans	pousse terminales, bourgeons gonflés	30-40 cm	fente simple
Côte d'Ivoire		6-7 mois	selon possibilités	terminaux	10-15 cm	fente côté
Sénégal	crayon à 5 cm	8 mois	suivant possibilités arbres productifs	bourgeon terminal bien gonflé	20 cm	fente de côté
La Réunion	le plus jeune	6-8 mois	arbre ayant eu une bonne production	pousse terminale ou subterm. bourg. gonflés	20 cm	anglaise compliquée en tête
Corse	automne (oct.-nov.)	18 mois	sélection SRA arbres ayant produit	portée de pousse avec yeux latents	15-20 cm	de côté anglaise compliquée
Guadeloupe	crayon à 35 cm	4-7 mois	arbres sains en pleine végétation	extrémités coeur translucide	15-30 cm	fente de côté
Guyane	plants de 30 cm	6-7 mois	jeunes plants parc à bois		5-10 cm	fente de côté ou tête
Martinique	crayon à 20-30 cm	7 mois	arbres de bonne végétation saine	extrémités bourgeons gonflés	15-20 cm	fente en tête

diagonale à partir d'une forte densité originale. En zone tropicale humide, l'IRFA conseille, d'une façon générale, pour les variétés Pollock, Peterson, Lula, Hall, Hickson, Booth 7, Booth 8, Fuerte, Zutano, Hass, de planter à une densité définitive de 10 x 10 ; pour les variétés à plus faible développement ou à port plus érigé comme Collinson, Nabal, Taylor, plantation à 8 x 10. Aux Antilles, avec les variétés Lula et Tonnage, on s'oriente sur les distances 8 x 8 (156 arbres/ha), 8 x 10 (125 arbres/ha), 9 x 7 (150 arbres/ha). Quelle que soit la densité retenue, il est fortement conseillé de planter les avocatiers sur légère butte afin de créer un drainage de surface meilleur et diminuer ainsi les possibilités d'attaques du *Phytophthora*.

La taille de l'avocatier.

La taille doit intervenir à deux époques de la vie de l'arbre. Pendant la phase juvénile, c'est la taille de formation (3 à 4 ans). Pendant la phase de production, c'est la taille de fructification et d'entretien.

BERTIN (13) a parfaitement décrit pour la variété Lula et dans les conditions de la Martinique, les principes de la taille de formation qui restent valables pour d'autres variétés dont la dominance apicale de l'axe central entraîne une forme élancée de l'arbre et un dégarnissement trop important de la base de l'arbre. Certaines variétés comme Pollock ont un port naturel tel que la taille de formation reste légère et s'applique aux jeunes arbres demandant un bon équilibre des charpentières. Les tailles successives proposées par BERTIN en Martinique modifient la silhouette de l'arbre qui naturellement en conduite libre prend la forme d'un fuseau et, sous l'effet des tailles de formation successives, devient un gobelet différé. La taille de formation permet d'obtenir des arbres parfaitement équilibrés. La disparition d'un axe central prédominant entraîne une meilleure répartition de la floraison et un pourcentage supérieur de nouaison. Cette taille de formation, dont nous ne décrivons pas les modalités, présente l'avantage de préparer la taille de fructification et d'entretien (voir photos 10, 10 bis, 11).



10.



10 b.

Photo 10. Jeune verger d'avocats Lula ayant subi une taille de formation.

Photo 10 bis. Fructification de la variété Lula.

Photo 11. Avocatier taillé de 18 mois. variété Tonnage.

11.



La taille d'entretien est une intervention annuelle ou bisannuelle qui s'effectue sitôt après la récolte. Si les Californiens ont montré qu'elle n'entraînait pas un accroissement sensible de la production, l'incidence de cette taille sur le revenu à l'hectare est telle que les agronomes de l'IRFA conseillent de l'appliquer pour les raisons suivantes :

Sans taille d'entretien, l'avocatier peut atteindre, en zone tropicale humide, 10 à 12 m de hauteur. Sachant que la majorité des fruits sont portés dans la zone externe de la frondaison et dans la zone la plus éclairée, une telle hauteur rendrait impossible la récolte sans l'assistance de moyens mécaniques. De ce fait, le premier objectif de la taille d'entretien est de maintenir la hauteur de l'arbre à 6-8 m au maximum. La récolte devient facilement accessible soit avec des échelles, soit avec de petites nacelles hydrauliques.

Une réduction de la hauteur accroît l'éclaircissement des parties internes et basses de l'arbre et entraîne une meilleure répartition des fruits.

Le fait de maintenir les arbres plus ramassés et donc d'exploiter au mieux la silhouette qu'on leur a donné par la taille de formation, présente de nombreux autres avantages : les arbres sont moins fragiles au vent, les traitements phytosanitaires sont plus faciles à réaliser et demandent des appareils moins puissants. Enfin, pour les vergers utilisant l'irrigation par aspersion (canon), la distribution de l'eau reste uniforme puisqu'elle peut se faire au-dessus des frondaisons (photo 12 bis).

La taille d'entretien s'applique également latéralement ; elle consiste à maintenir un espace suffisant entre les lignes d'arbres pour les passages des appareils d'entretien et de récolte. A cette occasion, les branches trop basses et les branches mortes sont éliminées.

Cette taille latérale peut être sévère et sélective dans le cas d'une diminution progressive de la densité ; les arbres devant être arrachés à terme sont taillés annuellement de telle manière que les arbres définitifs soient privilégiés dans leur développement.

Si cette taille d'entretien est le plus généralement pratiquée à la main, pour des raisons d'économie de main-d'oeuvre, certains vergers importants font appel à la mécanisation (photo 12). C'est le «mechanical hedging and topping» utilisé par les Floridiens. Cette taille mécanique est brutale, non sélective ; elle compromet la récolte qui suit cette opération. Le coût des appareils utilisés à cet effet ne peut s'amortir que sur de grandes surfaces (150 à 200 ha), à moins d'être employés pour d'autres cultures arbustives comme les agrumes cultivés en haie fruitière. A titre de comparaison, on peut indiquer que pour tailler des arbres adultes (densité 100-120 arbres/ha), il faut 40 heures de travail à un ouvrier expérimenté équipé d'outils manuels, alors qu'un travail plus grossier, mais entièrement mécanisé,

demande 40 minutes pour la même superficie. Enfin, on peut indiquer que l'utilisation d'inhibiteurs de croissance sur avocats n'a jamais dépassé le stade expérimental.

Le palissage de l'avocatier (photos 13 et 14).

Bien que les résultats obtenus n'aient pas donné suite à une application pratique, on ne peut pas passer sous silence l'expérience unique à notre connaissance en matière de conduite forcée de l'avocatier, qui a été réalisée tant au Cameroun par GAILLARD (14) que par BERTIN (15) à la Martinique et reprise par VOGEL en Corse. Des essais conduits en zone tropicale humide sur Pollock, Booth 7, Lula, il ressort que le palissage de l'avocatier dans un plan horizontal est techniquement possible à force de tailles et de pincements répétés. Ce mode de conduite ne pourrait s'appliquer en grande culture que sur des variétés à faible croissance greffées sur des porte-greffe nanifiants, car les tailles trop fréquentes nécessaires au palissage entraînent une réaction de l'avocatier à produire du «bois» plutôt que des fruits. Dans les pays à végétation plus lente, cette technique pourrait voir le jour à l'image des fruitiers tempérés si sa rentabilité à l'hectare était supérieure aux formes de plein vent. Cela reste encore à démontrer.

L'entretien du verger d'avocats.

De nos observations sur la croissance des avocats, on peut conclure que l'entretien du sol est indispensable à un bon développement des arbres, en particulier au cours des trois premières années. Si, tout au long de sa vie, l'arbre doit être maintenu propre à l'aplomb de sa frondaison, l'espace laissé entre les lignes d'arbres peut être entretenu de différentes façons :

- ou par une culture intercalaire les deux ou trois premières années (légumes, papayers, ananas),
- ou par fauchage régulier de la végétation spontanée,
- ou par l'entretien d'une plante de couverture comme le *Pueraria*
- ou par le maintien du sol nu en zone méditerranéenne.

Quelle que soit la solution retenue, l'approche des arbres doit rester propre, soit par des sarclages manuels fréquents, soit par des applications d'herbicides. On conseille, lorsque les arbres sont jeunes, d'appliquer des herbicides de contact comme le Paraquat ou le Glyphosate et d'éviter les herbicides de prélevée pouvant être toxiques pour les jeunes avocats. Lorsque les arbres sont plus développés (>5 ans), le traitement des «ronds» ou des bandes par un herbicide de prélevée comme le Diuron est possible. Des herbicides comme le Terbacil et le Bromacil, très efficace sur la plupart des adventices, sont à utiliser avec beaucoup de précautions ; en effet, on a souvent constaté des symptômes de phytotoxicité sur les avocats dont la cuvette avait été désherbée avec ces produits : ils sont à rejeter dans les sols à faible teneur en matière organique. L'emploi d'un film plas-

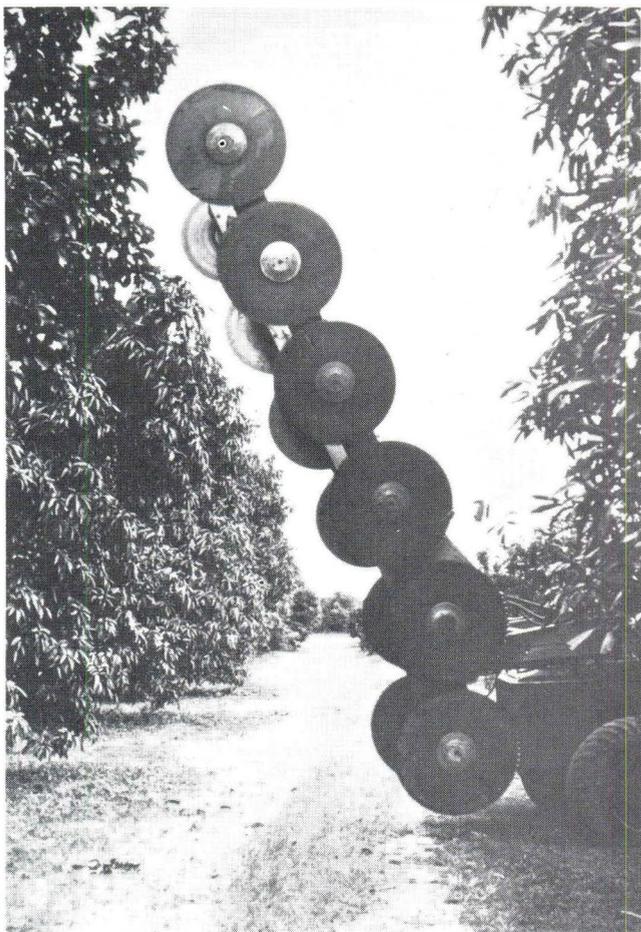


Photo 12. Appareil de taille mécanique de l'avocatier (taille latérale).

Photo 12 bis. Irrigation de l'avocatier par microjet.



tique noir sur la ligne de plantation peut protéger les jeunes arbres des adventices. Cette technique est relativement peu utilisée.

Les premiers travaux de l'IRFA sur l'irrigation de l'avocatier sont trop récents (1977) pour qu'on puisse donner ici les premiers résultats.

Nutrition - Fertilisation.

Des travaux déjà anciens de culture de l'avocatier sur solutions nutritives en Côte d'Ivoire ont permis de connaître les effets des carences totales des principaux éléments (16, 17).

Au Cameroun et en Côte d'Ivoire, on a cherché à déterminer la période de l'année et l'âge de la feuille les plus favorables pour les analyses (18). Les feuilles de quatre mois paraissent convenir le mieux. Mais le démarrage des pousses de l'avocatier est très irrégulier ; des arbres de même variété cultivés ensemble n'ont ni le même nombre ni la même répartition des poussées de feuilles dans l'année.

Les variétés ont des possibilités différentes d'absorption et probablement des besoins différents à l'égard des divers éléments ; elles nécessitent donc selon toute probabilité une modulation de la fumure. Ainsi 'Booth 7' paraît absorber trop d'azote, ce qui pourrait expliquer ses difficultés à fructifier, alors que 'Hall' et 'Hickson' paraissent déficients en potassium, même sur les riches sols volcaniques du Cameroun.

En Martinique, l'étude des variations saisonnières de la composition minérale de la feuille d'avocatier 'Lula', âgée de quatre mois, a mis en évidence l'influence des techniques culturales - la taille en particulier - et du climat. Il a été possible de préciser l'époque la plus favorable à l'échantillonnage - novembre à janvier et mai-juin -, d'établir des niveaux de références provisoires (19).

Une analyse comparative devait permettre d'attribuer à une toxicité du chlore la cause de brûlures foliaires sur cette variété 'Lula' en Martinique (20). Cette toxicité pourrait être liée au mode d'irrigation et au climat.

Dans cette même situation géographique, des essais de nutrition sont mis en place et seront suivis par l'analyse foliaire, afin de déterminer les doses d'engrais les plus favorables pour cette variété 'Lula' et les possibilités d'économie d'engrais par la fumure intégrée à l'irrigation. L'influence des techniques culturales - taille en particulier - ainsi que l'effet variétal sur la composition minérale et les besoins en engrais seront étudiés dans un essai de comportement des variétés 'Lula' et 'Tonnage'.

Défense des cultures.

La culture intensive de l'avocatier est contrariée par

quelques dégâts dus à des ravageurs, mais surtout par des attaques d'origine fongique.

Les ravageurs (entomologie).

Les attaques sur avocatiers sont à ce jour, dans les pays où intervient l'IRFA, limitées à quelques insectes dont les dégâts, à l'exception de *Cryptophlebia leucotreta* ne nécessitent pas de traitements systématiques mais seulement des interventions «à la demande».

On a remarqué :

- des attaques de Thrips (*Selenothrips rubrocinctus*) sur feuilles et sur fruits en Martinique et au Cameroun ; ces insectes sont bien contrôlés par des traitements à base de méthyl-parathion ;

- des dégâts causés sur les fruits des variétés précoces (Pollock, Peterson) au Cameroun par les larves de *Cryptophlebia leucotreta* ; 2 ou 3 traitements au Naftil en décembre-janvier protègent efficacement les fruits ;

- les autres dégâts observés par les chercheurs de l'IRFA sont plus localisés et ponctuels dans le temps ; ce sont : les attaques de cochenilles sur feuilles (*Aspidiotus destructor*, *Coccus hesperidum*), les attaques de scolytes sur troncs et charpentières (*Xyleborus morstatti* - *Crassotarsus externedentus*), les attaques de termites et de vers blancs, faciles à contrôler par des applications de Lindane, les attaques d'acariens sur fruits dans les zones sèches de Martinique, imposent parfois 2 ou 3 traitements avec des produits à base de Binapacryl ou de Bromopropylate.

Les maladies (phytopathologie).

Cinq documents ont été présentés à la Réunion annuelle sur les maladies de l'avocatier.

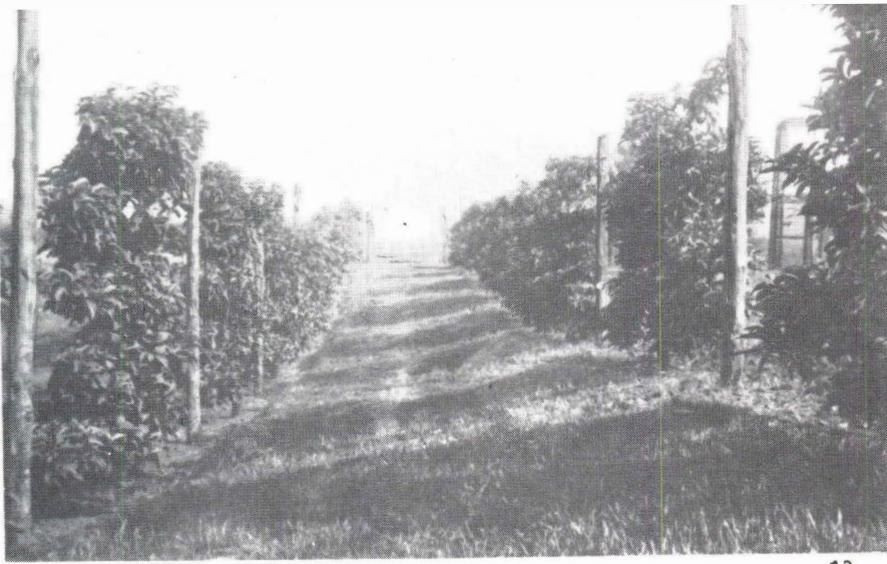
Deux maladies, le *Cercospora purpurea* et le *Phytophthora*, dominent très largement les problèmes phytosanitaires sur avocatiers.

• Le *Phytophthora cinnamomi* RANDES.

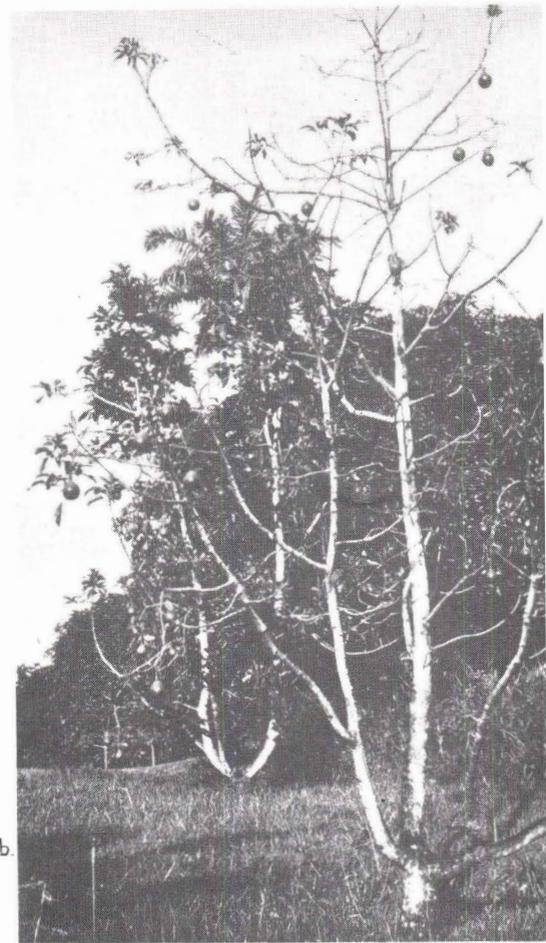
Le *Phytophthora* est une maladie grave très largement répandue dans le monde et qui, dans certains cas, compromet les extensions de la culture de l'avocatier comme en Côte d'Ivoire, en Guadeloupe et en Californie. Depuis plus de 25 ans, les chercheurs, en particulier ZENTMYER et son équipe en Californie, étudient l'agent causal de la maladie et les moyens de lutte. Pour sa part, l'IRFA n'est pas resté en marge de cette recherche ; FROSSARD et LAVILLE ont étudié sous différents aspects la biologie du *Phytophthora* et différents moyens de s'en protéger.

• Les symptômes (photo 14 b).

Le symptôme le plus habituel au parasitisme de *Phy-*



13.



14 b.



14 a.

Photo 13. Haie fruitière d'avocats palissés.

Photo 14 a. Avocatier palissé sur 5 étages, variété Pollock.

Photo 14 b. Avocatier atteint de Phytophthora sur racines.

Photo 14 c. Fruit atteint de Cercospora.

14 c.

Photo 15. Nacelle élévatrice automotrice.



trophora cinnamomi sur avocatier est un dépérissement généralisé de l'arbre, provoqué par une destruction des radicelles puis du système racinaire. Les sols lourds peu filtrants à pH basique sont des conditions favorables au développement des attaques racinaires qui ont pris des allures catastrophiques en Californie, en Côte d'Ivoire et dans certaines zones des Antilles. Cet aspect a été largement étudié par FROSSARD en Côte d'Ivoire.

L'autre symptôme se présente sous forme de lésions chancreuses pouvant atteindre de grandes dimensions tant sur le tronc que sur les charpentières. Ce deuxième type de dégât a été plus particulièrement étudié par BRUN et LAVHILLE au Cameroun en 1975 (21). Au Cameroun (Nyombé - Ekona), on a généralement constaté que les attaques se développaient au-dessus du point de greffe et que les variétés présentaient des degrés de sensibilité différents : par exemple Hall, Booth 7, Pollock, Collinson, paraissaient beaucoup plus vulnérables que Hickson, Simpson, Nabal ; mais pour les variétés très attaquées, on a remarqué, après curetage et badigeonnage des plaies à la bouillie bordelaise, un excellent pouvoir de régénération de Pollock et Booth 7 ; ce qui nous permettait de penser, à l'époque, qu'une lutte curative précoce et continue pouvait enrayer la maladie. S'il n'y a pratiquement aucun doute quant à la nature de la maladie dont les symptômes se manifestent sur le tronc et les charpentières, quand il s'agit d'attaques racinaires il convient parfois d'isoler le champignon avant de donner un diagnostic très affirmatif.

● Les techniques d'isolement.

A partir d'un chancre aérien, l'inoculum est constitué de fines lamelles d'écorce découpées à la limite de contact entre une zone saine et une zone atteinte puis mises en culture en boîte de Pétri pendant 24 à 48 h.

A partir du sol, deux techniques de piégeages peuvent être utilisées. Dans la première, un échantillon de sol, prélevé dans la zone de prospection des racines d'un arbre malade, est saturé d'eau dans un récipient et on immerge dans cette bouillie de terre la base d'une feuille d'ananas. Après 24 à 48 h, on peut voir apparaître sur la partie blanche de la feuille d'ananas des taches translucides sur lesquelles on prélève un inoculum mis en culture en boîte de Pétri sur milieu 3 P. Cette méthode peu sélective fournit en mélange des *Phytophthora* sp., des *Pythium*, des *Mucorales* sp.

Dans la deuxième technique, le piège est constitué par un avocat vert dans lequel on a ouvert une cavité à l'emporte-pièce ; cette cavité est mise en contact avec de la terre imbibée d'eau stérile issue du même échantillon que précédemment. Sur ces fruits, on peut observer 48 heures après entremisage en chambre humide une zone nécrosée et brunâtre sur laquelle il est facile d'isoler le *Phytophthora*.

● La lutte contre le *Phytophthora cinnamomi* de l'avocatier.

Il nous paraît utile de rappeler que les recherches américaines sur le *Phytophthora* de l'avocatier ont tout d'abord été principalement orientées vers l'obtention d'un porte-greffe résistant en prospectant systématiquement les aires d'origine de l'avocatier en Amérique centrale et en Amérique latine, afin de trouver des espèces de *Persea* ou d'un genre voisin qui soient résistantes au *Phytophthora*. ZENTMYER et ses collaborateurs ont pu tester *Persea flocosa*, *nubigena*, *pachipoda*, *liebmanii*, *borbonta*, *longipes*, *skutchii*, *caerulea*, *chrysophylla*, *elba*, *donnel smithii*, *veraguensis*, *schiedeana*, *steyermarkii*, *americana* var. *drymifolia*. Les chercheurs américains se sont très vite rendu compte que les espèces résistantes au *Phytophthora* étaient incompatibles avec *Persea americana* et que seuls quelques clones de la variété Duke présentaient une légère tolérance.

Parallèlement aux recherches de porte-greffe résistants, différents moyens de lutte chimique ont été testés (Vapam, DD, Bromure de méthyle, Dexon, Terrazole, Truban) avec des résultats très irréguliers liés aux difficultés des traitements du sol et au choix des doses d'efficacité sur le champignon sans phytotoxicité sur l'arbre à protéger.

Si les chercheurs de l'IRFA ont peu prospecté l'Amérique centrale à la recherche d'un porte-greffe tolérant parmi les différents *Persea*, ils n'ont pas laissé échapper cette voie en pensant que, parmi le genre *Persea americana*, il pouvait exister des types résistants au *Phytophthora*. A l'occasion de plusieurs prospections dans l'ouest du Cameroun, on a pu observer, dans des populations atteintes de *Phytophthora*, de vieux arbres parfaitement sains nous laissant espérer que parmi ceux-ci certains types pouvaient présenter des caractères de résistance. Différents tests d'inoculation, destinés à vérifier leur degré de sensibilité, sont en cours actuellement. La voie chimique a été également largement explorée à l'IRFA. Des travaux de FROSSARD (22) en Côte d'Ivoire, on peut retenir l'essai de longue durée qu'il a entrepris avec le Dexon. Dans cet essai mis en place dès la plantation d'arbres de la variété Lula, il a comparé à un témoin non traité l'effet du Dexon appliqué par arrosage au pied des arbres selon différentes fréquences.

De 1970 à 1974 :

- 1 - Témoin
- 2 - tous les mois application de 6 g/m², soit 19 g/pied
- 3 - tous les mois sauf en saison sèche (décembre-janvier-février-mars)
- 4 - 4 fois par an en avril-mai-juillet.

De 1974 à 1977 :

- Les doses sont augmentées :
- le traitement 2 : 19 g/pied/mois reste inchangé
 - le traitement 3 : on applique 42 g/pied pendant les mois de saison sèche (décembre-janvier-février-mars et août).

- le traitement 4 : 42 g/pied pendant les mois d'avril-mai-juillet-août-septembre-octobre-novembre.

La deuxième observation sur l'état sanitaire réalisée en juin 1977 peut se résumer dans le tableau ci-dessous en p. cent sur 25 arbres observés par traitement.

état sanitaire	traitements			
	1	2	3	4
morts	60	12	36	20
mourants	8	20	16	8
nettement atteints	18	32	20	32
légèrement atteints	16	16	12	16
apparemment sains	8	20	16	24

Cet essai a montré une certaine efficacité du Dexon sur le *Phytophthora*, mais aucun traitement n'a véritablement enrayé l'évolution de la maladie. De plus, le développement des arbres entraînait des applications, pour le seul traitement 2, de 12 kg de Dexon dans 40.000 litres d'eau par hectare et par mois, ce qui devenait impossible à réaliser dans la pratique.

Plus récemment LAVILLE a entrepris au Cameroun avec HAURY et REY une série d'expérimentations avec un nouveau fongicide très actif sur les *Phytophthora*, l'éthyl-phosphite d'aluminium. Ce produit, dit systémique descendant, appliqué en pulvérisations sur le feuillage à 2.500 ppm, a donné d'excellents résultats en pépinière ; on a pu constater sur des jeunes semis âgés de 4 mois, inoculés artificiellement avec la souche du *Phytophthora* du Cameroun, que 4 traitements effectués une semaine après inoculation, puis à 1-2 et 3 mois, ont totalement enrayé la maladie tandis qu'on relevait 80 p. 100 des sujets morts dans le témoin inoculé non traité. Ces premiers résultats très encourageants ont été à l'origine de nouveaux essais sur arbres adultes pour rechercher les doses et les fréquences d'application de l'éthyl phosphite d'aluminium nécessaires à un traitement curatif.

Si son efficacité se confirme, cette nouvelle technique de lutte contre le *Phytophthora* serait facile à utiliser puisque l'éthyl-phosphite d'aluminium pourrait être appliqué à l'occasion d'un traitement classique contre le *Cercospora* ou le *Scab*. Nous sommes cependant convaincus que la lutte contre le *Phytophthora*, pour être très efficace, doit passer par la voie de la recherche de clones tolérants, associée à des interventions chimiques complémentaires et que, dans l'attente d'une confirmation, on doit déjà prendre les mesures préventives suivantes :

- choix du terrain : rechercher les sols de bonne structure n'ayant aucun caractère d'hydromorphie et à pH inférieur à 6,
- choix du matériel végétal : semer des noyaux issus de

fruits cueillis dans une terre désinfectée ; maintenir les pots isolés du sol, traiter l'eau d'irrigation, greffer haut,

- planter sur billon : badigeonner les troncs à l'oléoécruve,
- dépister les premiers symptômes de chancres sur tronc ; cureter et badigeonner les plaies à la bouillie bordelaise concentrée.

- La Cercosporiose et autres maladies importantes en plein champ (photo 14 c).

La Cercosporiose de l'avocatier, due au *Cercospora purpurea* CKE, est particulièrement grave par les dégâts qu'elle cause sur les feuilles et fruits en zone tropicale humide. Dans la zone de Nyombé au Cameroun, on peut considérer que, sans intervention sur le champignon, 80 à 90 p. 100 des fruits sont inexportables. En zone humide sont souvent associées aux *Cercospora* deux autres maladies: le *Scab* (*Sphaceloma perseae* JENKINS) et l'Anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* PENZ.). Ces trois maladies, dont la Cercosporiose reste souvent prédominante, sont traitées avec les mêmes fongicides. Différents produits et techniques de traitement ont été essayés en Côte d'Ivoire et en Martinique. C'est au Cameroun (station de Nyombé) que le plus grand nombre de fongicides a été testé. On peut résumer dans le tableau 7 les résultats de ce screening entrepris sur une dizaine de variétés, avec des traitements de la floraison à la récolte tous les 10 jours en saison des pluies, tous les 15 jours en saison sèche.

Le choix de la technique d'application : pulvérisation : 6 à 700 l/ha ou atomisation à 150 l/ha, est surtout dépendant du produit utilisé (concentration maximum à ne pas dépasser) et de la puissance de pénétration. Enfin, le choix du produit proprement dit est lié au rapport prix-efficacité.

La maladie à virus appelée «Sun blotch» n'a jamais causé de problème sérieux aux chercheurs de l'IRFA.

- Les maladies du fruit après récolte.

La plus connue : le «stem end rot» est due, dans la majorité des cas, au *Diplodia natalensis* P.EVANS. Pour échapper à cette pourriture qui se développe à partir du pédoncule, il convient de prendre des soins au moment de la récolte (éviter les blessures et maintenir un pédoncule suffisamment long : 0,5 à 0,6 mm). La pourriture ne se manifestant qu'au moment de la maturation, on peut bloquer le développement du champignon aux températures recommandées pour le transport (6 à 10°C).

La floraison - la nouaison.

Il faut se rappeler que si l'avocatier est hermaphrodite, ses fleurs présentent une dichogamie accusée (le pistil et les étamines d'une même fleur ne sont pas matures et fonctionnels en même temps: ce qui implique une fécondation

TABLEAU 7 - Produits phytosanitaires expérimentés - contrôle Cercospora de l'avocatier au Cameroun

Produits	Matière active	Dose	atom. pulv.	% fruits export.	commentaires
Bouillie bordelaise	20 % de Cu ou Cu SO4 neutralisé à la chaux éteinte	20 kg/ha	P	41	arbres de 10 ans
Bouillie bordelaise + soufre	” + Fleur de soufre à 80 % de S	20 kg + 1 kg/ha	P	90 à 95	selon variétés, 10 ans
Bouillie bordelaise stabilisée + soufre	25 % de Cu mét. + soufre à 80 % de S	10 kg + 1 kg/ha	P	82,7	arbres de 8 ans
”	”	8 kg + 1 kg/ha	P	82,25	arbres de 9 ans
		10 kg + 1 kg/ha	P	82	arbres de 18 ans
		10 kg + 1 kg/ha	P	86	arbres de 18 ans
Benlate	50 % de Benomyl	300 g m.a./ha	P	80	arbres de 15 ans
			P	86,5	arbres de 16 ans
			P	79,45	arbres de 17 ans
			P	93,8	arbres de 8 ans
Carbane	35 % de Cu de l'oxychl. tétracuvrique + 12 % Carbatène	4 kg p.c./ha	P	65 à 89 Tayl. 90 Nabal 80 Hickson 86 Collinson 92	arbres de 8 ans
Carbane 1000	36 % de Cu + 9,6 % Manèbe + 2,4 % Carbatène	5 kg p.c./ha	A	82,75	arbres de 7 ans
			P	85	arbres de 15 ans
			P	88	arbres de 16 ans
			P	88	arbres de 4 ans
Cuprosan Super D	37,5 % de Cu + 15 % Zinèbe	5 kg p.c./ha	P	85,6	
Calixine	75 % de tridemorphe	600 g p.c./ha	P	30	arbres de 5 ans
Derosal	20 % de HOE 1741	250 g m.a./ha 350 g m.a./ha	P	67	arbres de 20 ans
			P	77	arbres de 20 ans
Dithane M 45	80 % de Mancozèbe	4 kg p.c./ha	P	79	arbres de 10 ans
Kocide 101	86 % Hydroxyde du Cu correspondant à 56 % de Cu métal	4 kg p.c./ha	P	87,75	arbres de 18 ans
			P	81	arbres de 19 ans
			P	93,5	arbres de 20 ans
			P	90,3	
Moloss	9 % Cu + 8 % Carbatène + 32 % Manèbe	6 kg p.c./ha 5 kg p.c./ha	P	73	
			P	85	
Oléocuvre	40 % de l'oxyde cuivreux 25 % huile minérale	4 kg p.c./ha 5 kg p.c./ha	P	Hall 78	
			P	89	
Pelt	70 % de méthylthiophanate	700 g m.a./ha	P	76	
Quinolate	20 % d'oxynate de cuivre	3,5 kg p.c./ha	P	Lula 20	
Viricuvre	10 % de Cu de l'oxychlorure	10 kg p.c./ha	P	Peterson 70	

croisée. Cette particularité est à l'origine d'une classification des variétés d'avocatiers en deux groupes :

- **Groupe A** : caractérisé par une première ouverture des fleurs le matin (stigmate réceptif mais étamines non fonctionnelles), une fermeture vers la mi-journée et une deuxième ouverture le lendemain après-midi (déhiscence des anthères mais stigmate non fonctionnel).

- **Groupe B** : caractérisé par le mécanisme inverse ; la première ouverture florale a lieu l'après-midi (stade femelle) et la deuxième ouverture le lendemain matin (stade mâle). FURON en Côte d'Ivoire, LICHOU et VOGEL en Corse (23) ont montré que la dichogamie n'était pas aussi stricte que l'avaient affirmé autrefois NIRODY et STOUT. Ils ont remarqué que des variations climatiques entraînaient des perturbations dans les cycles floraux des deux groupes, en particulier l'effet de la température. Si le cycle de 24 heures pour la variété Nabal (groupe B) s'est vérifié, le cycle de Fuerte (groupe B) pouvait varier de 24 à 76 heures en fonction de la température moyenne. Des travaux récents conduits par GAZIT en Israël ont montré que la durée de vie du pollen pouvait atteindre 4 jours pour certaines variétés.

A partir de ces observations, la nécessité d'intercaler systématiquement les deux groupes dans une même parcelle s'est moins faite sentir. Ainsi quelques vergers mono-variétés

ont été créés en Martinique avec la variété Lula. Il n'en demeure pas moins vrai qu'on augmente le pourcentage de nouaison si, en marge de la variété dominante à cultiver, on inclut quelques arbres pollinisateurs d'une variété de groupe opposé. Enfin la présence d'insectes pollinisateurs comme les abeilles est un facteur améliorant de la fécondation.

Les caprices de la floraison et de la nouaison de l'avocatier ont toujours été un élément prépondérant dans le choix des variétés en fonction des conditions climatiques. Les exigences des différentes races d'avocatiers en matière de température et d'hygrométrie sont en relation directe avec leur propension à fleurir et à nouer.

A ces difficultés s'ajoutent d'autres phénomènes plus ou moins sensibles en fonction des variétés : celui de l'alternance et celui de la coulure.

L'alternance, ou l'inaptitude d'une variété à fleurir dans certaines conditions, peut être minimisée par les techniques d'incision annulaire ; GAILLARD en 1971 puis HAURY en 1976 ont montré au Cameroun que des incisions effectuées un à deux mois avant la période normale de floraison incitaient l'avocatier à fleurir. On peut citer quelques chiffres caricaturaux de récolte obtenus sur quelques arbres à la station de Nyombé, après des incisions annulaires de 15 mm sur les principales charpentières.

	récolte témoin (*)	récolte arbres incisés (*)	nombre arbres
Taylor (71)	0	8	(5)
Hall (76)	6,5	33	(5)
	7,7	16,9	(5)
Lula (76)	5,6	27,7	(3)
Booth 8 (76)	9,5	42	(5)

* - rapportée en t/ha

Ces résultats sont spectaculaires, voire excessifs, car à l'examen de la récolte suivante, on a constaté des rendements très faibles sur les arbres traités ; on aurait, par cette intervention brutale, induit une alternance artificielle. Cette méthode doit être contrôlée et modulée en fonction des rythmes endogènes de l'arbre. Des interventions ponctuelles et légères peuvent présenter un intérêt dans les zones marginales en compensant les effets d'une climatologie irrégulière. Ce type d'étude sera poursuivi sur un plus grand nombre d'arbres pendant plusieurs années.

Les travaux de l'IRFA visant à améliorer la floraison portent sur d'autres domaines :

- le choix des porte-greffe,
- l'étude des effets d'une fertilisation azotée excessive ou déséquilibrée,

- l'étude des effets de l'irrigation à certaines périodes du cycle,
- la protection contre le vent.

Enfin, divers artifices faisant appel aux hormones de synthèse n'ont jamais donné de résultats positifs, en particulier l'application de gibberelline.

BLONDEAU et BERTIN se sont penchés sur un autre phénomène fréquent en Martinique : la coulure des jeunes fruits sur la variété Lula en avril-mai. Ils ont pensé a priori que des applications foliaires de nitrate de potasse pouvaient réduire cette coulure, comme cela se pratique sur clémentinier en Afrique du nord. Les résultats ont été nuls. Poursuivant leurs investigations, ils ont remarqué que la coulure correspondait à une chute brutale des teneurs en calcium dans les feuilles. Leurs travaux s'orientent sur cette

nouvelle voie en analysant les effets de pulvérisations de nitrate de calcium.

La récolte.

Si la récolte des avocats reste une opération manuelle, facilitée dans certaines grandes exploitations par l'utilisation de nacelles élévatrices automotrices (photo 15), le problème des critères de récolte n'est pas encore bien résolu dans les pays où l'IRFA intervient. A l'empirisme et aux habitudes doivent succéder des normes facilement utilisables par les ouvriers effectuant la récolte. La tradition dans certains pays repose sur le fait qu'un avocat doit être récolté quand, cueilli, il mûrit normalement à température ambiante (20-23°C) en 6 à 7 jours.

Les normes de récolte sont nécessaires pour diverses raisons :

- de qualité : un avocat récolté trop tôt n'atteindra jamais un stade de maturité acceptable pour la consommation ; un avocat récolté trop tard sera très fragile au transport ; pour ce fruit, la phase climactérique atteinte trop rapidement ne permet pas d'avoir des délais de commercialisation suffisants ;
- d'homogénéité : l'homogénéité facilite le conditionnement et rend plus efficaces les effets des basses températures sur la conservation ;
- le critère de récolte le plus facilement utilisable est le diamètre du fruit qui offre une assez bonne corrélation avec le poids et la teneur en huile.

Les producteurs américains, sur la base de milliers d'observations réalisées pendant 8 ans sur une quarantaine de variétés commerciales, ont créé un «Federal Marketing greement» qui détermine chaque année, par région productrice d'avocats et par variété, le poids et le diamètre minima qui doivent être respectés pour la récolte des fruits selon un calendrier bien précis. Il est proposé généralement quatre périodes de récolte successives d'une durée moyenne de trois semaines. Chaque période est caractérisée par un couple diamètre poids minimum en dessous duquel les fruits sont refusés à la commercialisation.

Pour sa part, l'IRFA en est au stade de la collecte des données et des premières interprétations, afin de proposer des normes de récolte plus précises et plus strictes que celles utilisées actuellement (trop souvent influencées par l'offre et la demande du marché). Les travaux de BLONDEAU en Martinique sont une bonne approche de cette normalisation.

Le conditionnement - la conservation des avocats (photos 16 à 19).

Le calibrage et les emballages en cartons sont bien connus et ne présentent aucune difficulté actuellement ; ils contiennent tous 8 à 18 fruits en fonction du calibrage, soit 4 kg net. Si

les professionnels hésitent encore dans les techniques de calibrage, l'IRFA s'est davantage penché sur les problèmes de conservation. Cherchant à remplacer le transport aérien par le transport maritime (cales réfrigérées ou conteneurs) pour des raisons évidentes de prix de revient. Il a fallu déterminer les températures de conservation adéquates pour chaque variété en fonction des délais de transport et de commercialisation. Nos propres essais ont, pour la plupart, confirmé les résultats américains, à savoir qu'il existait :

- des variétés tolérantes au froid (4 à 6°C) comme Booth 8 et Lula,
- des variétés sensibles au froid (12 à 13°C) comme Pollock,
- des variétés intermédiaires (7 à 8°C) comme Fuerte.

On a montré que les risques d'accidents physiologiques étaient liés non seulement à la température mais au stade de maturité du fruit au moment de la récolte, d'où la nécessité, plus haut évoquée, d'adopter des normes de récolte.

On a montré également que la prérefrigération à basse température (3°C) dans les heures qui suivent la récolte augmentait sensiblement la durée de conservation.

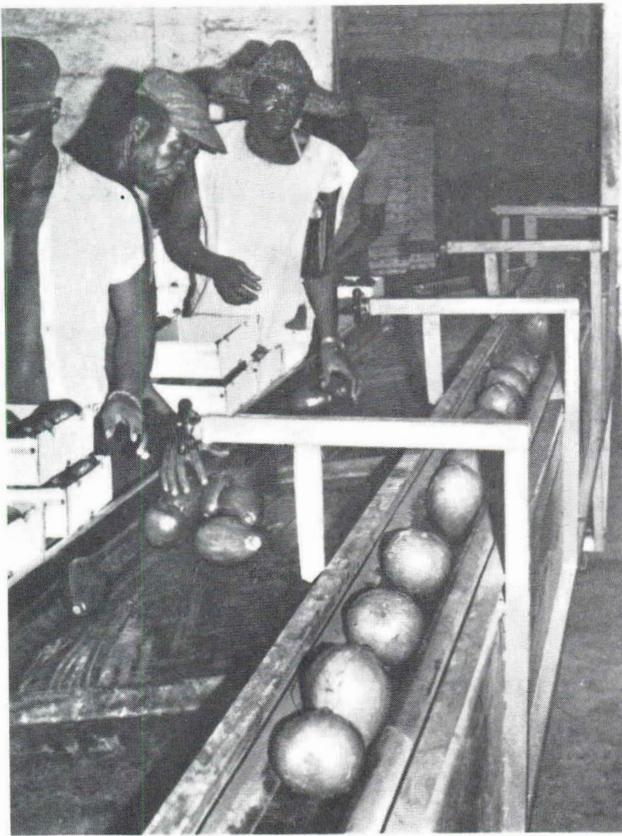
Enfin, il faut citer les essais de GAILLARD au Cameroun et plus récemment de BLONDEAU en Martinique, concernant l'utilisation de l'atmosphère contrôlée au moyen de sacs à fenêtre à diffusion gazeuse (Procédé Marcellin). Des résultats intéressants ont été obtenus ; on a pu prolonger la durée de conservation des avocats de la variété Lula d'une vingtaine de jours par rapport au témoin. On a pu montrer qu'avec des atmosphères contenant 20 p. 100 d'oxygène et 10 p. 100 de CO₂ on pouvait conserver à 8°C les avocats de la variété Lula pendant 40 jours et les avocats de la variété Booth 8 pendant 60 jours. La fragilité des sacs expérimentés rend malheureusement difficile l'utilisation de ce matériau pour l'exportation ; dans la pratique il conviendrait mieux de contrôler les teneurs de O₂ et CO₂ dans une enceinte de grand volume comme les conteneurs autoréfrigérés.

Devant le développement de la culture de l'avocatier en Martinique, c'est dans ce pays que l'IRFA poursuivra ses travaux sur la conservation, notamment l'utilisation des basses pressions mais aussi l'étude des effets de certains inhibiteurs de la maturation comme l'acide indol acétique.

Agro-économie.

Les coûts de la culture de l'avocatier.

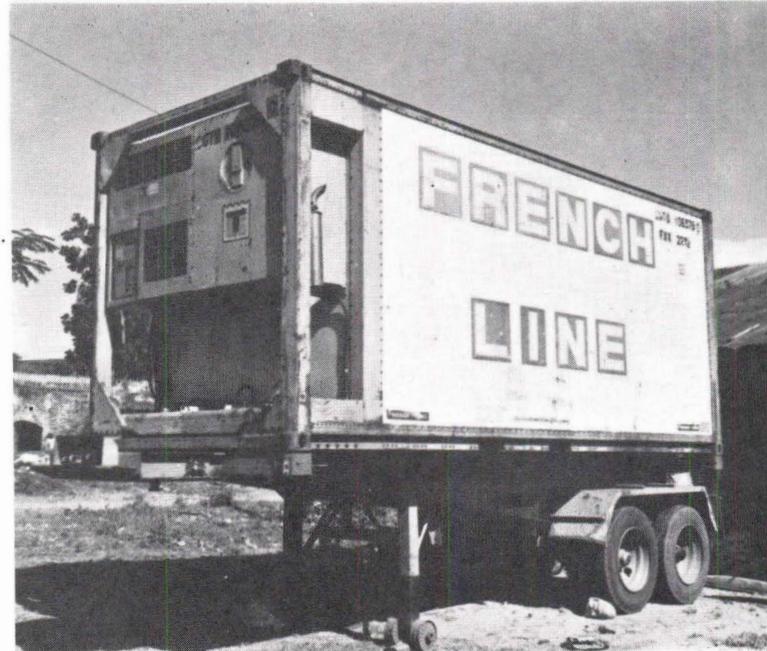
BERTIN en Martinique et HAURY au Cameroun ont établi les coûts à l'hectare ou au kilogramme exporté des différentes opérations culturales, du conditionnement et du transport, de la mise sur le marché. Ils ont montré que les coûts de production d'un kilogramme d'avocats nu plantation ne représentaient que la moitié du coût total rendu quai marché de gros à Paris. C'est le poste emballage



16 a.



16 b.



18.



17.

Photos 16 a, b. Chaîne de calibrage des avocats.
 Photo 17. Emballage carton utilisé pour l'exportation des avocats de Martinique.
 Photo 18. Type de conteneur autoréfrigéré d'une capacité de 7 tonnes, utilisé en Martinique.



19.

Photo 19. Brunissement occasionné par des températures trop basses sur la variété Pollock.

qui demeure le plus élevé. La culture de l'avocatier s'avère rémunératrice si le transport sur l'Europe s'effectue par voie maritime et si les tonnages exportés à l'hectare sont supérieurs à 8 tonnes en Afrique de l'ouest et 10 tonnes aux Antilles, compte tenu des différences de charges en main-d'oeuvre.

La production mondiale de l'avocat et son marché.

La production mondiale de l'avocat a été estimée en 1977 à environ 1,2 millions de tonnes. Ce chiffre est certainement très en dessous de la réalité car il est difficile d'apprécier la production et l'autoconsommation de certains pays d'Afrique, d'Asie ou d'Amérique du sud.

On peut citer quelques chiffres sur les surfaces cultivées en avocatiers des principaux pays producteurs (les surfaces globales incluent les jeunes vergers entrés en production en 1976) (tableau 8).

Nous n'avons malheureusement pas d'informations sur les productions globales de l'Union Indienne, du Srilanka et de l'Asie du sud-est. Par contre, les importations de la France et de la CEE sont connues avec précision (tableau 9).

Les variétés importées en Europe sont principalement Fuerte, Hass, Ettinger et Nabal en provenance d'Israël ; Fuerte et Edranol en provenance d'Afrique du sud, Lula en provenance de Martinique. Les calibres les plus recherchés correspondent à un poids moyen de 250 à 350 g, soit des cartons contenant de 12 à 16 fruits.

TABLEAU 9 - Importations en tonnes de la France et de la CEE.

Provenance	CEE 1976 (France incluse)	France	
		1976	1977
Espagne	89,2	65,4	146
Italie	0,2	0	0
Afrique du sud	5.982	3.880	3.689
Cameroun	416	412	218
Côte d'Ivoire	275	164	185
Kenya	350	119	177
Maroc	88	88	98
Israël	13.338	10.337	13.495
Martinique	957	948	1.101
USA	20	0	428
Divers			
Total	22.225	15.893	19.769

TABLEAU 8 - Surfaces cultivées en avocatiers et production.

	hectares plantés	production en milliers de tonnes
Amérique du nord		
Californie	15.500	114 (en 1976)
Floride	3.200	28
Mexique	51.000	276
Amérique du sud		
Argentine	1.200	9
Brésil	17.000	110
Chili	6.000	21
Pérou	3.800	26
Vénézuéla	12.500	56
Antilles		
Martinique	700	1,5
Sainte Lucie	122	0,3
Afrique		
Cameroun	600	3,5
Afrique du sud	6.800	16
Bassin méditerranéen		
Iles Canaries	140	1
Espagne	300	0,3
Israël	3.800	24
Australie	711	?
Philippines	5.210	21

La disparité de ces chiffres est due à des plantations de natures très différentes en fonction des pays (vergers très intensifs - arbres de jardins, de cases).

**LA GRENADILLE - *PASSIFLORA EDULIS* SIMS
(Passifloracées)**

Cette espèce fruitière un peu délaissée dans le passé fait l'objet, depuis quelques années, d'une nouvelle activité de recherches, non seulement en agronomie, mais également en technologie ; en effet, l'industrie des boissons à base de fruits accroît sans cesse sa demande en jus de grenadille ; de plus, on voit se développer l'utilisation de ce fruit dans la fabrication des glaces et sorbets. La consommation en l'état du fruit frais est peu importante.

Souhaitant faire avancer rapidement nos connaissances sur la culture de la grenadille, des travaux de même nature ont été conduits simultanément au Cameroun, en Côte d'Ivoire, aux Antilles et à La Réunion. Vingt-trois essais ont été mis en place depuis 1973 dans ces différents pays ; six notes ont été présentées à la Réunion annuelle et deux articles ont été publiés dans FRUITS (24, 25).

Le choix des variétés.

L'urgence de l'amélioration des techniques culturales, en particulier la taille et le système de conduite, nous ont fait quelque peu oublier le problème du choix des variétés et de la sélection. Nous avons essentiellement travaillé sur des populations dont on s'est efforcé de conserver les meilleurs descendants.

En fonction des situations climatiques, les travaux de l'IRFA ont porté sur deux types de grenadilles :

- la grenadille pourpre à La Réunion et en Corse (*Passiflora edulis* SIMS) qui est la plus cultivée en Australie, en Nouvelle Zélande et en Afrique du sud ;
- la grenadille jaune au Cameroun, en Côte d'Ivoire, aux Antilles (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) qui est une forme botanique de la précédente mieux adaptée aux zones tropicales humides de basse altitude.

En plus de leurs préférences climatiques, ces deux formes ont des aptitudes l'une par rapport à l'autre qu'on peut résumer dans le tableau ci-dessous :

	<i>P. edulis</i>	<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>
résistance au froid	bonne	sensible
nématodes	sensible	tolérante
«Woodiness disease»	très sensible	moins sensible
Fusarium	très sensible	tolérante
vigueur		plus grande
durée de vie		
économique		plus longue
productivité		plus grande
rendement en jus		meilleur
acidité		plus forte

Des hybrides de grenadille pourpre ont été créés en Australie ; ils ont permis d'améliorer fortement la productivité de la forme originale. La forte disjonction des caractères ne permet pas de reproduire ces hybrides par semis et la présence du «Woodiness disease» interdit à l'IRFA d'introduire directement du matériel végétal dans les pays où la culture de la grenadille violette est en voie de prendre une certaine extension (La Réunion). Nous serons donc amenés à court terme à procéder à une sélection plus sévère des meilleurs types repérés dans nos populations et à créer nos propres hybrides qui seront multipliés ultérieurement par voie végétative car la probabilité de retrouver tous les caractères des F1 étrangères à partir de semis est trop faible pour envisager la création de nouvelles lignées.

Afin de mieux orienter nos travaux de sélection d'une part et d'améliorer nos interventions sur la conduite forcée et la taille de fructification d'autre part, on a mis en place récemment une série d'observations phénologiques très précises en Guadeloupe, en Côte d'Ivoire et à La Réunion.

On a prévu également d'étudier en Guyane le comportement d'autres *Passiflora* comme telles ou éventuellement comme porte-greffe. Ce sont *Passiflora coccinea*, *Passiflora foetida*, *Passiflora laurifolia*, *Passiflora mollissima*.

La multiplication - Les porte-greffe.

À l'IRFA, le semis est resté longtemps la seule technique de multiplication pour la plantation de grandes parcelles de production, mais on s'est très vite rendu compte que la grande variabilité de la descendance entravait les expérimentations d'un facteur d'hétérogénéité incontrôlable ; pour remédier à cet inconvénient et pour répondre à d'autres soucis comme la longévité, la résistance aux nématodes, au Fusarium, on s'est penché sur la multiplication végétative comme le bouturage et le greffage.

Le bouturage de la grenadille ne présente aucune difficulté ; s'il apporte une solution à l'hétérogénéité des semis, il contraint à bien choisir les pieds-mères pour ne pas multiplier un groupe strictement incompatible ; par ailleurs, s'il améliore la précocité de mise à fruits, il n'apporte aucune contribution à la résistance aux nématodes et au *Fusarium* quand il conduit à une plantation franc de pied.

Le greffage est maintenant largement utilisé pour la multiplication de la grenadille pourpre en Australie, en Afrique du sud et plus récemment à La Réunion. Il permet de tirer un meilleur profit du potentiel de la grenadille pourpre en exploitant les qualités de la grenadille jaune utilisée comme porte-greffe. A cet effet, les Australiens ont sélectionné une lignée de *F. flavicarpa* résistante au *Fusarium oxysporum* (*F. sp. passiflorae*), sur laquelle sont greffés leurs hybrides. A défaut de posséder de telles lignées, on s'est employé, à La Réunion, à exploiter les avantages du greffage sur le semis. Un premier essai comparatif mis en place à la station de Bassin Martin a donné des résultats très encourageants en faveur de la grenadille violette greffée sur *F. flavicarpa*, par rapport au témoin issu de semis. Ce type d'expérimentation sera poursuivi avec des observations de comportement plus précises et une meilleure connaissance des pieds-mères ayant donné les porte-greffe, les greffons et les francs de pieds.

Dans un avenir plus lointain, on envisage, parallèlement à la création de nouveaux hybrides, l'étude de la multiplication *in vitro* à partir de culture de tissus.

Les techniques culturales (la taille - le palissage), (fig. 13).

La culture intensive de la grenadille suppose une maîtrise parfaite de la conduite forcée sous une forme palissée. La grande vigueur de cette plante implique une bonne connaissance de son comportement sous l'effet des tailles diverses qu'on peut lui appliquer. Les travaux de l'IRFA ont porté sur les systèmes de taille et sur le choix du palissage.

Il semble qu'après de nombreux essais le palissage vertical donne les meilleurs résultats. Cette forme de conduite est d'ailleurs largement utilisée en Australie, en Afrique du sud, au Kenya, au Srilanka. Seules quelques variantes interviennent sur le nombre de charpentières porteuses des ramifications fructifères (1-2 ou 4) sur la densité de plantation et sur la nature des supports.

La plupart des agronomes s'accordent sur les densités de plantation qui peuvent varier de 4 à 6 m sur la ligne et de 2,50 à 4 m entre les lignes. La densité est choisie :

- en fonction de la vigueur de la variété cultivée,
- en fonction de la climatologie et plus spécialement de l'ensoleillement,
- en fonction du degré de mécanisation de la culture.

Les supports peuvent être de différentes natures. Dans

tous les cas, la ou les charpentières seront conduites sur fils de fer galvanisé placés à 1,80 - 2 m de hauteur. Ces fils peuvent être supportés :

- soit par des tuteurs inertes : fer cornière ou poteaux en bois. Notre expérience a montré que des poteaux en fer sont non seulement trop coûteux, mais encore peu résistants aux vents violents quand la liane est bien développée. Les poteaux en bois évitent ces deux inconvénients : le wapa est utilisé en Guyane, le teck au Cameroun, le *Cryptomeria* à La Réunion et divers autres bois traités ou naturellement imputrescibles ;

- soit par des tuteurs vivants : certaines espèces comme le platane à La Réunion, le *Gliricidia* aux Antilles, sont utilisées avec succès sous réserve que leur développement soit limité par des tailles (photos 20, 21, 22). D'autres espèces ligneuses seront testées, par exemple le *Spondias mombin*, le *Gmelina*, le neem, etc.

Les travaux en cours à l'IRFA sur la taille de la grenadille portent sur le nombre de charpentières qu'il convient de maintenir au niveau du ou des fils porteurs situés à 2 m du sol ; on cherche à savoir également si ces charpentières doivent être mono ou bidirectionnelles (photo 23).

Des études sont en cours également sur la taille de fructification qu'il convient d'adopter au niveau des ramifications secondaires pendantes ; en particulier, on s'interroge sur la suppression des vrilles, des tertiaires et surtout sur le remplacement des secondaires après la récolte. LICHOU à La Réunion et HAURY au Cameroun ont montré que le pincement des secondaires après récolte au ras de la charpentière pouvait entraîner rapidement un dégarnissement et un vieillissement prématuré de la liane. En effet, tous les bourgeons latents sur la liane primaire ne sont pas aptes à donner une bonne ramification secondaire et il était préférable de tailler à un noeud le secondaire ou bien de procéder en deux étapes : par une taille plus longue du secondaire et choisir parmi les 2 ou 3 tertiaires émis celui qui assurera au mieux la fructification suivante.

Toutes ces techniques visant à améliorer la productivité et la longévité de la liane sont particulièrement suivies à La Réunion, en Guadeloupe et en Côte d'Ivoire. On devrait, à l'occasion de la prochaine Réunion annuelle (1980) pouvoir faire un bilan comparatif entre les différentes situations et les résultats de l'Étranger, afin d'adopter une technique de base assujettie de quelques variantes en fonction des particularités propres à chaque zone de culture.

Physiologie - Nutrition.

Une méthode d'échantillonnage foliaire de la grenadille a été étudiée. Elle devait être adaptée au caractère de cette liane, à croissance continue et rapide. On a été amené à prélever deux types de feuilles : la feuille qui vient d'atteindre son plein développement (troisième feuille à partir de

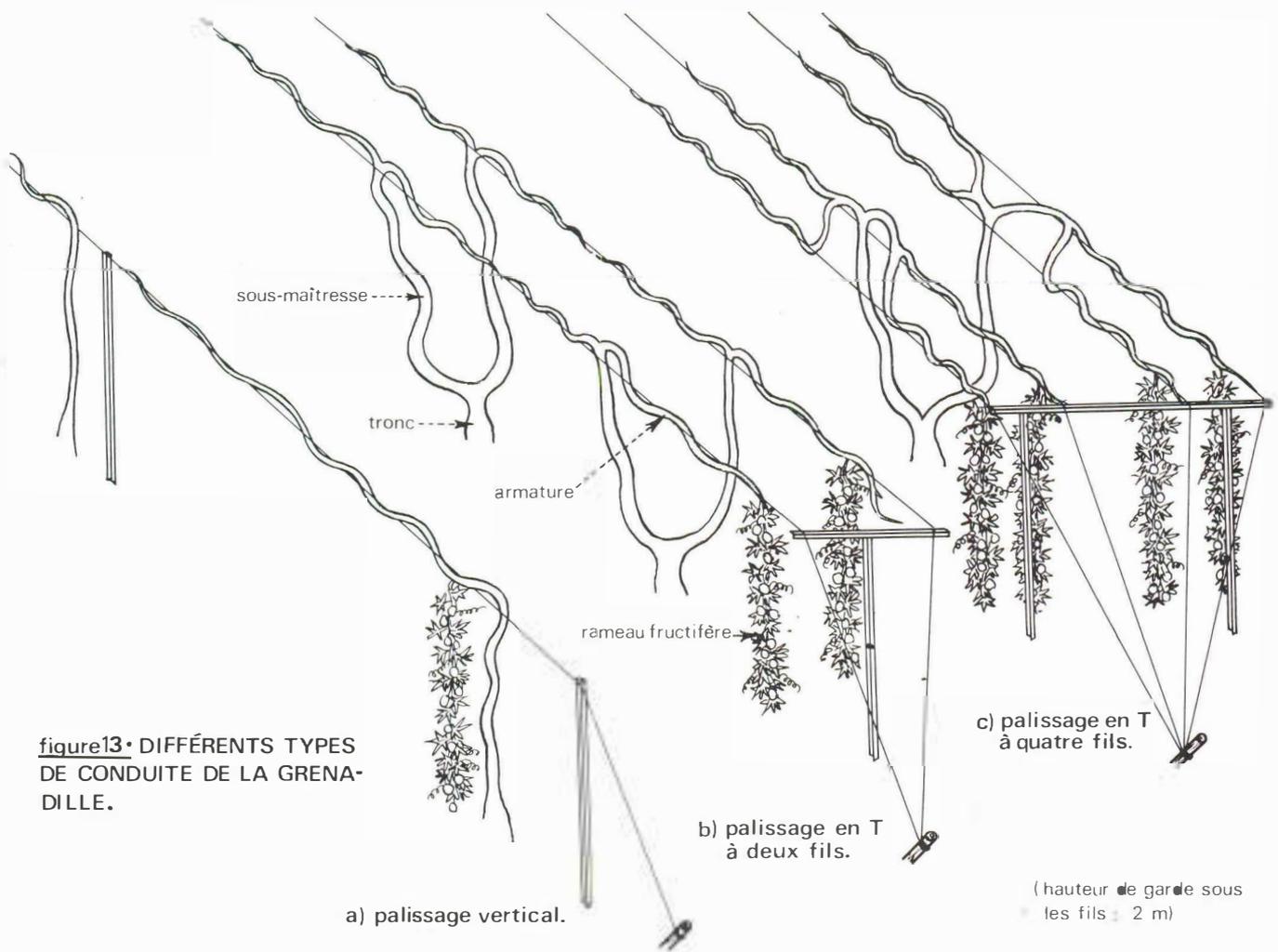


figure 13 • DIFFÉRENTS TYPES DE CONDUITE DE LA GRENADILLE.

l'apex des ramifications secondaires) et la feuille ayant à son aisselle un bouton floral prêt à s'ouvrir. Dans le deuxième cas, il s'agit d'une feuille plus âgée que dans le premier, mais elle correspond à un état physiologique mieux défini. Il a été constaté que cette dernière était plus sensible aux traitements nutritifs, que la variation de composition de toutes deux était cependant en accord avec les traitements et avec la réaction de la plante à ceux-ci (26).

Les symptômes de carences en éléments minéraux majeurs étaient inconnus ou mal connus. Une expérimentation en cultures sur solutions carencées totalement en N, P, K, Ca ou Mg a été réalisée en Martinique. Les symptômes et les effets de ces carences totales sur la croissance et le rendement ont été décrits (27). La carence totale en azote a les effets les plus spectaculaires ; elle arrête rapidement la croissance ; ceux de la carence totale en phosphore sont é-

galement très intenses. Le calcium est l'élément dont la privation a le moins d'influence.

Les effets des carences partielles en ces mêmes éléments ainsi que celle du soufre sont en cours d'étude.

Des échantillonnages foliaires ont été pratiqués, selon la technique ci-dessus, ainsi qu'un bilan minéral à la destruction des plants, dans l'essai des carences totales. Les analyses ont mis en évidence les effets de chacune des carences sur la composition minérale - interactions plus ou moins intenses entre cations, influence de la carence magnésienne sur l'utilisation du phosphore - et les immobilisations en éléments. Elles permettront d'affiner les méthodes de culture par une meilleure adaptation de la composition des solutions et elles donneront des indications sur les besoins de la plante (28).



21.

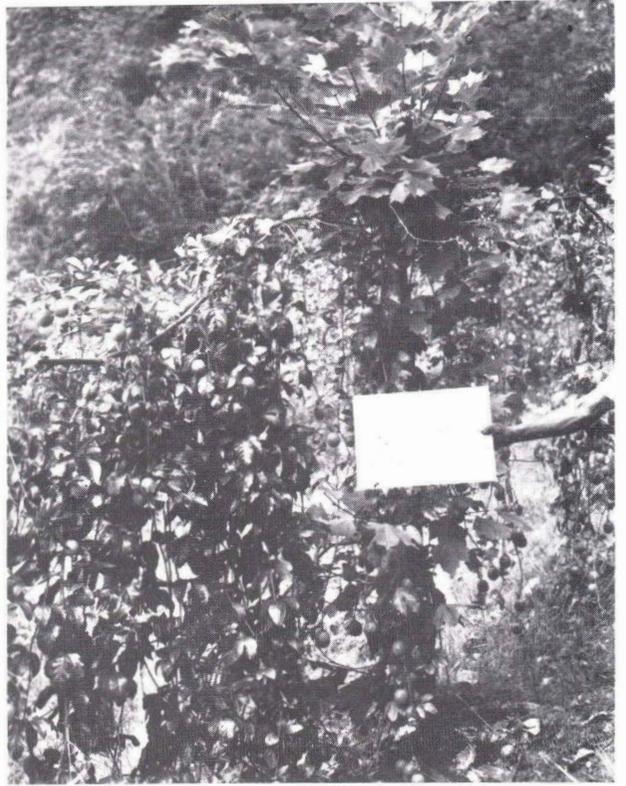
Photo 20. Platane utilisé comme tuteur vivant (La Réunion).
Photo 21. Utilisation du gliricidia comme tuteur vivant de la grenadille.

Photo 22. Aspect général d'une jeune plantation avec utilisation du gliricidia.

Photo 23. Fruittification sur secondaire en palissage vertical.

Photo 24. Fleur de grenadille épanouie.

20.



22.



23.



24.

Le complexe parasitaire.

Entomologie.

Dans les pays où l'IRFA intervient, VILARDEBO n'a pas rencontré de parasitisme préoccupant. Il ne faut pas ignorer cependant que la grenadille peut subir dans certains pays des dégâts provoqués par les nématodes (*Meloidogyne* sp.), par les mouches des fruits, par les punaises, les cochenilles et les acariens.

Phytopathologie.

La grenadille en zone tropicale humide est soumise à des attaques de nombreux parasites.

Le Brown spot, dû à l'*Alternaria passiflorae*, est caractérisé par des taches brunes sur tiges, feuilles et fruits ; de fortes attaques peuvent entraîner la chute prématurée des fruits. On peut lutter contre cette maladie par des pulvérisations, tous les 15 jours en saison des pluies, de dithiocarbamates (manèbe, zinèbe, dithan M 45) ou de produits cupriques.

La pourriture de la base de la tige, due à *Phytophthora parasitica*, peut causer des dégâts très sévères dans les régions chaudes et humides. Ce parasite se retrouvant sur ananas, on comprend les inconvénients d'une culture associée qui peut héberger le champignon et qui est sensible au cuivre qu'on pourrait appliquer sur la grenadille.

Le Wilt dû au *Fusarium oxysporum* f. *passiflorae* est peu connu dans les pays où l'IRFA intervient ; cette maladie très grave en Australie a justifié une recherche sur les portegreffe tolérants. Par sélections successives, les Australiens ont obtenu une lignée de grenadilles jaunes résistantes.

La Septoriose due à *Septoria passiflorae* est enrayée par les traitements effectués contre l'*Alternaria*.

Enfin, la maladie à virus la plus connue «Woodiness disease» n'a pas encore été décrite dans les plantations suivies par l'IRFA. Pour s'en protéger, les Australiens ont créé des hybrides tolérants à cette maladie (FI non fixée qu'il n'est pas possible de multiplier par voie sexuée).

A l'IRFA, nous sommes très vigilants sur les maladies du collet et de la base des tiges qui, dans certains cas, détruisent rapidement les cultures (Guadeloupe). De ce fait, il est vivement recommandé de planter les grenadilles sur butte, dans des terrains légers et d'éviter les strangulations souvent provoquées par affaissement du fil porteur. Enfin, des badigeonnages des troncs avec des solutions cupriques peuvent être appliqués préventivement.

Étude de la longévité en liaison avec le complexe parasitaire.

Il est évident que la longévité de la grenadille est dépen-

dante non seulement des tailles plus ou moins sévères qu'on peut lui appliquer, mais aussi de l'action dépressive du parasitisme. En Guadeloupe, des essais d'application de nématicides (Némacur, Mocap) n'ont pas eu d'effet significatif sur la productivité ; il faut encore attendre les arrière effets éventuels sur la longévité et suivre l'évolution des populations de nématodes, en particulier le Meloïdogyne. A La Réunion, on s'est davantage préoccupé du parasitisme d'origine fongique (*Phytophthora*, *Fusarium*) en comparant la longévité de grenadilles violettes issues de semis avec des plants greffés sur des grenadilles jaunes. Sur un premier essai n'ayant pu être mené à terme, on a obtenu des résultats encourageants. Une autre expérimentation a été mise en place. Notre objectif est de maintenir une culture de grenadilles pendant quatre ans avant d'en envisager la replantation, sous réserve que le rendement moyen au cours de ces quatre années soit générateur de profit compatible avec les investissements et les coûts de culture engagés.

Amélioration de la nouaison et du rendement.

Si la grenadille violette présente un pourcentage de nouaison élevé, il n'en est pas toujours de même avec la grenadille jaune qui, dans certains cas, ne dépasse pas 20 p. 100. Des essais de pollinisation manuelle ont pu améliorer de façon très sensible la nouaison. Cette pratique demande des interventions journalières en période de floraison car toute fleur non fécondée le soir même de son ouverture se dessèche très rapidement (photo 24).

On sait, par ailleurs, que la fécondation peut être favorisée par une abeille charpentière : le *Xylocopa varipunctata*, mais cet insecte n'est pas toujours présent dans les zones de culture de la grenadille.

Les rendements obtenus dans nos parcelles expérimentales sont très variables : 8 à 10 tonnes/hectare à La Réunion pour la grenadille violette, 10 à 20 tonnes au Cameroun pour la grenadille jaune. La maîtrise des facteurs décrits précédemment et la sélection du matériel végétal doivent nous permettre de maintenir ces rendements sur trois ou quatre ans, ce qui suppose des tonnages de 25-30 tonnes à la première récolte.

Systèmes de culture.

La grenadille est conduite en culture pure à haute densité quand les écartements entre les lignes (2,50 m) ne permettent pas d'envisager une culture intercalaire.

La grenadille peut être conduite en association avec d'autres cultures fruitières ou légumières : cultures temporaires comme le papayer, le fraisier, cultures annuelles comme les tomates, les aubergines. La grenadille est souvent considérée comme un brise-vent provisoire pour la protection des pépinières.

Parfois lorsqu'on utilise des tuteurs vivants comme support des fils de fer, on est amené à mettre en place ces tuteurs un ou deux ans avant la culture de la grenadille ; dans ce cas, le terrain peut être utilisé par une culture fruitière temporaire comme le papayer ou l'ananas.

Enfin, la grenadille peut être considérée comme une culture secondaire de production rapide et intégrée dans des vergers d'agrumes ou de macadamia (Hawaï).

Le marché de la grenadille.

La demande de l'industrie des boissons à base de fruits est croissante pour le jus de grenadille. Si on connaît les principaux pays producteurs, on connaît assez mal les superficies cultivées et les tonnages produits. La production mondiale est voisine de 150.000 tonnes. Les principaux pays producteurs : le Brésil, le Vénézuéla, la Colombie, le Pérou, l'Afrique du sud, le Kenya, l'Australie, les Fidji, Hawaï, Sri Lanka, Formose, le Japon, la Nouvelle Guinée.

Des productions plus modestes sont obtenues en Côte d'Ivoire, au Cameroun, aux Antilles, à La Réunion et des tentatives récentes ont montré une acclimatation possible dans le sud de l'Italie et en Corse.

LE MANGUIER - *MANGIFERA INDICA* L. (Anacardiaceae) (photo 25).

Bien que ce fruit représente une des premières productions mondiales de fruits tropicaux, les recherches à l'IRFA ont peu progressé ces dernières années. Cette situation est en partie dépendante de la cessation de nos activités sur les stations de Loudima au Congo et de Bamako au Mali où les recherches sur manguiers étaient particulièrement importantes. Dans les autres pays (Cameroun, Côte d'Ivoire, Martinique), les stations de recherches ne sont pas favorables climatiquement à la culture du manguiers et à La Réunion ou en Guadeloupe les recherches sur manguiers sont trop récentes pour en tirer des conclusions. Les grands faits marquants de la recherche sur manguiers ces trois dernières années à l'IRFA ont été :

- la phénologie au Cameroun, à La Réunion et au Niger,
- l'opération de surgreffage au Sénégal,
- l'étude du complexe parasitaire à La Réunion,
- la rédaction d'un ouvrage de F. de LAROUSSILHE dans la collection «Techniques agricoles et productions tropicales»,
- les publications d'AUBERT sur le manguiers aux Mascareignes et à La Réunion.

Choix des variétés (photos 26 à 29).

Comme nous l'indiquerons au chapitre de la commercialisation, la mangue est un fruit peu demandé à l'importation en Europe ; néanmoins on connaît bien les variétés qui

doivent être développées pour ce type de marché. Ce sont, pour la plupart, des obtentions floridiennes dont les fruits sont parfaitement colorés à maturité, sans fibres, sans odeur de térébenthine et ne dépassant pas 500 g. Parmi celles-ci, on peut citer les plus recherchées : Keitt et Tommy Atkins pour les plus productives, Irwin, Ruby, Zill, Fascell, Kent, Palmer, Sensation, Haden. Le choix de ces variétés pour l'approvisionnement des marchés européens n'exclut en rien la culture de certaines variétés locales très prisées sur les marchés intérieurs : l'Améliorée du Cameroun au Cameroun, Julie, Amélie aux Antilles, José, Auguste à La Réunion, Somno au Niger. Les variétés sont tellement nombreuses que la tendance actuelle est de conserver une ou deux variétés «d'intérêt national» et de développer, quand les conditions pédo-climatiques le permettent, des variétés floridiennes bien fixées et multipliées végétativement.

Phénologie.

S'inspirant de la méthodologie mise au point par AUBERT et LOSSOIS sur l'avocatier, des observations identiques dans leur esprit ont été réalisées sur manguiers au Cameroun et à La Réunion (10). Quatre années d'observations nous ont permis, sur quelques variétés, d'avoir une assez bonne représentation des rythmes de croissance, de la floraison et de la nouaison. L'interprétation des données recueillies nous permet de faire une approche dans la distinction des rythmes endogènes propres à l'espèce et des phénomènes liés à la climatologie (figure 14). L'image de l'erraticisme décrite par SCARONNE devient, après ces études, beaucoup moins floue (*).

SOULEZ a cherché plus simplement à mieux connaître le cycle végétatif du manguiers au Niger par des observations visuelles codifiées des pousses végétatives et de la floraison. Il a obtenu avec sa méthode une assez bonne représentation graphique de ces deux phénomènes.

L'exploitation des observations de la floraison a permis de classer les variétés en groupes de précocité, par exemple au Niger : Smith, Zill, Eldon sont des variétés précoces, tandis que Davis, Somno, Haden sont des variétés tardives. A La Réunion, les différences de précocité dans la mise à fleur sont souvent compensées par des écarts floraison-récolte plus grands. Aussi la variété Palmer qui fleurit en juin est récoltée en décembre, tandis que la variété Ruby qui fleurit en septembre est récoltée à la même période.

En marge des études de phénologie, on peut citer les travaux d'HAURY au Cameroun visant à améliorer la floraison des manguiers par des incisions annulaires. Tous les essais entrepris sur différentes variétés se sont soldés par des échecs.

(*) SCARONNE F. Recherches sur les rythmes de croissance du manguiers et de quelques végétaux ligneux.
Thèse Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

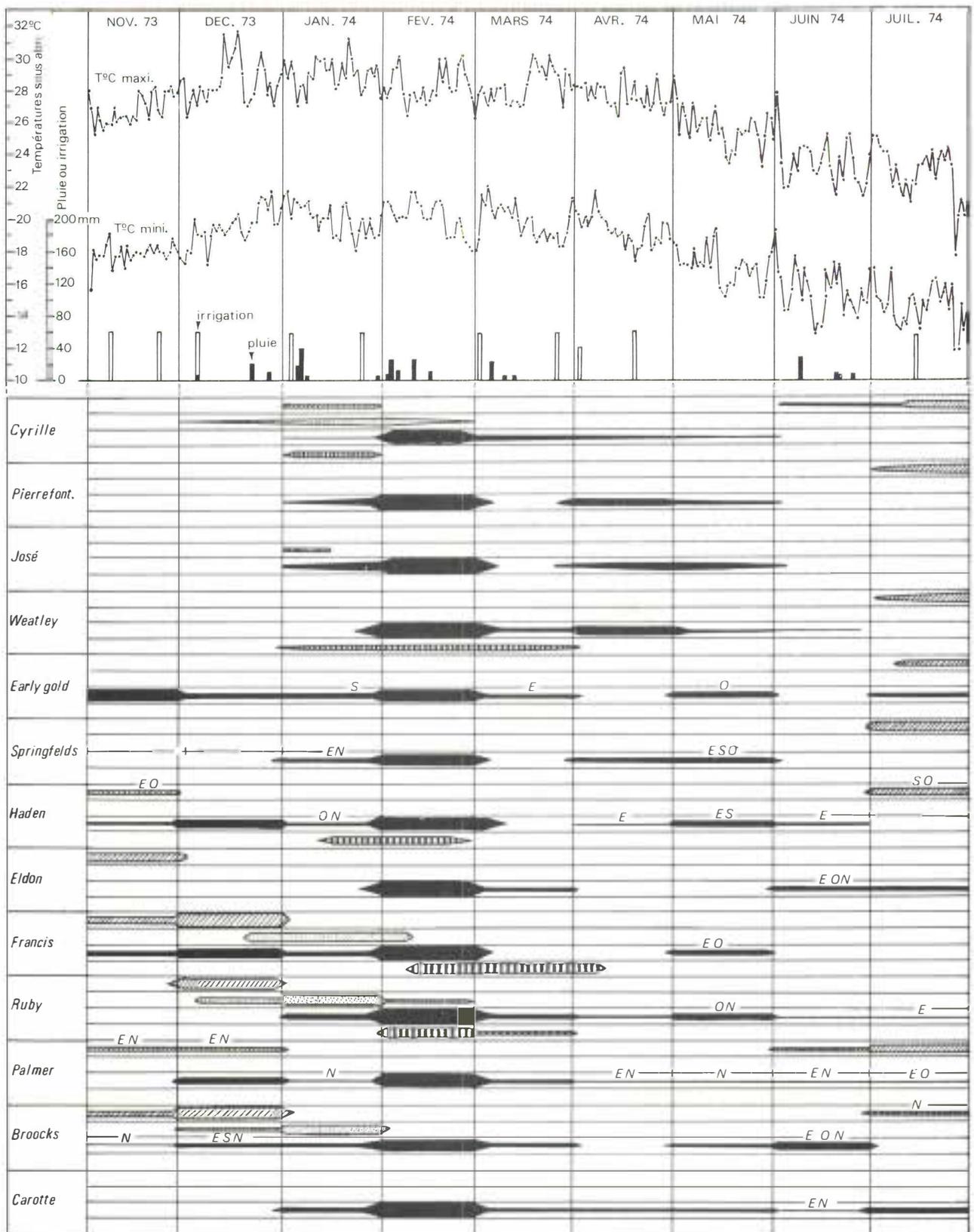
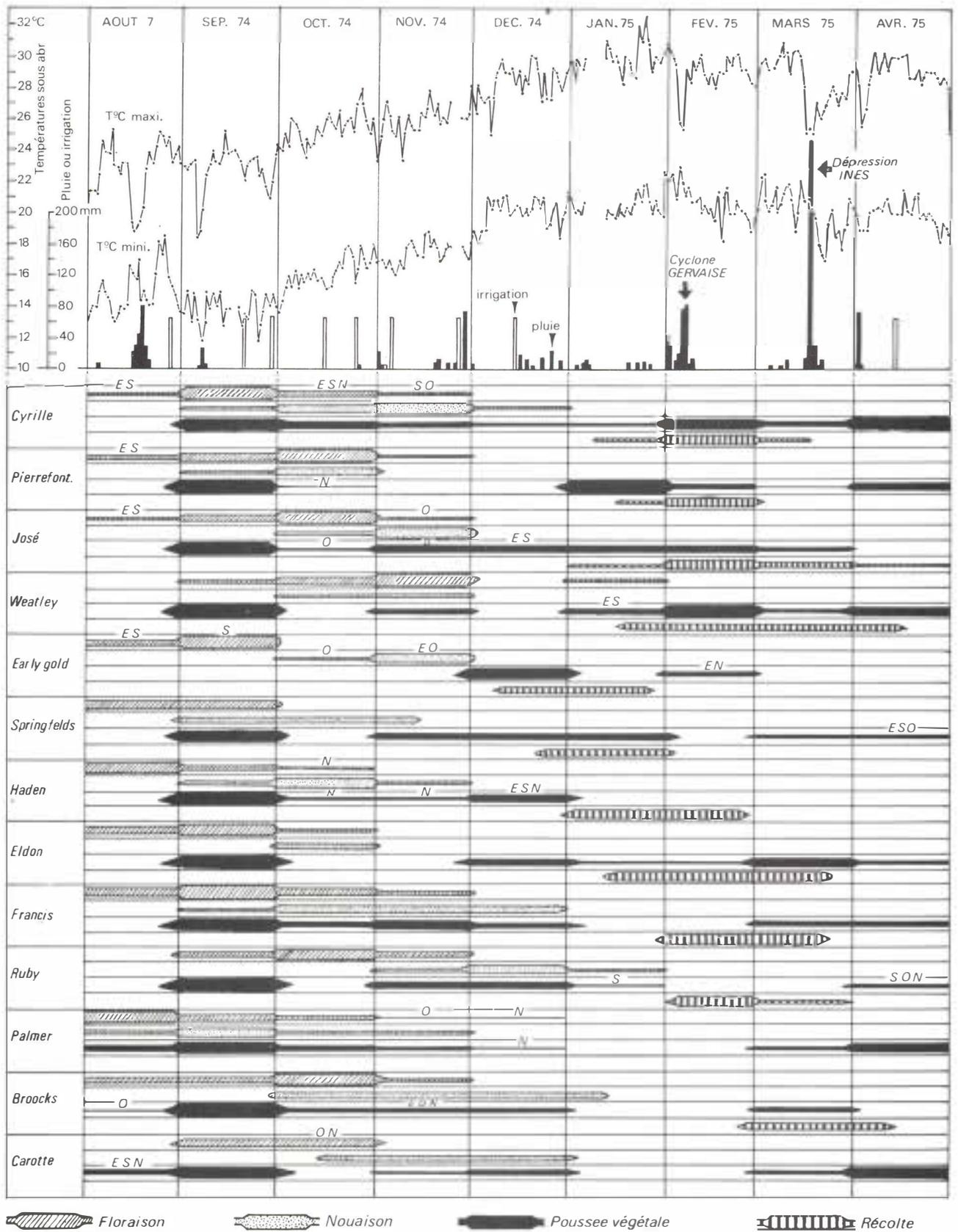
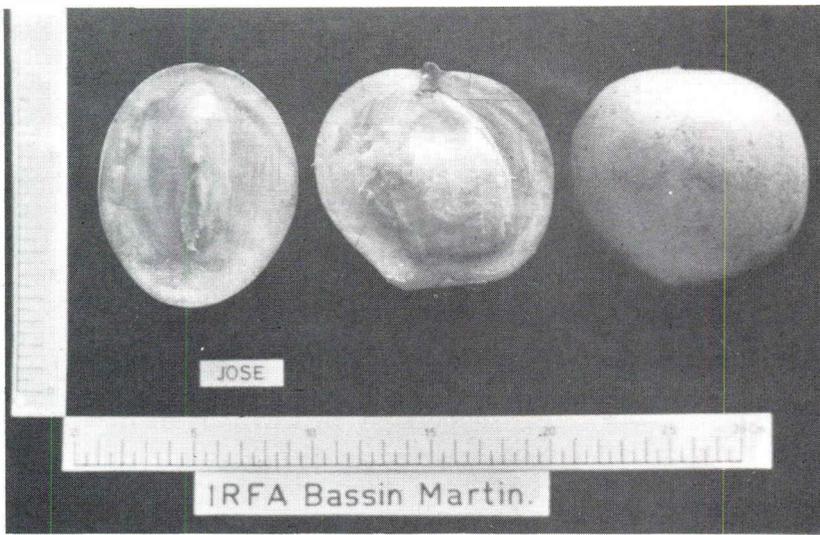
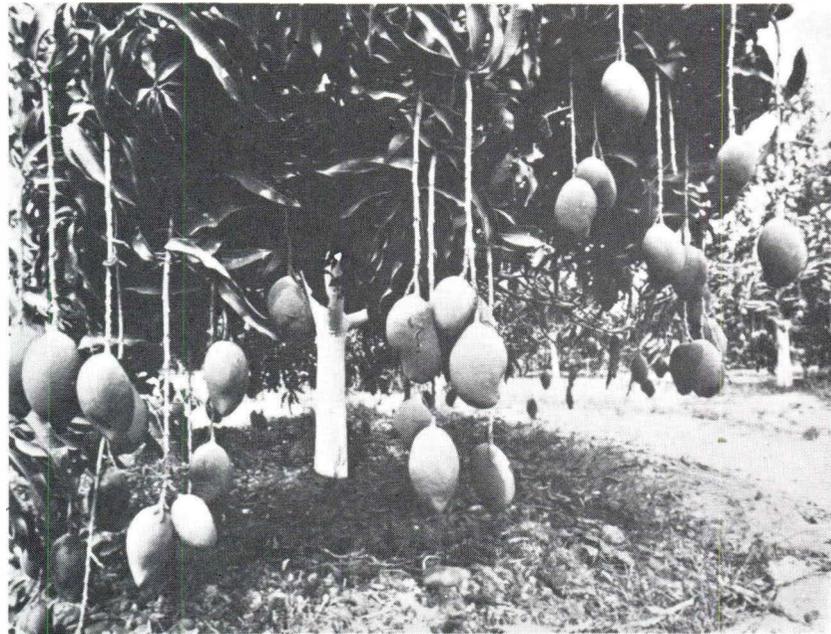


figure 14 • Phénologie de quelques variétés de manguiers à Bassin Martin (Réunion) 300m. 21° latit. sud 55°30' long. est

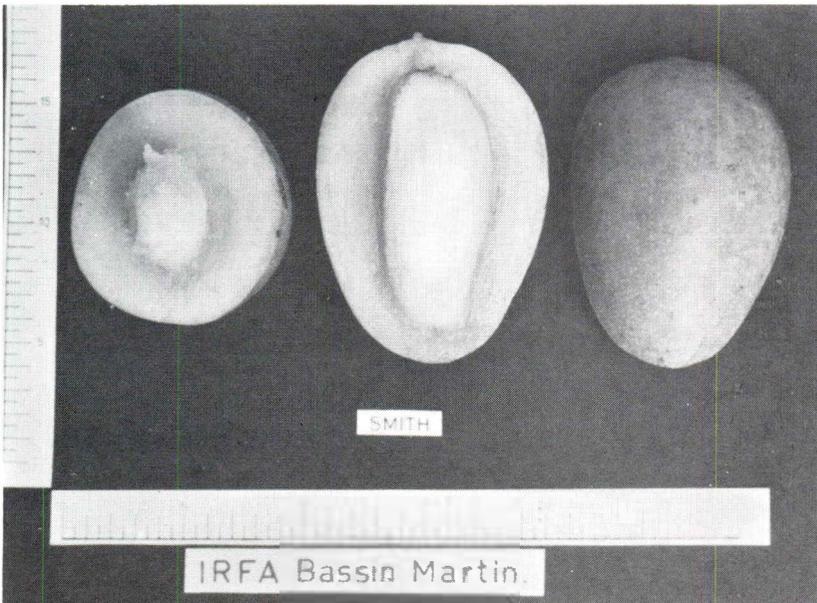




26.



27.



28.



25.

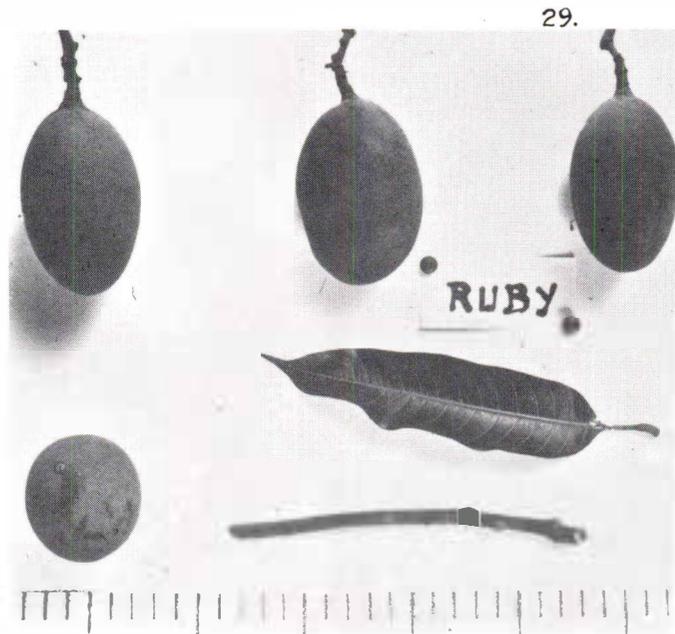
Photo 25. Manguier en pleine floraison (Station de Loudima).

Photo 26. Mangue 'José' (La Réunion).

Photo 27. Mangue 'Early Gold' (Sénégal).

Photo 28. Mangue 'Smith' (La Réunion).

Photo 29. Mangue 'Ruby' (Sénégal).



29.

La multiplication - Les porte-greffe.

Le manguiier peut se multiplier fidèlement par semis (photo 30 a) lorsqu'on est en présence de variétés polyembryonnées, mais d'une manière générale le manguiier est multiplié par greffage selon les techniques en usage dans chacun des pays où nous travaillons (greffe en fente simple de côté, greffe en placage, greffe en tête) (photos 30 b et c).

A la différence de l'avocatier, la polyembryonie de certaines variétés permet de multiplier celles-ci comme porte-greffe. Cette particularité largement utilisée avec les variétés Sabre, Passy hâtive, Francis, Améliorée du Cameroun, rend possible la création des plantations homogènes sur lesquelles on peut mettre en place des expérimentations puisque le facteur porte-greffe est contrôlé. Dans d'autres situations, les porte-greffe utilisés sont les « mangots » locaux bien adaptés au pays et dont il est aisé de se procurer des noyaux.

La multiplication des porte-greffe par bouturage et marcottage n'est pas utilisée à l'IRFA ; cette méthode est d'ailleurs restée au stade expérimental en Inde et en Egypte.

La technique de formation des jeunes plants de pépinière est identique à celle utilisée pour les avocatiers.

L'activité dominante de ces dernières années en matière de multiplication du manguiier a été marquée par l'opération surgreffage du manguiier au Sénégal (26).

Enfin, il faut citer les travaux récents d'AUBERT à La Réunion concernant la désinfection des noyaux de mangue après décorticage. Il a obtenu des résultats intéressants par trempage à l'eau de javel à différentes concentrations. Il a pu, par ce procédé, inhiber les effets dépressifs de *Cryptorhynchus mangiferae* L. (amélioration du pourcentage de germination - augmentation de la croissance de la tigelle et de la radicule).

Les techniques culturales.

La plupart des variétés de manguiiers ont, à complet développement, des frondaisons importantes ; de ce fait, l'IRFA a longtemps conseillé de planter les manguiiers à faible densité : écartements de 10 x 10, 10 x 12, 12 x 12.

Dans la plupart des pays où nous avons une expérience, la mise à fruit tardive du manguiier - quatre à cinq ans - occasionnait des pertes de terrain importantes.

En zone tropicale humide, on a souvent conseillé des cultures intercalaires de papayers ou d'ananas. SOULEZ au Niger, influencé par les techniques floridiennes, propose la plantation du manguiier en haie fruitière à 4 x 8 et à 4 x 10 (photo 31). Cette technique en cours d'expérimentation à la station de Gabougoura mérite d'être suivie ; elle imposera des tailles sévères en hauteur (à 4-5 m) et sur les

côtés une année sur deux (diamètre de frondaison de 4 à 5 m). Sur de grandes surfaces, la culture intensive en haie fruitière nécessite la mécanisation de la taille. Il est encore trop tôt pour se prononcer sur l'expérience nigérienne qui entre dans sa phase de production. A la Réunion, les conditions climatiques de la côte ouest font que la mise à fruits des manguiiers est très précoce (deux ans). Dans ce cas, il devient intéressant de faire des plantations à haute densité (3 à 400 arbres/ha) et de procéder à des éclaircissements à 6-7 ans, amenant à une densité définitive à 150-180 arbres/ha), voire pour certaines variétés de grand développement à 80-100 arbres/ha.

Si, sur avocatier la taille est une opération dont on a démontré l'intérêt, sur manguiier elle se fait moins sentir en forme libre lorsque l'arbre a constitué ses principales charpentières. La seule intervention nécessaire consiste à éviter le démarrage de charpentières sur une même verticille ; par cette procédure d'étagement artificiel, on rendra l'arbre moins sensible à l'éclatement des fourches (photo 32). Par la suite, la forte inhibition d'origine apicale foliaire ou florale exercée sur les bourgeons de la base du rameau réduit sensiblement la ramification de la plante. Seuls les écimages et les tailles latérales alternées sont systématiques dans le cas d'une conduite en haie fruitière.

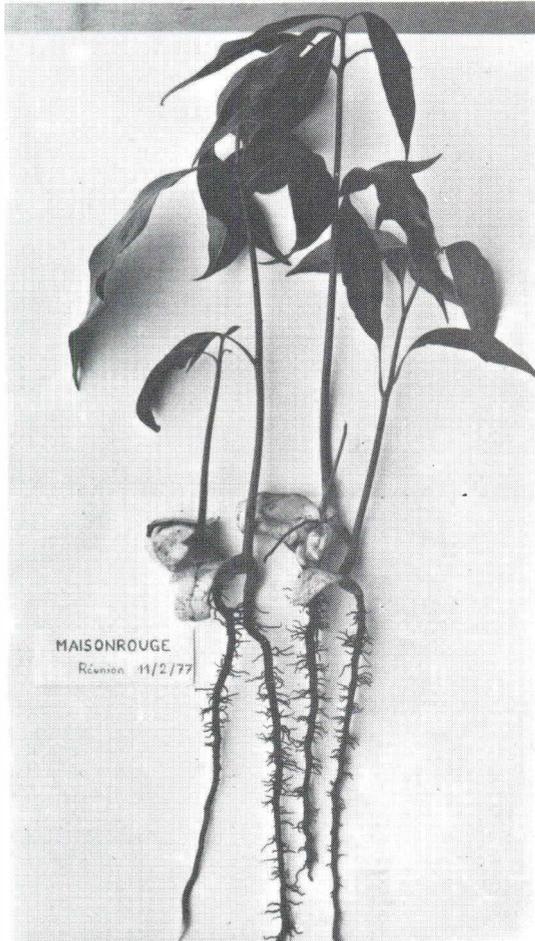
La nutrition - La fertilisation.

Seules des études de diagnostic foliaire conduites au Sénégal ont permis d'expliquer quelques symptômes de carence en zinc et magnésium. L'absence de grandes parcelles homogènes sur nos stations actuelles n'a pas permis de mettre en place d'essai sur la fertilisation. Les fumures pratiquées actuellement s'inspirent des travaux indiens et floridiens et sont corrigées empiriquement en fonction des caractéristiques des sols et du comportement des variétés. AUBERT pour la Réunion propose les fumures notées au tableau 10.

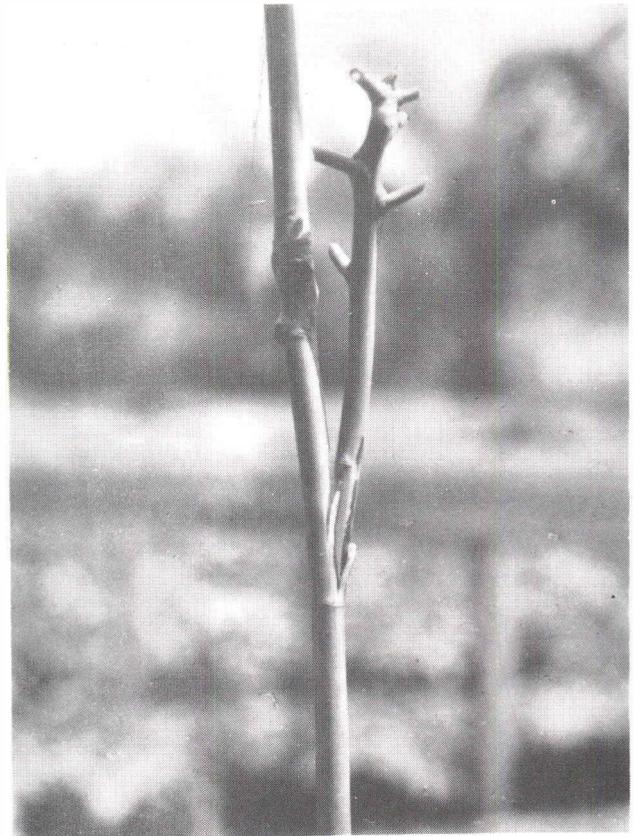
Le complexe parasitaire.

Entomologie.

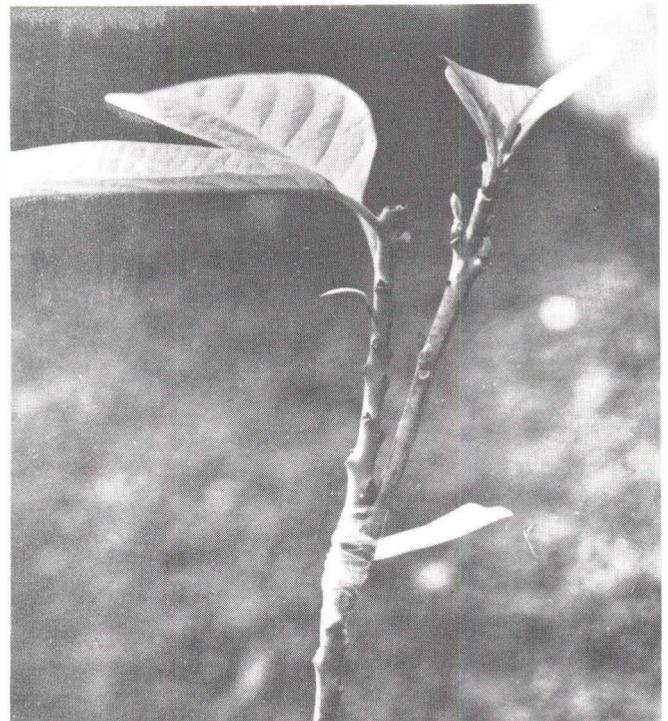
Si, d'une manière générale les prédateurs du manguiier sont peu préoccupants (cochenille, *Ferisia virgata* observée au Gabon et au Mali), à La Réunion les dégâts causés par les cécidomyies constituent un facteur limitant au développement de cette culture tant qu'une stratégie de lutte intégrée n'aura pas été établie. ETIENNE puis VILARDEBO et HUGON ont mis en oeuvre un programme de recherche sur ces ravageurs. La cécidomyie des inflorescences *Erosomia mangiferae* peut détruire totalement une récolte, tandis que la cécidomyie des feuilles *Procontarina matteiana* perturbe les poussées végétatives. Appuyé par les travaux indiens dans ce domaine, VILARDEBO étudie actuellement le « complexe gallicole » du manguiier à La Réunion.



30 a.



30 b.



30 c.

Photo 30 a. Enracinement d'un jeune semis de manguiier.
Photo 30 b. Greffage en fente de côté.
Photo 30 c. Démarrage du greffon.

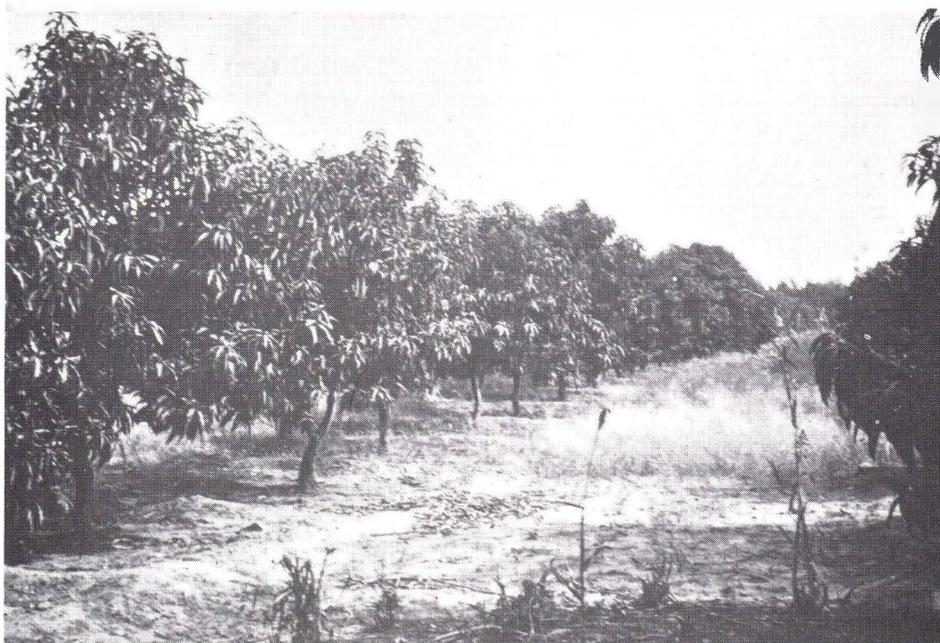


Photo 31. Culture intensive du manguiier au Niger.

Photo 32. Éclatement de charpentières démarrées d'un même verticille.



TABLEAU 10 - Fertilisation du manguiier. Doses en kg par arbre et par an.

Age du plant	plantation	1 an	2 ans	3 ans	4 à 6 ans	6 à 12 ans	au-delà de 12 ans
application à effectuer autour des arbres dans un rayon de	0,30 m	0,50 m	1 m	1,50 m	1,75 m	2 m	2 à 3 m
azote pur	0,1	0,3	0,36	0,42	0,50	1	1,4
azote sous forme de							
- sulfate d'ammoniaque							
ou ammonitrates 20 p. 100	0,5	1,5	1,8	2,1	2,5	5	7
- urée 50 p. 100	0,2	0,6	0,72	0,84	1	2	2,8
potasse K ₂ O	1	0,3	0,36	0,42	0,5	1	1,4
potasse sous forme de :							
sulfate de potasse 50 p. 100	2	0,6	0,72	0,84	1	2	2,8
phosphore P ₂ O ₅	0,6			0,10	0,12	0,25	0,35
phosphore sous forme de :							
scories Thomas 15 p. 100	4			0,6	0,8	1,6	2,3

On peut limiter l'étendue des galles du feuillage (portes ouvertes à l'antracnose) par des traitements au Diméthoate ou au Parathion.

Par ailleurs, la mouche des fruits, *Ceratitis rosa*, provoque des dégâts sur fruits, en particulier sur les variétés tardives de La Réunion. Des traitements au Trichlorfon un mois avant la récolte permettent de limiter les dégâts.

Phytopathologie.

Actuellement l'IRFA est confronté à deux problèmes sur le manguiier :

- l'antracnose due au *Colletotrichum gloeosporioides* dont les dégâts sur les panicules floraux et sur fruits sont parfois très importants en zone tropicale humide. Cette maladie est relativement facile à enrayer par des traitements au cuivre (400 g d'oxychlorure de Cu/hl) ou au Bénomyl.

- la bactériose due au *Pseudomonas mangiferae indica* PATEL est une maladie très préoccupante à La Réunion. L'expression des symptômes est plus ou moins accentuée selon les variétés. La maladie se manifeste par des nécroses noires en dépression avec écoulement de gomme sur les pédoncules et surtout sur l'épiderme des fruits, provoquant leur chute prématurée ou les rendant impropres à la consommation. LEROY (29) a pu commencer l'étude de la biologie du parasite à La Réunion. Ces travaux doivent se poursuivre afin de mieux connaître les voies de pénétration de la bactérie et les facteurs favorisant son développement. Actuellement, la seule intervention permettant d'améliorer l'état sanitaire consiste en des applications fréquentes de cuivre (tous les 10 à 15 jours) de la nouaison à la récolte.

Les autres maladies, comme le Scab (*Elsinoe mangiferae*), l'*Oïdium mangiferae*, le *Cercospora mangiferae* sont peu importantes.

Enfin, les maladies se développant sur les fruits en cours de maturation, comme l'antracnose ou le *Diplodia*, peuvent être contrôlées par des trempages dans l'eau chaude à 53°C pendant 10 minutes.

Transport - Conditionnement - Conservation.

Les faibles courants commerciaux de l'exportation n'ont naturellement pas suscité de travaux particuliers dans ce domaine à l'IRFA.

OUSMANE KANE, à l'occasion d'une thèse, a montré les effets du froid et des atmosphères contrôlées sur la conservation des mangues. Pour sa part, l'IRFA étudie actuellement les effets des cires sur la durée de conservation des mangues à basse température.

La commercialisation des mangues - Importance du marché.

La production mondiale des mangues est estimée à environ 13 millions de tonnes. Les principaux pays producteurs sont :

l'Inde	900.000 tonnes
le Pakistan	600.000 tonnes
le Bangladesh	300.000 tonnes
le Brésil	650.000 tonnes
Haïti	300.000 tonnes
les Philippines	200.000 tonnes
la Tanzanie	200.000 tonnes

Les importations de la CEE en 1977 ont été de l'ordre de 3.500 tonnes dont 1.500 tonnes en Angleterre et près de 1.000 tonnes en France.

Les principaux fournisseurs du marché français ont été en 1977 le Mali, le Kenya et le Sénégal.

En France, la mangue est encore un fruit peu connu du consommateur ; les variétés trop nombreuses et l'aspect hétérogène des fruits qui sont proposés sur le marché sont un handicap à l'accroissement de la demande ; par surcroît les prix élevés rendent difficiles les ventes promotionnelles (cours de gros à Rungis : 8 à 10 F le kg), d'autant plus que la majorité des approvisionnements ont lieu de mai à juillet où la préférence des consommateurs va sur les fruits rouges tempérés. A notre sens, l'offre est à développer de novembre à mars, ce qui pourrait privilégier les productions de l'hémisphère sud.

LE PAPAYER - *CARICA PAPAYA* L. (Caricacées)

Bien que la production mondiale de papayes évolue peu et que ce fruit, à l'image de la mangue, reste avant tout un produit d'autoconsommation, l'IRFA, dans l'attente d'une ouverture du marché d'exportation, a toujours maintenu un programme de recherches sur papayer plus particulièrement au Cameroun et en Côte d'Ivoire. Plus récemment, dans le cadre des UTP, une recherche d'accompagnement s'est faite sentir tant aux Antilles qu'à La Réunion.

A la suite de l'excellente étude bibliographique de LASSOUDIÈRE (30) les travaux de l'IRFA ont porté sur le screening variétal, sur la fertilisation, sur les techniques culturales et actuellement les chercheurs Outre-Mer se sentent mobilisés par le complexe parasitaire à La Réunion et aux Antilles, par les problèmes de conservation et par les problèmes de création de nouvelles variétés.

Il faut mentionner enfin la culture spécifique du papayer destiné à la production de papaïne qui a fait l'objet, autrefois, de nombreux travaux de recherches en Guinée et plus récemment au Cameroun. Le marché spéculatif et irrégulier de la papaïne n'a pas créé une incitation suffisante au développement de la recherche sur cette production. Actuellement, seule la papaye de bouche, consommée en frais ou transformée, est prioritaire.

Choix des variétés (photos 33, 34).

Si les marchés intérieurs se sont satisfaits avec les fruits issus des populations locales rustiques, on s'est très vite rendu compte que ces divers types de papayers n'étaient pas adaptés à une production intensive, à cause de leur faible productivité et n'étaient pas aptes à la demande des populations urbaines ou des marchés d'exportation, à cause du poids trop élevé de leurs fruits (>1 kg).

Pour répondre à ces deux besoins, l'IRFA avait introduit, voici une quinzaine d'années, une obtention hawaïenne de type Solo à petit fruit (300 à 400 g) et à chair rouge très parfumée. Cette variété Solo nous a permis de mettre au

point des techniques culturales intensives et de faire une approche sur la fertilisation. Pour diverses raisons, cette variété a rapidement dégénéré et a même totalement disparu des Antilles.

La variété Solo a été à nouveau introduite des Hawaï et a été comparée avec de nouvelles obtentions : Kapoho, Sunrise, Waimanalo, Hawaiian commercial, UH 80, Honeydew, Higgins, Wilder, Maradol Roja (Cuba), et un cultivar chinois 'Linghan' introduit de l'île Maurice.

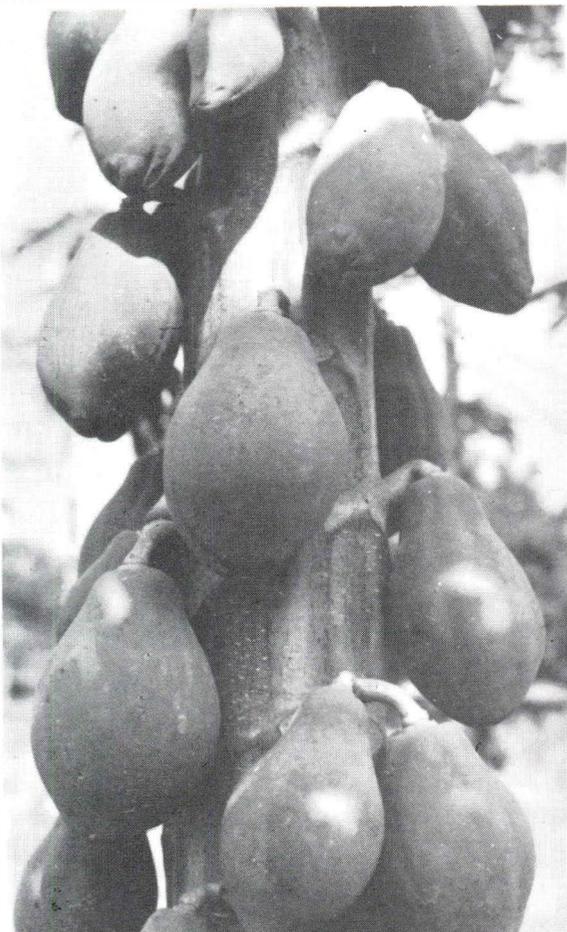
De ces divers screening et parcelles de comportement, on a retenu les variétés suivantes : Solo n° 8 en Côte d'Ivoire et au Cameroun, Sunrise en Guadeloupe, Waimanalo à La Réunion.

La variété Maradol Rosa est utilisée comme géniteur en Côte d'Ivoire pour des hybridations avec la variété Solo n° 8. FOUQUE espère, tout en conservant les caractères de productivité et de qualité gustative de la Solo, faire passer certains caractères intéressants de la variété cubaine sur la variété hawaïenne, notamment sa faible croissance. Les problèmes de dégénérescence rencontrés au Cameroun et les très graves problèmes phytosanitaires de la Martinique et de La Réunion seront étudiés, non seulement au niveau de la parasitologie, mais au niveau de la création de nouvelles variétés mieux adaptées et plus tolérantes. Pour atteindre ce but, on tentera de regrouper en Martinique quelques cultivars rustiques pouvant être croisés avec les sélections hawaïennes ou floridiennes. Si tout travail de sélection et d'hybridation est long, avec le papayer, la rapidité du cycle (12 à 18 mois) permet d'envisager un programme avec des résultats probables à moyen terme (10 ans).

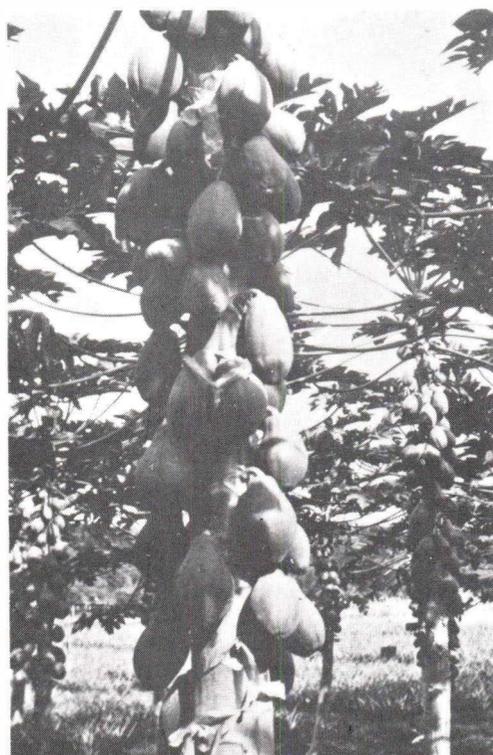
La multiplication du papayer.

Le papayer se multiplie fidèlement par semis si on a eu le soin de prélever des graines sur des fruits issus d'autofécondations contrôlées. Pour cela, il convient de sélectionner, dans une population homogène, les pieds hermaphrodites les plus représentatifs de la variété et d'ensacher les fleurs avant leur ouverture (photo 35). D'une manière générale à l'IRFA, on procède au semis direct en pot par la méthode de poquets afin d'éviter tout repiquage.

La nécessité de semer 3 ou 4 graines par poquet est due à l'absence de caractères juvéniles liés au sexe permettant, dès le stade de pépinière, d'éliminer les pieds mâles ou les pieds femelles. En effet, dans une population de type Solo, on observe généralement une descendance de 70 p. 100 d'hermaphrodites, 20 à 25 p. 100 de femelles et environ 5 p. 100 de mâles. Si on élimine systématiquement les pieds mâles, on peut être amené aussi à éliminer les pieds femelles dont les fruits ronds sont moins appréciés à la commercialisation que les fruits oblongs des pieds hermaphrodites. La distribution au hasard est telle que la probabilité d'avoir 4 pieds mâles dans un même pot est pratiquement nulle et qu'on a

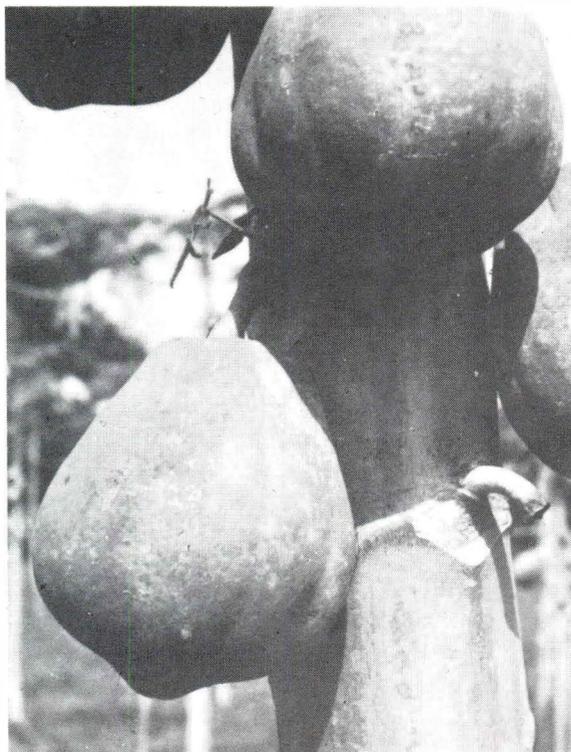


33L.



33 a.

Photo 33 a. Fructification d'un papayer 'Solo' hermaphrodite.
 Photo 33 b. Papayes hermaphrodites de type 'Solo'.
 Photo 34 a. Plantation de papayers 'Red Panama' pour la production de papaïne.
 Photo 34 b. Papayes variété 'Red Panama'.



34 b.



34 a.

de fortes chances d'avoir au moins un pied hermaphrodite par pot.

La sélection des sexes se fait en plein champ dès l'apparition des premières fleurs, soit environ deux mois après plantation ; les pieds indésirables sont coupés au ras du sol. Par ce procédé, on peut constituer des parcelles très homogènes pouvant supporter des expérimentations.

La technique du bouturage n'est pas utilisée à l'IRFA ; elle pourrait l'être pour le maintien des lignées pures dans le cadre d'un programme d'hybridation.

Les techniques culturales.

La préparation des terres, la plantation proprement dite, sont des techniques très voisines de celles employées par le bananier ; au Cameroun, GALLARD préconise le même processus : défoncement, sous-solage, «ditching», plantation 2 x 2.50 m, nivellement, entretien mécanique des interlignes pendant les trois premiers mois puis entretien manuel.

De nombreux essais ont été réalisés sur le choix de la densité ; en particulier, une expérimentation de FOUQUE en Côte d'Ivoire a montré la meilleure densité économique à retenir avec la variété Solo n° 8 dans les conditions d'Azaguié. On peut schématiser cet essai par le tableau 11.

L'intégration du rendement/ha, du poids moyen des fruits et des coûts de production indique que la densité de 2.500 papayers procure non seulement le meilleur revenu à l'hectare, mais aussi correspond le mieux au type de fruit demandé par le commerce.

La croissance et la mise à fruit rapides des variétés de type Solo font que la longévité économique d'une plantation intensive ne dépasse généralement pas 20 mois.

Sur la base de nombreuses observations de croissance (hauteur, circonférence) et de récolte (répartition dans le temps), l'IRFA conseille de conduire la culture du papayer sur une période de 18 mois après le semis. La récolte se trouve ainsi étalée sur 12 mois.

On a pensé qu'il serait peut-être intéressant de prolonger cette durée de vie par des rabattages du tronc ; les premiers

essais réalisés en Côte d'Ivoire ont montré qu'un recépage en fin de récolte n'apportait pas le prolongement de production espéré. Ces essais se poursuivent dans le sens d'une recherche de l'époque favorable au recépage, en particulier avant ou dès le début de la chute de production.

Nutrition - Fertilisation.

Le type de 'Solo n° 8' cultivé au Cameroun (expérimentation à Nyombé) ne se prête pas au mode d'échantillonnage préconisé pour le 'Solo' aux îles Hawaï par AWADA. Celui-ci recommande de prélever une feuille mature ayant à son aisselle une fleur différenciée juste visible macroscopiquement. Dans le cas du Cameroun, sous l'effet des conditions climatiques ou de la lignée cultivée, la fleur répondant à ce critère est à l'aisselle d'une feuille n'atteignant que quelques millimètres.

Par l'analyse comparative de feuilles en différentes positions sur la tige et de leurs différentes parties, on a été amené à choisir d'échantillonner séparément le lobe médian du limbe et le tiers médian du pétiole (fractionnements destinés à diminuer le volume très encombrant des échantillons) sur la feuille ayant à son aisselle une fleur juste épanouie. Cette feuille correspond à un stade physiologique bien défini et paraît refléter correctement l'individualité de la plante. Toutefois la feuille située au rang plus bas sur la même spirale réelle, pourrait encore donner de meilleures indications. Des travaux à poursuivre devraient le confirmer.

L'application de cette technique d'échantillonnage à un essai factoriel N, S, K 3³ a montré, d'une part la cohérence des résultats des analyses minérales avec ceux des effets agronomiques ; d'autre part la sensibilité du limbe aux doses de N et S et celle du pétiole aux effets de P et des cations (31).

Défense des cultures.

Entomologie.

De la liste très longue des prédateurs du papayer établie par GUEROUT (32), deux familles retiennent particulièrement notre attention : les acariens et les nématodes.

Les dégâts les plus graves, relevés à La Réunion, sont dûs à *Hemitarsonemus latus* BKS. Les attaques massives et

TABLEAU 11 - Essai de choix d'une densité.

Densité	Nombre de fruits récoltés/pied de 8 à 20 mois	Poids moyen d'un fruit (g)	Rendement/ha en tonnes
1 x 1 (10.000/ha)	14	255	36
2 x 1 (5.000/ha)	35	299	53
3 x 1 (3.333/ha)	41	321	44
2 x 2 (2.500/ha)	53	339	45

précoces sur les jeunes feuilles terminales peuvent, dans certains cas, stopper la croissance du papayer et entraîner une dégénérescence rapide ; certains symptômes (déformation des limbes) font souvent penser à une virose du type 'Distorsion Ring spot'. Des traitements très fréquents avec des acaricides spécifiques comme le Kelthane ou le soufre micronisé peuvent diminuer les attaques d'*Hemitarsonemus* dont le cycle biologique est très rapide. Les nématodes les plus préoccupants mais ne nécessitant pas à ce jour d'intervention chimique sont *Rotylenchulus reniformis* et *Meloidogyne*.

Phytopathologie.

Parmi l'inventaire des maladies du papayer réalisé par FROSSARD (33), on ne retiendra ici que les maladies qui causent de graves problèmes dans nos cultures intensives de papayers (Cameroun, Côte d'Ivoire, Antilles, Réunion).

- Maladies des racines, du collet et du tronc.

Si les *Pythium* et *Rhizoctonia* peuvent, dans certains cas, être la cause de la fonte des semis dans des sols mal désinfectés, les dégâts les plus graves sont causés par des pourritures du collet et du tronc dont certaines sont attribuées à des *Pythium* mais plus généralement à des *Phytophthora* (*Phytophthora palmivora*, *Phytophthora cinammomi*, *Phytophthora parasitica*). On retrouve là encore un inconvénient aux cultures associées : papayer-ananas, papayer-avocatier où le champignon peut passer de la culture dérobée à la culture principale. Le *Phytophthora parasitica* attaque non seulement les racines, le collet et les troncs, mais aussi les fruits verts à l'approche de la maturité en particulier dans la zone de contact entre deux fruits.

Pour se protéger des pourritures du collet, la première précaution est de ne pas cultiver le papayer dans les terrains inondables ou drainant mal et il faut éviter de blesser les troncs de papayer au cours des opérations culturales. Seules des pulvérisations fréquentes (tous les 15 jours en saison sèche - toutes les semaines en saison des pluies) de Difolatan ou de Mancozèbe à 250 g/hl avec adjonction de mouillant peuvent enrayer cette pourriture. Enfin, il est fortement conseillé, à cause des difficultés des traitements du sol sur de grandes parcelles, de ne pas replanter des papayers sur le même terrain avant un délai de deux ans.

- Maladies des feuilles.

Parmi les maladies des feuilles, l'*Oïdium caricae* est la plus fréquente. Les dégâts peuvent être limités par des pulvérisations de soufre mouillable à 70 g/hl également actif sur acariens, ou par des applications de Karathane à 30 g/hl.

- Maladies des fruits.

La maladie la plus importante est l'Anthracnose dont les

symptômes caractéristiques apparaissent sur fruits «tournants» quelquefois sur pied, mais le plus souvent au cours de la maturation. L'Anthracnose est généralement attribuée au *Glomerella cingulata* dont la forme conidienne est *Colletotrichum gloeosporioides*. Deux techniques de lutte sont proposées :

- 1 - pulvérisation tous les 10 ou 15 jours dès le début de la récolte, de Dithane M 45 à 250 g/hl, produit pouvant déjà être utilisé contre les pourritures des troncs.
- 2 - trempage des fruits dans l'eau chaude 45-46°C pendant 20 minutes.

- Les viroses du papayer.

Les premiers travaux de l'IRFA dans le domaine des viroses du papayer sont réalisés actuellement par AUBERT à La Réunion depuis fin 1977 (description des symptômes, passage sur plantes indicatrices, recherche des vecteurs). Jusqu'à cette époque, on s'était limité à la description de symptômes attribuables à des virus. Parmi les viroses les plus connues, il faut citer : le «bunchy top» transmis par la cicadelle *Empoasca papayae*. Cette maladie très grave dans la zone des Caraïbes se manifeste par un raccourcissement des entre-noeuds et un arrêt de croissance du méristème, avec apparition de taches graisseuses sur les pétioles et sur la tige.

Le Yellow crinkle est transmis par *Cuscuta australis* et *Orosius argentata*. La mosaïque Distorsion Ring spot est transmise par des aphides : *Myzus persicae* et *Aphis gossypii*.

La seule protection efficace contre les viroses est la multiplication par semis et le maintien de conditions de croissance excellentes tout au cours du cycle qu'on limite volontairement à 18-20 mois avant qu'une infection éventuelle ne soit généralisée.

En Martinique, supposant une attaque de *Phytophthora*, on a tenté, au cours d'une petite expérimentation (doc. 30 R.A. 77) de traiter les papayers avec le DPX 3217 et avec l'oxychlorure de Cu. Seuls les traitements au cuivre ont présenté une certaine efficacité mais doublée de phytotoxicité (brûlures). Aucune Pythiacée n'a pu être isolée sur les plants malades ; par contre, une bactérie du genre *Erwinia* a pu être décelée.

Systèmes de culture.

Le papayer est le type même de culture intensive rapide ; il peut être conduit en culture pure et entrer en rotation avec d'autres cultures non pérennes (fruitières ou légumières). Pour ces mêmes raisons, il est souvent conduit en intercalaires d'autres fruitiers pérennes (avocatiers, manguiers, agrumes). Dans certains cas (Niger, Haute Volta), il est utilisé comme culture d'ombrage de l'ananas.

Récolte - Conditionnement - Conservation.

Le rendement d'une culture de papayer de type Solo peut varier de 40 à 60 t/ha en fonction des techniques culturales et du complexe parasitaire.

La papaye est un fruit particulièrement fragile, de faible durée de conservation. Le point de coupe doit être respecté scrupuleusement (traces de jaune à la base des fruits) pour maintenir les fruits relativement résistants aux chocs dus au conditionnement et pour assurer les meilleures conditions de conservation. Pour faire face à une demande qui risque de s'accroître dans les années à venir, l'IRFA étudie actuellement différents paramètres de la conservation : point de coupe, traitement à l'eau chaude, prérefrigération, enrobage de cires, température de conservation : atmosphère contrôlée, afin d'envisager l'exportation de ces fruits par voie maritime.

Coûts de production - Le marché.

De l'étude des coûts de production réalisée par FOUQUÉ en Côte d'Ivoire sur les essais de densité, on peut retenir les prix de revient au kilogramme «nu» station d'emballage (tableau 12).

On peut estimer la production mondiale de papayes à un peu plus d'un million de tonnes. Les principaux pays pro-

ducteurs sont le Brésil, le Mexique, le Vénézuéla, l'Equateur, Cuba, la Jamaïque, le Mozambique, l'Afrique du Sud, les Haïï.

LE GOYAVIER : *PSIDIUM GUAYAVA* RADDI

Myrtacées.

Les motivations du développement de cette culture sont fort différentes dans les pays où l'IRFA intervient.

Aux Antilles, à La Réunion et au Cameroun, la production est orientée vers la transformation (jus, nectars et pâtes de fruits).

En Mauritanie, au Niger et en Haute Volta, les goyaves sont destinées au marché local.

En relation étroite avec la destination des produits, les travaux de l'IRFA sur la goyave ont porté d'une part sur la technologie et d'autre part sur l'agronomie générale du goyavier.

Depuis la publication de J. LE BOURDELLES et P. ESTANOVE (34) faisant le bilan à cette époque de nos connaissances sur le goyavier, les recherches récentes à l'IRFA ont été réalisées, pour la plupart, en milieu sahélien par REY en Mauritanie et SOULEZ au Niger.

TABLEAU 12 - Coûts de production selon les densités.

	nombre de pieds/hectare			
	10.000	5.000	3.333	2.500
Dépenses ha en F. CFA	3.421.175	1.798.835	1.257.970	987.668
Tonnage récolté à 20 mois	36.940	53.510	44.108	45.555
Frais de récolte	64.645	93.642	77.189	79.721
Transport station emballage	55.410	80.265	66.162	68.330
Dépense totale non compris les frais généraux	3.541.230	1.972.742	1.401.321	1.135.222
Tonnage commercialisable (55 p. cent)	31.400	45.485	37.490	38.720
Prix de revient au kg	112,78	43,37	37,38	29,33
Recettes Vente 70 % à 65 30 % à 25	1.664,200	2.410,725	1.986,970	2.052,160
Balance ha	-1.877,030	+ 437,983	+ 585,649	+ 919,438

Ces chiffres indiquent qu'une culture de papayers 'Solo' (2.500 pieds/ha), normalement conduite, peut être génératrice de profit pour le marché intérieur. Le coût particulièrement élevé des emballages et du fret aérien rend encore cette culture intéressante pour de faibles tonnages à l'exportation, dont les cotations du marché de gros en 1977 ont été de 6 à 7 F le kg. Le commerce de ce fruit pourra se développer à trois conditions :

1. que la durée de conservation des fruits soit augmentée, permettant ainsi le transport par bateau,
2. que la présentation (stades de maturité) soit homogène,
3. que les cotations du marché de gros soient en baisse pour permettre des ventes promotionnelles et un élargissement du marché (inférieur à 100 tonnes en France en 1977).

Choix des variétés.

L'étude du comportement variétal a permis non seulement de mieux connaître les cycles végétatifs mais encore de retenir quelques variétés sur lesquelles seront entreprises ultérieurement d'autres expérimentations.

Au Niger, SOULEZ a noté deux pointes de récolte : mai et septembre, la deuxième production étant la plus importante ; inversement à La Réunion, MOREAU a observé une récolte importante en février-mars et une petite récolte en octobre-novembre.

Les observations de croissance et de rendement ont permis, au Niger, de recommander les variétés Acid speer, Suprême, Pink Indian.

À La Réunion : les variétés les plus productives dans les conditions de Bassin Martin sont Pink Indian, Suprême Ruby, Large White, Patricia.

En Martinique, d'autres variétés moins connues sont en cours d'observation : Seedless Indonesia, Senteno prolif, Weber Suprême 28-32.

Afin de mieux connaître les réactions de la plante aux conditions du milieu, SOULEZ a entrepris au Niger une série d'observations phénologiques basées sur des cotations sectorielles de l'arbre (poussée végétative et floraison).

REY en Mauritanie, à l'aide d'observations fréquentes, a relevé que les effets de l'irrigation sur goyavier se traduisaient par une floraison anarchique et qu'une maîtrise de l'eau pouvait déplacer les périodes naturelles de floraison. AUBERT à La Réunion a étudié l'enracinement de la Pink Indian et a déterminé ainsi que la puissance d'ancrage de cette variété était supérieure à d'autres espèces (figure 11).

Multiplication.

Certaines plantations ont été réalisées à partir de semis. Bien que l'auto-fécondation naturelle soit possible, on assiste souvent, si celle-ci n'a pas été contrôlée, à une assez grande variabilité de la descendance due aux fécondations croisées. La multiplication végétative (bouturage et marcottage) est parfaitement bien maîtrisée ; elle permet la création de plantations homogènes.

Techniques culturales.

Peu de travaux ont été réalisés sur l'amélioration des techniques culturales. En zone sahélienne, le goyavier reste un arbre rustique dont on peut tirer un meilleur profit en le plantant à forte densité 4 x 8 - 4 x 6 et en pratiquant des irrigations contrôlées. Son association avec le palmier-dattier est en cours d'étude à la station de Bonkoukou (Niger).

Complexe parasitaire.

Actuellement, seule la mouche des fruits soulève quelques problèmes à La Réunion.

Production mondiale.

La production de goyaves dans le monde est très difficile à estimer. R.M. CADILLAT indique : environ un million de tonnes, dont l'Inde, le Pakistan, le Mexique, seraient les plus gros producteurs.

Recherches prévues sur le goyavier.

- Généralisation de la multiplication végétative.
- Actualisation des réserves génétiques.
- Contrôle de la floraison par l'irrigation en milieu sahélien,
- Étude des besoins en eau en zone sahélienne,
- Privilégier la deuxième production à La Réunion,
- Étude du diagnostic foliaire,
- Étude du parasitisme à La Réunion.

L'ANACARDIER : *ANACARDIUM OCCIDENTALE* L. Anacardiacees (photo 36).

L'anacarde ou noix de cajou dont la production mondiale est très importante (6,5 millions de tonnes de pommes et noix) a jusqu'en 1973 occupé une place très importante dans le dispositif de recherche de la section « fruitiers tropicaux » de l'IRFA. Toutes nos actions de recherches sur l'anacardier étant concentrées à Majunga (Madagascar), aucune activité agronomique nouvelle n'a été entreprise depuis que l'IRFA a quitté cette station en 1973. Pour cette raison, le bilan des recherches agronomiques sur anacardier à la Réunion annuelle 1977 a été particulièrement restreint.

On se rappellera que A. LEFEBVRE avait pu, en une dizaine d'années à partir des résultats obtenus sur de nombreux essais, donner les bases d'une culture industrielle de l'anacardier. Certains de ses travaux ont été publiés dans FRUITS (35).

Cette expérience, malheureusement interrompue, a permis cependant d'élaborer des programmes de développement tant à Madagascar que dans l'Ouest africain.

Conscient qu'il n'est pas possible de rester indéfiniment sur un acquis, l'IRFA souhaite vivement reprendre ses activités sur anacardier par le biais des recherches d'accompagnement nécessaires aux grandes opérations de développement.

On rappellera simplement les grands thèmes de nos activités de recherche sur l'anacardier.



35.



36.

Photo 35. Ensachage des fleurs hermaphrodites pour l'autofécondation.

Photo 36. Pomme et noix de cajou.

Photo 37. Inflorescence de palmier-dattier.



37.

Choix des variétés.

Bien qu'il n'existe pas de variété d'anacardier au sens botanique du terme, les types ayant des caractéristiques bien précises ont été isolés au Brésil, en Tanzanie, en Inde et à Madagascar ; ils ont été observés en collection ; certains ont été retenus pour la création de vergers semenciers.

Multiplication.

Si le greffage de rameau terminal à l'anglaise simple a donné d'excellents résultats à Madagascar, la multiplication de l'anacardier par le semis en place reste la technique la plus utilisée pour l'implantation de grandes surfaces. Le semis se fait en poquet (3 ou 4 graines) à 6 cm de profondeur, l'extrémité pédonculaire de la noix étant orientée vers le haut.

Techniques culturales.

Les travaux de l'IRFA ont porté sur :

- les techniques de préparation du sol (trouaison manuelle, mécanique, sous-solage),
- le choix des densités de plantation (haute densité puis éclaircissage),
- le démarrage des plants (conservation d'un plant vigoureux un an après le semis),
- le sarclage et le paillage,
- le travail du sol et les cultures intercalaires,
- la protection contre le feu.

Fertilisation - Nutrition.

De nombreux essais de fumure ont été conduits par l'IRFA sur l'anacardier à Madagascar (région de Majunga). Ils ont permis de définir une base rationnelle de sa fertilisation en s'appuyant sur les résultats des analyses de feuilles, dont la technique d'échantillonnage a été mise au point à cet effet.

En conformité avec les normes générales de prélèvement pour les plantes arbustives rappelées plus haut, on a été amené à échantillonner les feuilles de rameaux non fructifères - démarrant en décembre - et celles de rameaux fructifères - démarrant en mars. Une étude des variations saisonnières de la composition foliaire a montré que, pour les feuilles des deux types, un âge de 5 mois paraissait convenir. Cependant de meilleures informations pourraient être obtenues pour les cations avec l'analyse de feuilles plus âgées.

Des analyses comparatives ont permis d'attribuer sans équivoque des symptômes foliaires à des carences potassiques, phosphorées ou azotées. Des carences en zinc liées à de fortes teneurs en calcium provoquent une réduction très prononcée des dimensions foliaires (anomalie baptisée «Petites feuilles») et peuvent entraîner la mort des arbres.

La croissance et le rendement des arbres augmentent en même temps que les teneurs en phosphore jusqu'à un seuil critique de celui-ci - voisin de 0,12 p. cent dans les feuilles de 5 mois de rameaux non fructifères ; il y a ensuite un plateau correspondant à l'optimum et au luxe.

Sur jeunes plants, l'apport d'azote entraîne une forte réaction de croissance, provoquant un effet de dilution de l'azote dans la feuille tel que les teneurs foliaires en azote des plants carencés en azote sont supérieures à celles des plants recevant de l'azote (partie inverse de la courbe de PREVOT et OLLAGNIER). Il est donc indispensable, pour l'interprétation de ces résultats, de relier les teneurs à la réponse dynamique de croissance de la plante.

Sur plants adultes, l'apport d'azote sans phosphore augmente les teneurs en azote, mais a un effet dépressif sur la croissance, lié à une diminution des teneurs en phosphore ; alors que des apports de phosphore sans azote ont une influence positive sur la croissance et affectent peu les niveaux d'azote. A Majunga, si les cations sont peu utiles, l'azote, et le phosphore encore plus, sont extrêmement limitants pour la plante (36).

Le complexe parasitaire.

De l'étude du complexe parasitaire de l'anacardier, deux prédateurs (chenilles défoliatrices : *Eutelia discistriga* et *Sylia balteata*) ont retenu l'attention de A. VILARDEBO. De nombreuses observations ont permis de mieux connaître l'évolution des infestations et des attaques avec leur incidence sur la croissance de l'anacardier ; enfin, la présence d'hyperparasites naturels a pu être vérifiée.

Le commerce de la noix de cajou dans le monde.

Si on a estimé la production mondiale de l'anacardier à 6,5 millions de tonnes, la part représentée par les noix n'est que de 500.000 tonnes environ. Les principaux pays producteurs sont le Mozambique, la Tanzanie, l'Inde, le Brésil, le Venezuela, le Kenya et Madagascar.

LE PALMIER-DATTIER : *PHOENIX DACTYLIFERA* (photo 37)

Au regard de la production mondiale de dattes (2,3 millions de tonnes) plaçant ce fruitier en troisième position derrière l'anacardier et le manguiier, et surtout face à l'importance du dattier pour les populations des zones sahélo-sahariennes, l'IRFA s'est largement préoccupé de cette espèce en République Islamique de Mauritanie et plus ponctuellement au Niger.

Pour aborder les problèmes agronomiques propres à cette culture et avoir des bases de référence pour l'amélioration des palmeraies existantes, l'IRFA a créé en 1950 à Kankossa

une palmeraie qui, en 1966, comportait 7.000 dattiers. Dès 1965, un programme d'intervention bio-écologique contre la cochenille blanche du palmier-dattier était mis en oeuvre en Adrar mauritanien ; couronnée de succès, cette opération fut étendue au Tagant. Malheureusement, la station phoenicicole a été victime du cycle d'années sèches du Sahel (71-74), entraînant l'assèchement complet de la mare de Kankossa et la baisse excessive du niveau de la nappe souterraine. La quasi-totalité des palmiers ayant été décimée, toute activité de recherche sur cette station a cessé depuis 1973.

Bien qu'ayant fait l'objet de nombreux articles dans la revue FRUITS et la publication d'un ouvrage par P. MUNIER, on peut rappeler en quelques lignes les thèmes de recherches et les principaux résultats acquis sur cette station.

Problèmes d'alimentation en eau.

S'il est courant d'associer le palmier-dattier au concept de désert, ou constate qu'il est toujours localisé aux endroits où les ressources hydrauliques pérennes du sol peuvent subvenir à ses besoins hydriques et pallier ainsi les précipitations insuffisantes ou pratiquement nulles des lieux considérés.

A kankossa, les variations de la nappe phréatique ont été suivies avec précision ; ces observations ont permis de déterminer le niveau critique en relation avec la croissance et la floraison du dattier. On a pu ainsi déterminer la limite de pénétration des racines (environ 3 m) au-delà de laquelle les palmiers meurent si on n'intervient pas rapidement par des irrigations. MUNIER était arrivé aux conclusions suivantes :

- en saison sèche et fraîche (décembre à février), apport de 1,5 m³ d'eau par palmier et par semaine, la nappe se situant alors à 2 m de profondeur.

- en saison sèche et chaude (mars à juin et octobre à novembre), apport de 1,5 m³ d'eau par palmier tous les 5 jours, la nappe se trouvant à 3 m du niveau du sol. Soit des quantités d'eau apportées à l'hectare de l'ordre de 15.000 m³.

Problèmes de nutrition.

Pour essentielle qu'elle soit, l'alimentation en eau n'est pas l'unique facteur dont dépend la production du palmier-dattier ; en effet, faisant la synthèse de deux essais N-P-K conduits sur la station de Kankossa avec la variété Ahmar, P. LOSSOIS (37) concluait qu'en parcelle non irriguée le fractionnement des apports d'engrais est sans intérêt, que les effets de la potasse et du phosphore n'ont pas été mis en évidence ; par ailleurs, il distinguait les effets de l'azote sur la croissance :

croissance de 9 cm par an sans azote et sans irrigation,
croissance de 16 cm par an sans azote mais avec irrigation,

croissance de 26 cm par an avec azote sans irrigation,
croissance de 40 cm par an avec azote et irrigation.

Enfin, il notait que le pourcentage le plus élevé de palmiers productifs avait été obtenu dans les parcelles N₂P₂K₂ (en g d'éléments par pied).

	N	P	K
niveau 0	0	0	0
niveau 1	600	100	700
niveau 2	1.200	200	1.400

Problèmes phytosanitaires.

La Mauritanie n'ayant pas de problème avec le « Bayoud », maladie cryptogamique très grave causée par le *Fusarium oxysporum* f. *albedinis*, on s'est davantage penché sur les dégâts des principaux prédateurs comme le Taka ou acariose provoquée par l'*Oligonychus afrasiaticus* MC GR. et surtout sur les graves dommages causés par la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* TARG.

Si, pour se protéger de l'acarien, on a fait appel à des traitements au soufre, pour lutter contre la cochenille, ce sont les procédés biologiques qui ont été obtenus eu égard aux résultats très positifs des travaux de l'IRFA dans ce domaine. Il faut associer à cette opération antiochenille les noms de G. EUVERTE, C. LENORMAND, Ph. LETURCQ, G. SACHS, Y. LAUDEHO, J.C. TOURNEUR, A. VILARDEBO pour l'IRFA et de A. BALACHOWSKI, G. IPERTI pour les concours extérieurs. Toute cette équipe de chercheurs a contribué à la régression très importante des dégâts provoqués par la cochenille blanche par l'introduction, l'acclimatation, l'élevage et le lâcher de coccinelles *Chilocorus bipustulatus* var. *iranensis* sur les palmeraies infestées. Le maintien d'un bon état sanitaire oblige, dans certains cas (conditions climatiques ne permettant pas la survie de la coccinelle) à renouveler les lâchers de l'hyperparasite donc de le maintenir en élevage en conditions artificielles.

A la rédaction de cette publication, il faut noter que toutes les activités de l'IRFA sur le palmier-dattier ont cessé en Mauritanie.

Les premières études sur palmier-dattier au Niger.

P. SOULEZ a entrepris, sur la station de Bonkougou, deux études de nature différente :

- l'acclimatation et le comportement du palmier-dattier,
- le palmier-dattier en culture associée.

Une douzaine de variétés originaires du Damagaran et de l'Air sont observées tous les 15 jours (croissance, émission de palmes, floraison, nouaison, venaison, récolte). Ainsi,

pour la variété précoce Fari, SOULEZ a noté les phases suivantes : floraison début février, nouaison mi-mars, veraison fin mai, récolte fin juin. Ces travaux de screening seront poursuivis pendant plusieurs années, notamment avec l'introduction de cultivars de Mauritanie et du Sud algérien à partir de noyaux.

La deuxième activité de SOULEZ à Bonkhoukou porte sur l'association de différentes espèces fruitières :

- dattier-agrumes,
- dattier-goyavier,
- dattier-manguier.

Cette expérience est trop récente pour en tirer les premières conclusions, mais nous pensons que cette stratégie de l'oasis diversifié en cultures fruitières peut être un facteur déterminant de l'amélioration des palmeraies.

On peut conclure cette petite synthèse sur le palmier-dattier en indiquant que l'IRFA a proposé au Club des Amis du Sahel un vaste programme de rénovation des palmeraies du Sahel, basé sur la gestion rationnelle des ressources en eau, la création de modèles de développement intégrant d'autres cultures fruitières, légumières, céréalières ou fourragères.

Enfin, nous souhaitons mettre en oeuvre un programme de génétique comprenant l'introduction de nombreux cultivars du Golfe Persique et la mise au point de la multiplication végétative *in vitro*.

La production mondiale de dattes dans le monde.

La production mondiale a été estimée par la FAO à environ 2,3 millions de tonnes. Parmi les principaux pays producteurs, il faut citer :

- l'IRAK : 350.000 tonnes (250.000 tonnes exportées représentant 75 p. cent du commerce international),
- l'IRAN : 330.000 tonnes.
- l'EGYPTE : 450.000 tonnes.

D'autres pays ont des palmeraies importantes mais dont on connaît mal la production globale ; ce sont : l'Arabie saoudite, l'Algérie, la Lybie, le Maroc, la République Populaire du Yémen, la Tunisie, la Mauritanie, le Niger, le Mali, le Soudan, le Tchad, les émirats du Golfe Persique.

LES FRUITIERS TROPICAUX SECONDAIRES

Certains arbres fruitiers moins connus sont l'objet à l'IRFA de quelques activités de recherches ponctuelles dues à des conditions climatiques particulières ou à l'importance d'un fruit dans un pays ou encore à l'initiative d'un chercheur. On peut citer parmi ceux-ci :

Le mangoustanier : *Garcinia mangostana*.

Ce fruitier a été acclimaté par BOURDEAULT en Côte d'Ivoire. Les travaux de recherche sont poursuivis par FOUQUE sur la station d'Azaguié ; ils portent sur la phénologie, la taille de fructification, la comparaison plants de semis-plants greffés.

Le litchi : *Nephelium litchi*.

Les premiers travaux de recherches sur cet arbre fruitier réalisés par l'IRFA ont été conduits à Madagascar ; ils ont été repris à la Réunion où la production de litchis n'est pas négligeable pour l'économie de l'île. Les travaux de recherches conduits sur la station de Bassin Martin portent :

- sur des tests de comportement de cultivars mauriciens et réunionnais,
- sur la multiplication par greffage,
- sur l'étude de l'alternance,
- sur la protection contre la mouche des fruits.

La nécessité d'étaler la période de production nous incite à rechercher des variétés plus précoces ou plus tardives.

Enfin, des études sur la conservation des fruits par la congélation sont en cours de réalisation.

Le ramboutan ou litchi chevelu : *Nephelium lappaceum*.

Cet arbre fruitier a été acclimaté à la Station de Nyombé au Cameroun ; une variété introduite d'Indonésie pourrait être intéressante.

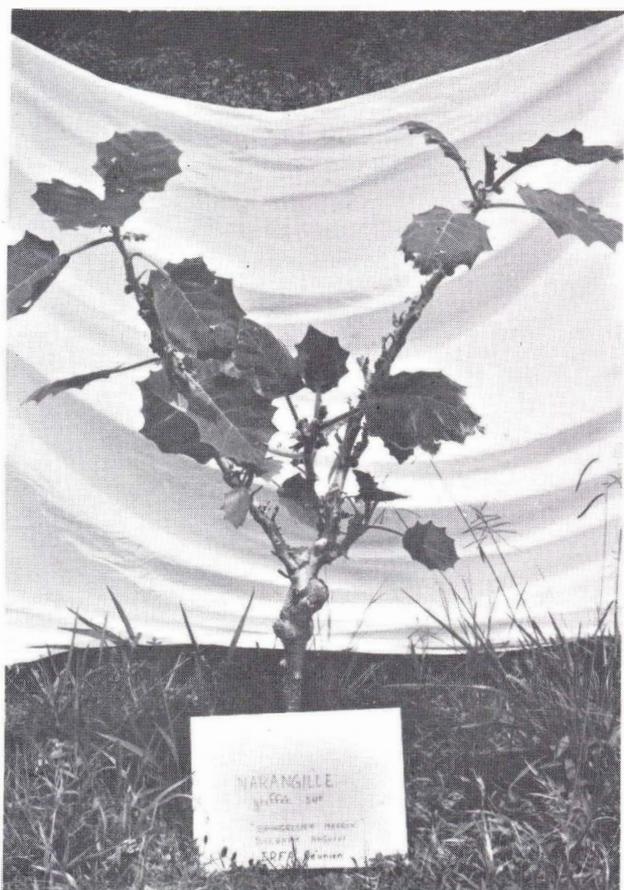
La narangille : *Solanum quitense*.

Ce fruit des zones tropicales d'altitude avait déjà été étudié dans les zones d'altitude du Cameroun par de LAROUSSILHE. Sa multiplication et son comportement sont suivis à la station de Petite Plaine à la Réunion, (greffage de la narangille sur bringellier) (photo 38).

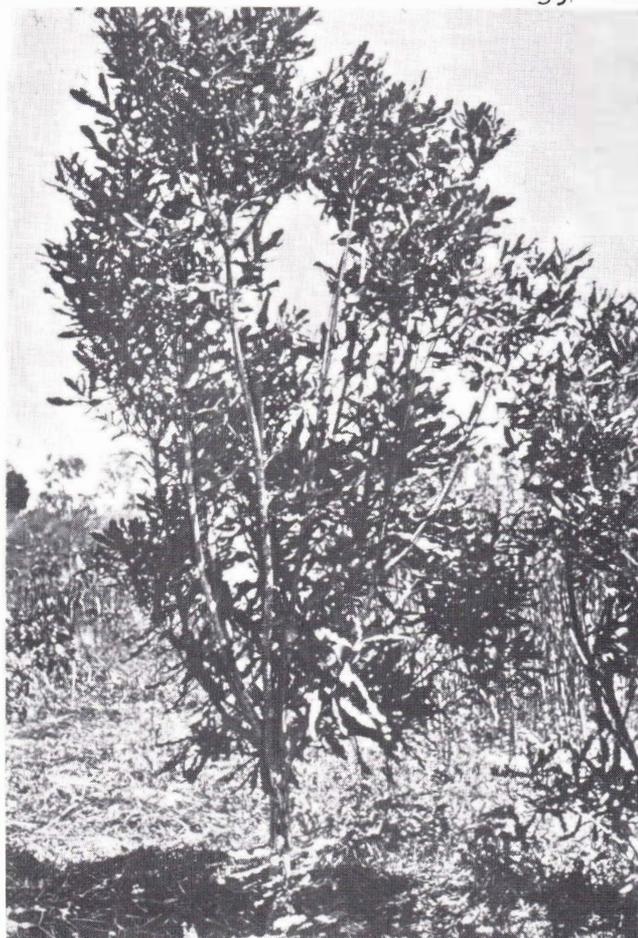
Parmi les autres fruitiers tropicaux cités dans le chapitre consacré aux collections, certains sont en réserve de recherches éventuelles comme le noyer du Queensland, le jujubier, le pacanier, le pistachier, le safoutier, le kaki, et certaines espèces intéressantes pour la production d'édulcorants comme le *Synsepalum*, le *Thaumatococcus*, le *Dioscoreophyllum* (photos 39 et 40).

LES THÈMES DE RECHERCHES PRIORITAIRES retenus à l'IRFA sur les fruitiers tropicaux.

On peut résumer sous forme de tableau les axes de recherches qui ont été retenus à la dernière Réunion annuelle de l'IRFA.



38.



39.

40.



Photo 38. Narangille greffée sur bringellier.
Photo 39. Noyer du Queensland
Photo 40. Fruits de safoutier.

Avocatier.

- Introduction de nouvelles variétés.
- Etude de la biologie florale.
- Etude de la nutrition et des besoins en eau.
- Etude des normes de récolte.
- Etude de la maturation et de la conservation.
- Lutte contre le *Phytophthora* par voie chimique.
- Lutte contre le *Phytophthora* par utilisation de porte-greffe tolérant.
- Multiplication végétative de porte-greffe.
- Etude et production des produits transformés.

Grenadille.

- Phénologie et sélection.
- Introduction de nouvelles variétés.
- Mise au point définitive de la taille et du palissage.
- Etude de la fertilisation.
- Etude de l'amélioration de la nouaison.
- Etude des porte-greffe et de la longévité en liaison avec le complexe parasitaire.
- Technologie des jus de fruits.

Manguier.

- Etude de l'alternance et amélioration de la floraison.
- Etude des porte-greffe.
- Etude du complexe parasitaire à la Réunion (*Bactériose*, *Cécidomyies*)
- Etude de la conservation des fruits.

Papayer.

- Définition des facteurs de dégénérescence.

- Création d'une réserve génétique pour un programme d'hybridation.
- Poursuite des études de carence et de la fertilisation.
- Etude des besoins en eau.
- Etude de la conservation des fruits.
- Reprise éventuelle des travaux sur la papaïne.

Goyavier.

- Poursuite de l'étude du cycle et contrôle de la floraison.
- Etude du diagnostic foliaire.
- Généralisation de la multiplication végétative.
- Etude du parasitisme à la Réunion.
- Comportement en culture associée avec le palmier-dattier.

Anacardier.

Le programme sera dépendant de la création d'une station spécialisée dans le cadre d'une recherche d'accompagnement liée à une grande opération de développement. Dans cette attente, les travaux se poursuivent dans le domaine de la technologie de la noix.

Le palmier-dattier.

- Poursuite des travaux de comportement et de cultures associées au Niger.
- Elaboration d'un programme de génétique du palmier-dattier.
- Reprise éventuelle de la lutte biologique.

Litchi.

- Etude de l'alternance.
- Introduction et acclimatation de nouvelles variétés.

LES FRUITIERS TEMPÉRÉS

La R.A. 1977 consacrée aux agrumes, aux fruitiers tropicaux arbustifs et à la diversification a été la première à aborder les problèmes de recherches sur fruitiers tempérés. En effet, deux zones géographiques où l'IRFA exerce des activités permettent ces cultures : l'Algérie et les « Hauts de la Réunion ».

En Algérie, la première phase de l'assistance de l'IRFA auprès de l'Institut de Développement de l'Arboriculture fruitière s'est limitée à l'organisation et à la production des pépinières ; à la Réunion, les agronomes de l'IRFA, outre leurs tâches de multiplication, ont mis en place de nombreuses expérimentations sur les stations de Cilaos (1.200 m), Carreau Alfred (1.530 m) et Petite Plaine (964 m).

Si certaines espèces fruitières sont des 'tempérés stricts' en liaison directe avec leurs besoins en froid (pommier,

poirier, pêcher, prunier), d'autres ont une acclimatation possible dans des zones plus chaudes ; ce sont la vigne, l'actinidia, le fraisier (photos 41 à 50).

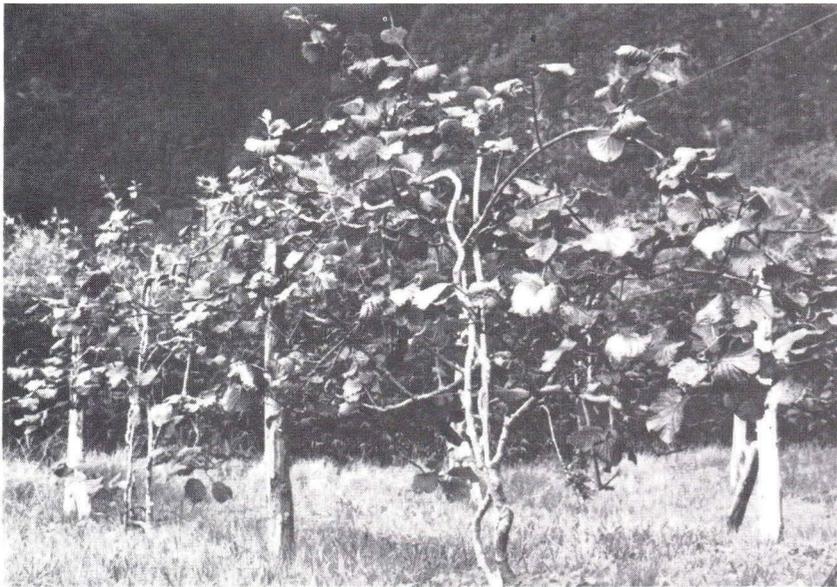
Comme pour les fruitiers tropicaux, nous ferons ci-dessous l'inventaire des travaux et de nos connaissances acquises sur les fruitiers tempérés.

LA VIGNE

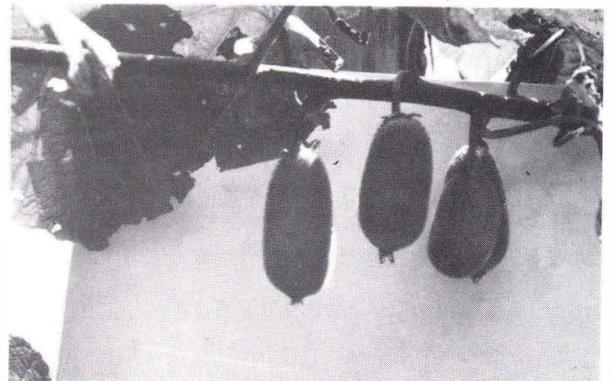
Depuis longtemps déjà, les agronomes de l'IRFA ont réfléchi à la culture de la vigne, en conditions tropicales ; cette sensibilisation s'est développée suite au voyage d'AUBERT (38) en Inde et suite aux activités de FOURNIER dans le cirque de Cilaos (berceau de la culture de la vigne à la Réunion). Après quelques introductions de cépages



41.



42.



43.

Photo 41. Jeune plantation de vigne à Cilaos (La Réunion).

Photo 42. Culture d'Actinidia à la Station de Petite Plaine (La Réunion).

Photo 43. Fructification de l'Actinidia à La Réunion, variété 'Hayward'.

Photo 44. Verger de pêchers variété 'Culemborg' de deux ans (La Réunion).



44.

indiens au Cameroun, puis en Martinique, on a décidé de concentrer les recherches de base sur la vigne à la Réunion qui, par la diversité de ses climats, offre différentes possibilités à la recherche viticole. De ce fait, on a distingué la viticulture d'altitude proche de la viticulture des climats tempérés et la viticulture de basse côte, proche au contraire des conditions tropicales.

La viticulture de faible altitude.

On peut considérer que la station de Bassin Martin se caractérise par une absence de froid hivernal et également une absence de chaleur excessive. Sous ce climat, nos efforts portent essentiellement sur la production de raisin de table. Sur la vigne, la chronologie de l'expérimentation a été respectée, à savoir introduction et observation d'une collection puis mise en place d'un test de comportement avec étude des effets d'un ou de plusieurs systèmes de taille sur les débournements et la fructification.

A partir des premières observations, FOURNIER a remarqué que le débournement est irrégulier, étalé dans le temps ; ce phénomène paraît directement lié à une levée de dormance défectueuse par manque de froid pendant une période assez longue : les conditions thermiques de la zone de Bassin Martin induisent une forte dominance apicale et, de ce fait, entraînent un allongement excessif des sarments quand on pratique une taille longue sur certains cépages. Les premières fructifications ont été observées sur des *Vitis labrusca* ou des hybrides de cette espèce, comme Queen of the Vineyard, Isabelle, Golden Muscat. Actuellement un essai de taille, destiné à mieux maîtriser le débournement et la mise à fruit, est en cours sur cinq variétés de table : Cardinal, Alphonse Lavallée, Muscat d'Alexandrie, Muscat de Hambourg, Chasselas doré. Le problème fondamental que nous cherchons à résoudre en conditions tropicales est la régulation des débournements par le mode et les époques de taille ; cela suppose une meilleure connaissance des phénomènes qui président à l'entrée et à la levée de la dormance dans un site donné.

La viticulture d'altitude.

On entend par viticulture d'altitude à la Réunion la vigne plantée au-dessus de 800 m où les conditions climatiques sont telles que le cycle végétatif est unique et normal, car les besoins en froid nécessaires à la levée de dormance sont satisfaits. A la Réunion le cycle est le suivant : débournement en septembre, floraison en octobre, récolte de décembre à mars.

La viticulture d'altitude à la Réunion est essentiellement orientée sur la production de raisin de cuve à partir d'une variété de *Vitis labrusca* : Isabelle. La commercialisation des vins de ce cépage étant interdite en Métropole, il convient de le remplacer par des *Vitis vinifera* dont la récolte est plus précoce. Une vendange début décembre

permettrait d'améliorer le rapport sucre/acidité considéré comme trop faible actuellement. Pour répondre à ces deux objectifs - changement de variété et amélioration de la qualité, FOURNIER a réalisé d'une part une collection de *vinifera* et d'hybrides de *vinifera* classés suivant leur époque de maturité :

- cépages précoces mûrissant avant le Chasselas,
 - cépages de première époque mûrissant en même temps que le Chasselas,
 - cépages de deuxième époque mûrissant 15 jours après le Chasselas,
- et d'autre part un essai époque de taille.

Sur cette collection, on pourra juger également de l'effet des porte-greffe utilisés :

- porte-greffe faibles : Riparia Gloire de Montpellier, 101-14, 504.
- porte-greffe vigoureux résistants à la sécheresse : 140 Ru, 110 R.
- porte-greffe de puissance moyenne : 41 B, 5 BB.

L'essai époque de taille (5 dates d'avril à août) est effectué sur 3 cépages : Pinot noir, Pinot Chardonnay et Cardinal.

Parallèlement à ces deux objectifs de base : choix des variétés et dates de taille, sont réalisés à Cilaos : un essai international d'écologie viticole, divers essais de vinification, l'étude des effets de l'irrigation localisée et la lutte phytosanitaire contre le mildiou (*Plasmopara viticole*), l'anthracnose maculée (*Gloeosporium ampelophagum*) et l'oïdium (*Uncinula necator*).

Sur la base des résultats de la recherche en zone tropicale (Bassin Martin) et compte tenu des acquis des vignobles indiens, thaïlandais ou éthiopiens, l'IRFA portera ses efforts sur la production de raisin de table dans d'autres pays, non seulement pour satisfaire les marchés nationaux, mais encore pour proposer un raisin de contre-saison de mi-novembre à mars, époque où le marché européen présente une large demande. Les pays à saison sèche marquée, avec possibilités d'irrigation, retiendront particulièrement notre attention.

LE FRAISIER : *FRAGARIA VESCA* L.

Après quelques tentatives de culture du fraisier faites au Mali et à la Martinique à partir de plants « frigo » importés, la production de fraises dans les pays où l'IRFA exerce ses activités est restée ponctuelle, sans jamais prendre un essor pour de multiples raisons : importation annuelle de plants coûteux, rendement relativement faible, dégénérescence rapide, importants problèmes phytosanitaires. Des observations de comportement que nous avons pu faire, il ressortait que la variété Tioga était la meilleure. Dans ce contexte, la Réunion présente une exception : en effet,



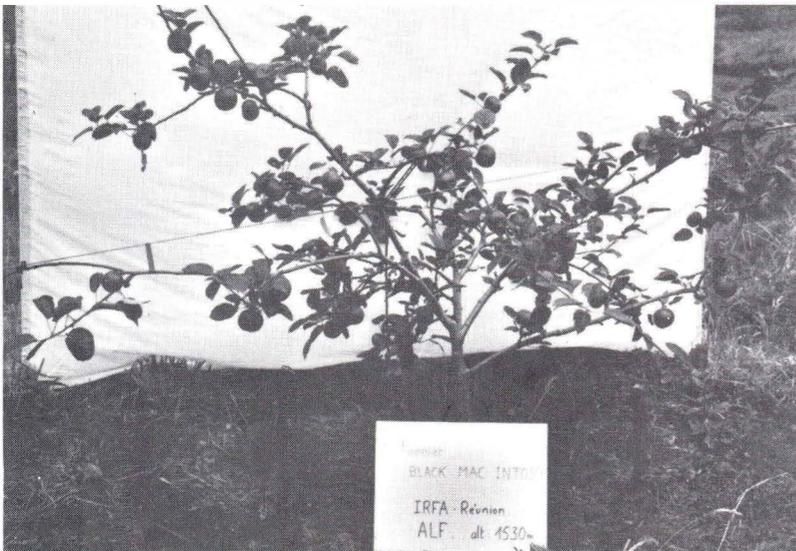
Photo 45. Aspect d'un pêcher 'Culemborg' de deux ans (La Réunion).



Photo 46. Technique de conduite du pommier à La Réunion.

Photo 47. Pommier en fructification, deux ans (La Réunion).

Photo 48. Belle production sur 'Winter Banana' à La Réunion.



comme pour la vigne et d'autres arbres fruitiers, l'écologie particulière des zones d'altitude permet de produire rationnellement des fraises de manière régulière, production en juin-juillet et novembre-décembre. La production de l'île risquant de satisfaire le marché intérieur à court terme (première récolte de juin-juillet), l'IRFA a proposé récemment un programme de recherches sur le fraisier pour tenter de résoudre quelques problèmes urgents comme les conditions de production de plants de fraisiers à la Réunion pour se substituer aux importations annuelles de Métropole. Cette étude englobe la production de stolons, l'initiation florale, l'entrée en dormance et la levée de dormance sous l'effet des basses températures et des jours courts. A la latitude de la Réunion (21°S), l'amplitude de la longueur du jour n'est peut-être pas suffisante pour induire une floraison abondante. Par des procédés d'occultation on espère créer des conditions artificielles telles que le fraisier aura une floraison identique à celle observée sous climat tempéré strict. Cette étude fondamentale sur la floraison du fraisier sera accompagnée de travaux sur l'amélioration des techniques culturales, densité, culture sur billon recouvert d'un film en polyéthylène, irrigation localisée et, bien entendu, screening variétal avec des variétés ayant des fruits très fermes résistant au transport, dans le but d'une exportation de contre-saison en novembre-décembre. Pour cela, les variétés Sequoia (cultivée actuellement), Tioga, Tuft holiday, Garriguette, Aliso ... seront mises en essai de comportement. On fonde de grands espoirs sur cette recherche qui devrait déboucher sur un courant d'exportation vers l'Europe pendant l'hiver, pouvant ainsi se substituer partiellement aux importations mexicaines et californiennes.

LE KIWI : *ACTINIDIA CHINENSIS* PLANCH.

A partir d'une première expérimentation mise en place sur la station de la Petite Plaine à la Réunion avec les variétés Abbot, Bruno, Hayward, Monty, LICHOU étudié actuellement le comportement de la variété Eyward (plants de semis et plants bouturés) en association avec la variété Matua utilisée comme pollinisateur. On s'inspirera du système de taille pratiqué par les Néozélandais pour obtenir une mise à fruits plus précoce et éviter un dégarnissage important des charpentières. Des tests de comportement de même nature ont été mis en place en Corse et plus récemment en Côte d'Ivoire.

LE PÊCHER : *PRUNUS PERSICA* BATSCH.

Etudiant les régions de développement préférentiel des cultures fruitières, LICHOU, à la Réunion, a délimité trois zones d'altitude :

→ 0-500 m : zone où il est déconseillé de cultiver des pêchers avec les variétés connues à ce jour,

- 500-1.000 m : zone où certaines variétés peu exigeantes en froid pourraient convenir,
- 1.000-1.500 m : zone de prédilection du développement du pêcher à la Réunion avec toutefois quelques réserves dans les régions les plus élevées où l'insolation est trop faible.

Ce découpage en tranches d'altitude correspond à la physiologie de nombreuses rosacées fruitières, à savoir que les bourgeons à fleur sont initiés en été ; puis restent latents et exigent ensuite une certaine quantité de froid hivernal variable selon les espèces et les variétés pour lever leur dormance ; le cycle végétatif se poursuit par l'élévation de la température assurant ainsi le développement des ébauches florales et végétatives ; en fait l'épanouissement des fleurs précède le débourrement des bourgeons végétatifs. Ce schéma rigoureux est celui des climats tempérés stricts ; mais à la Réunion, le cycle est légèrement perturbé ; en altitude moyenne le facteur limitant est la faible quantité de basses températures imposant un choix sévère de variétés peu exigeantes en froid ; en altitude plus élevée, le facteur limitant est la lenteur du réchauffement, entraînant un retard et un étalement excessif de la floraison et du débourrement végétatif.

N'ayant pas suffisamment de recul pour donner des résultats fiables permettant une vulgarisation étayée à partir de nos premiers travaux sur le pêcher, on peut indiquer au lecteur les grands axes de notre recherche actuelle sur ce fruitier tempéré :

- screening variétal par tranches d'altitude (plus de 50 variétés observées) : pêches à chair blanche, pêches à chair jaune, nectarines à chair blanche, nectarines à chair jaune, pavies.
- essais de comportements variétaux entre quelques variétés dans les sites reconnus favorables,
- essais de taille et de conduite,
- étude des porte-greffe et de leur multiplication : pêcher Chinois, GF 557, GF 305, GF 43 - Prunier de Damas, GF 655-2.
- étude du parasitisme (mouche des fruits, faux Carpocapse, rouille, cloque).

Il faut cependant noter que les premiers résultats de l'IRFA confortés par certains travaux d'Afrique du sud sont à l'origine d'une forte demande de plants de pêchers de la part des agriculteurs réunionnais (variétés Culemborg, Springtime, Redwing, Flordared, White Knight 2, Nectared 6, Nectared 4) et qu'il est permis de penser que, dans les années à venir, les besoins locaux seront satisfaits et que certains fruits d'excellente qualité pourront être exportés sur la Métropole au mois de décembre.



Photo 49. Fructification en deuxième pousse, variété 'Anna Apple', à La Réunion.

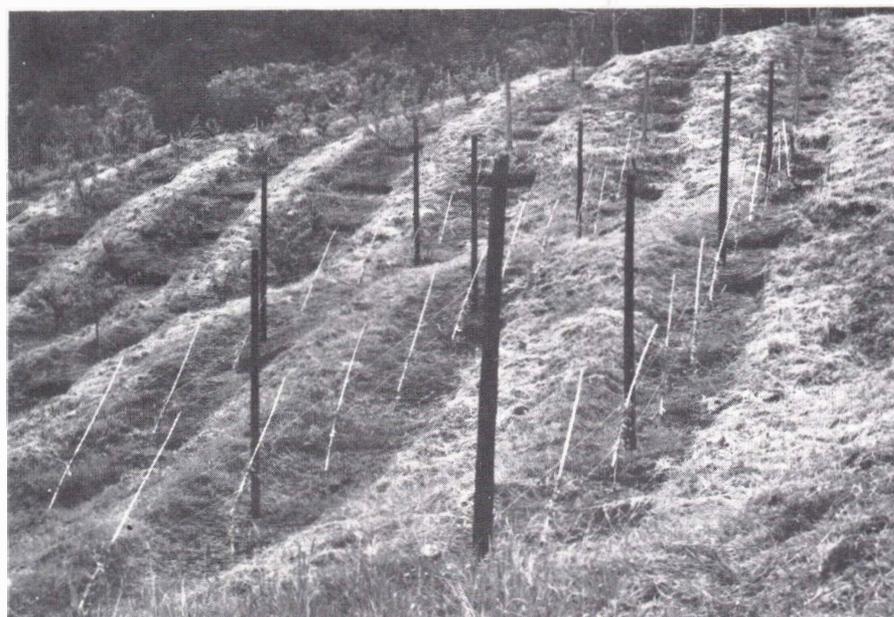


Photo 50. Jeune plantation de poiriers à La Réunion.

LES PRUNIER : *PRUNUS DOMESTICA* L. ET *PRUNUS SALICINA* LINDL.

La démarche de nos travaux entrepris sur cette espèce fruitière est identique à celle du pêcher, à savoir, recherche des zones favorables à la culture du prunier en fonction des basses températures permettant une levée de dormance, donc une floraison et une feuillaison normales assez regroupées.

Nos premières observations nous ont permis de constater que le prunier pouvait être cultivé entre 1.000 et 1.600 m, avec des résultats variables en fonction des deux grands groupes de pruniers. Les pruniers domestiques (*Prunus domestica*) étant les plus exigeants en froid tandis que les pruniers japonais (*Prunus salicina*) s'accommodent de températures moins basses. Les expérimentations en place actuellement à la Réunion sont à base de pruniers japonais, en particulier avec les variétés Methley, Golden Japan, Formosa, Harry pickstone, Songold.

Les travaux conduits par LICHOU et FOURNIER sur le prunier se limitent au screening variétal, au choix des porte-greffe (Mariana GF 8-1, pêcher chinois, prunier local, GF 31, St Julien GF 655-2, hybrides de pêcher amandier GF 677 et GF 557, au bouturage des porte-greffe, au mode et dates de taille, à la technique de conduite (forme libre, forme palissée).

LE POMMIER : *PYRUS MALUS* L.

Les exigences du pommier pour assurer son cycle végétatif (besoins en froid) font que seules les zones situées au-delà de 1.000-1.200 m peuvent convenir à la culture du pommier à la Réunion, sous réserve d'avoir procédé à une

sélection des variétés et des porte-greffe et d'avoir mis au point la taille de fructification.

Les premiers résultats du screening variétal entrepris à différentes altitudes nous ont permis de constater une petite fructification sur les variétés Anna Apple et Ein Shemer en basse altitude, une faible production sur la variété Rome Beauty en altitude moyenne et des espoirs plus sérieux au-delà de 1.000 m avec les variétés Winter banana, Jonathan, Golden Delicious, Sign Tillisch.

Les recherches sur le pommier à la Réunion se poursuivent sur le choix des variétés avec des introductions récentes comme Vistabella, Jersey Mac, Akane, sur le choix des porte-greffe (M 9, M 26, M 111, MM 106, franc de Golden), sur le choix de la forme de conduite (fuseau étioilé, drapeau palissé), sur la taille de fructification permettant de limiter la dormance apicale.

La multiplication limitée des meilleures variétés ne sera entreprise qu'après confirmation des premiers résultats sur deux ou trois récoltes. Il faut noter que l'IRFA reste très préoccupé par la recherche de variétés peu exigeantes en froid pouvant s'acclimater en zone tropicale d'altitude ou dans les régions de type sahélien.

AUTRES FRUITIERS TEMPÉRÉS.

Poirier, cerisier, noyer, châtaignier, noisetier.

On citera ces fruitiers pour mémoire, nos résultats d'expérimentation étant trop récents et trop fragmentaires pour en faire état dans cette publication ; seules les variétés introduites ont été citées dans l'inventaire du matériel végétal.

LA DIVERSIFICATION, LES CULTURES ASSOCIÉES

Sous le vocable de diversification, on entendait autrefois à l'IRFA toute culture fruitière ne représentant pas un courant commercial important et, d'une manière plus caricaturale, il s'agissait de tout ce qui n'était pas bananier, ananas, agrumes. Dans notre esprit la diversification peut se concevoir à deux niveaux :

- On fait de la diversification en introduisant une nouvelle spéculation dans une zone où une culture est largement dominante voire parfois unique. Le fait d'avoir introduit la culture bananière dans les « îles sucrières » était, à l'origine, de la diversification. Par la suite, l'introduction de la culture de l'avocatier aux Antilles a été une nouvelle étape de la

diversification. Dans d'autres pays comme le Niger, la Haute-Volta, l'installation des premières cultures fruitières dans un ensemble de cultures vivrières est également une oeuvre de diversification. On assiste, dans ces cas, soit à une diversification des sources de revenus, soit à une diversification de l'auto-consommation.

- On fait aussi de la diversification à l'échelle du verger ou de l'exploitation en cherchant des cultures rapides pouvant entrer dans une rotation, ou bien en cherchant à mieux amortir les investissements nécessaires à l'établissement d'un verger, pendant les premières années improductives. Cette seconde notion de la diversification est un cadre de travail

qui nous préoccupe actuellement ; il convient alors de préciser ce que nous entendons par «cultures associées» en citant quelques exemples.

CULTURES ASSOCIÉES ENTRANT DANS UN ASSOLEMENT.

Sur le périmètre d'une exploitation, certaines soles sont réservées aux cultures pérennes fruitières et d'autres sont réservées aux cultures annuelles. Cette situation peut être figée ou évolutive selon le taux de rentabilité de chacune des soles ; mais l'évolution ne peut se faire (à part quelques exceptions) que dans un seul sens, à savoir diminution progressive des soles de cultures annuelles au profit des soles de cultures pérennes.

CULTURES ASSOCIÉES ENTRANT DANS UNE ROTATION.

Dans ce type de cultures associées, on peut avoir à faire 1) à une rotation unique, par exemple une culture de bananiers ou de papayers complantés d'avocats (après deux ans de culture, seul l'avocatier reste en place), 2) à plusieurs rotations sur une même sole entre des cultures fruitières à cycle court (papayer, ananas, fraisier) et des cultures légumières (aubergine, tomate, poivron, haricot vert).

CULTURES ASSOCIÉES ASSIMILABLES A DES CULTURES DÉROBÉES.

Deux raisons fort différentes motivent ce type de culture :

- exploiter au mieux le sol disponible entre les lignes d'arbres les premières années par des cultures rapides bénéficiant des infrastructures d'irrigation du verger et apportant des recettes compensatrices, face au déficit de la culture fruitière les premières années d'exploitation (le type de culture dérobée est temporaire - 3 à 5 ans) ;

- rechercher un milieu favorable (dit effet d'oasis en zone sahélienne) à certaines espèces qui ne pourraient croître en culture pure ; par exemple, on recherche l'ombrage du papayer pour cultiver l'ananas ; ou bien on recherche l'abri du vent des cultures fruitières arbustives et l'élévation de l'hygrométrie quand celles-ci sont cultivées en haies ou en ceintures successives, permettant ainsi de cultiver à l'abri des manguiers ou des anacardiés, des bananiers, des papayers, des légumes. Ces modèles se développant sur deux plans sont déjà exploités dans certaines palmeraies (rez-de-chaussée: cultures légumières ou vivrières, 1^{er} étage : cultures fruitières, 2^e étage : palmier-dattier). Ces expériences

de diversification particulières mettant à profit les cultures associées ont été réalisées ou sont en cours de réalisation à Vieux Habitants en Guadeloupe, à Ouagadougou et Bobo-dioulasso en Haute Volta, à Bonkougou et Gaya au Niger, et de nombreuses actions ponctuelles sur les stations de Nyombé au Cameroun, de Bassin Martin à la Réunion ont été réalisées.

Le système de cultures associées dites dérobées n'est pas sans poser quelques problèmes de compatibilité avec la culture principale.

Problème de concurrence.

Il ne faut jamais oublier que la culture pérenne fruitière doit être privilégiée et qu'il convient de lui laisser un espace géographique grandissant avec le développement de sa frondaison et son système racinaire ; par exemple, dans une culture de manguiers plantée à 12 x 8 m l'interligne de 12 m devra être occupé sur 9 m la première année, 8 m la seconde année, 6 m la troisième année, 4 m la quatrième année et laissé libre à partir de la cinquième année.

Problèmes d'irrigation.

Si la culture pérenne est irriguée en localisation, la culture dérobée ne peut en bénéficier ; seules les techniques à la raie et l'aspersion peuvent convenir aux deux cultures mais il faudra être prudent quant aux quantités d'eau apportées et trouver un juste milieu pouvant satisfaire les deux cultures pour ne pas être en déficit ou en excès pour l'une ou l'autre espèce cultivée.

Problèmes phytosanitaires.

L'association de deux cultures doit être telle que l'une ne doit pas héberger un parasite qui pourrait être fatal à l'autre culture.

Certains traitements cupriques appliqués sur les arbres sont incompatibles avec une culture d'ananas ; certains insecticides nécessaires pour contrôler des pucerons ou des cochenilles peuvent être dangereux sur une culture légumière sous-jacente proche de la récolte.

Enfin, on pourrait être tenté d'appliquer certains herbicides de prélevée sur des cultures annuelles à enracinement superficiel mais dont la rémanence et l'entraînement en profondeur peuvent être dépressifs sur les arbres ; par exemple le Diuron ou le Bromacil appliqué sur ananas peuvent être, dans certains sols, très phytotoxiques sur le papayer ou sur l'avocatier.

Problème de cycles végétatifs et de répartition des travaux.

Pour des raisons d'efficacité et d'organisation du travail, il convient de choisir des espèces dont la récolte intervient à des dates différentes, afin que la main-d'oeuvre de la

culture principale soit judicieusement utilisée pendant les « périodes creuses » à l'entretien et la récolte de l'autre culture.

REY en Mauritanie et COUILLARD en Guadeloupe se sont essentiellement intéressés aux cultures légumières. En Mauritanie, on s'est surtout consacré à l'expérimentation sur la tomate, la carotte, la laitue, le haricot vert, la betterave rouge, la courgette, le concombre, l'aubergine, les gombos. REY a indiqué, dans ses communications présentées à la Réunion annuelle, les thèmes généraux de recherches sur ces légumes :

- connaissance du cycle,
 - . en fonction de la saison : saison sèche froide, saison sèche chaude, hivernage,
 - . en fonction du type de sol : - diery - fondé.
- screening variétal,
- problèmes phytosanitaires.

Dans les documents 100, 101 et 130, REY fait ressortir les variétés qu'il juge les meilleures sur sol léger ou sur sol lourd, ainsi que les différentes périodes de production intéressantes pour la Mauritanie. Pour les lecteurs qui souhaiteraient avoir des informations plus détaillées, on peut donner, sous forme de tableau, les variétés de légumes qui ont été expérimentées en Mauritanie en 1976 ; en effet, les résultats très différents obtenus en fonction du type de sol et de la saison ne permettent pas, dans le cadre de ce numéro spécial, d'en établir une synthèse sur une seule série d'essais qu'il conviendrait de confirmer dans le temps.

COUILLARD en Guadeloupe a abordé le problème des cultures légumières différemment puisqu'il se trouvait dans le cadre d'une Unité Type de Production dont la vocation n'est pas de faire de la recherche mais de créer les bases d'une exploitation pilote rentable et reproductible sur la côte sous-le-vent de la Guadeloupe.

Dans ce cas particulier, tous les systèmes de cultures associées ont été utilisés :

- cultures dérobées de légumes dans les agrumes,
- cultures de papayers dans les agrumes et les avocatiers,
- soles réservées aux cultures légumières pures.

L'effort a porté sur la culture d'aubergines (variété L 17) destinées à l'exportation et plus secondairement sur les tomates, les concombres, les haricots verts et les piments. Le service d'agro-économie de l'IRFA a suivi de très près cette expérience en analysant les coûts précis impartis à chaque culture. L'examen du bilan économique permanent permet d'orienter le choix des cultures et de décider de leur importance dans l'UTP.

SOULEZ a mis en place, sur la station de Bonkoukou au Niger, des parcelles où le palmier-dattier est la culture principale associé à d'autres arbres fruitiers.

Dans ce type d'expérience très originale, on étudie l'effet des brise-vent (limes, eucalyptus, neem) et les trois associations suivantes :

- palmiers-agrumes (pompelos, orangers, citronniers),
- palmiers-manguiers,
- palmiers-goyaviers,
- palmiers-agrumes-goyaviers.

Différents dispositifs sont utilisés, soit en alternant les espèces ligne par ligne, soit en alternant les espèces sur la ligne, avec des densités variables (7 x 8 m pour palmiers-agrumes-goyaviers, 7 x 10 m pour palmiers-manguiers). Les parcelles ayant été plantées en juillet 1974, il est encore trop tôt pour en tirer les premières conclusions.

ROUSSAT à Gaya (Niger) met en place actuellement des associations agrumes-cultures vivrières (Niébé, maïs, oignons).

Les autres expériences plus ponctuelles nous ont conduit à cultiver l'ananas en intercalaire de fruitiers à la Réunion, en Haute Volta et au Niger, à cultiver les aubergines en intercalaire de grenadilles en Martinique, à installer des pépinières de courte durée en intercalaire d'agrumes au Niger, au Togo, en Guyane.

Variétés de légumes expérimentées en Mauritanie en 1976

Espèces	Variétés
Tomates	St Pierre - Marmande - Roma - Casaque rouge - Primabel - Piersol - Rossol - VFN 8
Carottes	Chantenay à cœur rose - Touchon
Laitues	Kagranner Sommer - Laitue du bon jardinier - Batavia - Blonde de Paris
Haricots verts	Fin de Bagnol - Monel
Courgettes	Verte des maraîchers - Black beauty - Diamant F 1
Concombres	Vert long maraîcher - Anglais épineux - Beata (F1)
Melons	Cantaloup charantais - Noir des Carmes - Ananas d'Amérique Jaune Canarien
Betteraves	Rouge noire plate d'Egypte

CONCLUSIONS-PROBLÈMES DE RECHERCHES SUR FRUITIERS TEMPÉRÉS.

Si la vocation première de l'IRFA est de promouvoir le développement et la recherche sur les fruits tropicaux, il n'en demeure pas moins vrai que certaines situations particulières permettent et nous entraînent à des activités de recherches sur les fruitiers tempérés. C'est le cas de la Réunion aujourd'hui ; cela pourrait être demain la Nouvelle Calédonie et, sous un autre aspect, l'Algérie. Nos premières préoccupations vont immédiatement vers l'étude des cycles végétatifs en climatologie marginale. On constate le plus généralement que les problèmes de froid (somme de températures basses) sont le facteur limitant (repos végétatif, entrée en dormance, levée de dormance) ; ensuite interviennent les réchauffements printaniers permettant une floraison et une feuillaison groupées et enfin des problèmes de parasitisme spécifique.

Qu'il s'agisse du pêcher, du poirier, du pommier ou du prunier, nous recherchons d'abord :

- des variétés peu exigeantes en froid (< 600 h)
- des variétés précoces : récolte avant la période cyclonique.

Parallèlement, nous devons étudier les artifices dont la taille qui permettent de modifier, dans certains cas, le cycle naturel de l'arbre (pêcher, prunier, vigne).

Les problèmes de porte-greffe, de densité, de forme de conduite, de fertilisation peuvent être partiellement transposables à partir des travaux réalisés sous climat tempéré strict.

Les objectifs visés par nos travaux sur fruitiers tempérés sont de différentes natures :

- se substituer à certaines périodes à des importations coûteuses,
- diversifier les cultures : ex. à la Réunion : apporter une spéculation supplémentaire à la culture du géranium, dans un deuxième temps, envisager des exportations de contre-saison (pêches, fraises, raisins de table en décembre-janvier),
- tenter, à partir des connaissances acquises, d'acclimater quelques fruitiers tempérés dans des micro-climats de zone tropicale sèche (vigne à raisin de table ou autre espèce fruitière).

INDUSTRIALISATION ET TECHNOLOGIE

Comme on l'a mentionné dans les chapitres précédents, les productions de fruitiers arbustifs tropicaux sont encore faibles si on les compare à celles des agrumes, de la banane ou de l'ananas. Ces productions de matière première étant limitées, les quantités de produits transformés à partir de ces fruits sont également faibles, sans qu'il soit toutefois possible de préciser l'importance des différents marchés. En France notamment, il n'existe pas dans les statistiques douanières de singularisation des produits et, pour ce type de conserve, qui entre dans la rubrique générale « autres fruits », aucune ventilation n'est possible. Afin de situer quelque peu les fourchettes de quantité de production, nous donnerons ci-après quelques chiffres d'exportation et d'importation recueillis par le Service économique de l'IRFA dans des publications diverses.

Exportations.

- Pommes rajou (anacardes) du Brésil : jus

1975	Allemagne	86 kg
	Argentine	2.895 kg
	France	406 kg
	Paraguay	300 kg
	U.S.A.	665 kg

- Grenadilles du Brésil : jus concentrés

1973	Australie	16 tonnes
	Allemagne	65 tonnes
	Afrique du sud	54 tonnes
	Pays-Bas	71 tonnes
	Suisse	117 tonnes
	U.S.A.	27 tonnes
	Canada	5 tonnes

- Grenadilles du Kenya : jus

1974	Pays-Bas	300 tonnes
	U.S.A.	54 tonnes
1975	Pays-Bas	336 tonnes
1976	Allemagne fédérale	24 tonnes
	Pays-Bas	344 tonnes
	France	23 tonnes

- Goyaves d'Afrique du sud : conserves et jus

1971	668 tonnes de conserves	166 tonnes de jus
1974	1.281 tonnes de conserves	166 tonnes de jus
1975	760 tonnes de conserves	31 tonnes de jus

- Litchis en conserves de Formose

1975	Total	3.975 tonnes
	Allemagne fédérale	36 tonnes
	Angleterre	165 tonnes
	Belgique	-
	France	83 tonnes

	U.S.A.	595 tonnes
	Singapour	2.196 tonnes
	Indonésie	-
1976	Total	12.038 tonnes
	Allemagne fédérale	154 tonnes
	Angleterre	444 tonnes
	Belgique	133 tonnes
	France	637 tonnes
	U.S.A.	1.106 tonnes
	Singapour	5.882 tonnes
	Indonésie	1.703 tonnes

- Mangues de l'Inde : conserves, confitures, chutneys et jus.

	1973/74	1974/75	1975/76
coupées, en saumure	929 t	1.525 t	1.404 t
produits à base de mangue	8.318 t	6.622 t	10.108 t
confitures	595 t	638 t	608 t
chutneys	1.629 t	2.252 t	2.592 t
jus	4.548 t	1.701 t	5.045 t

Importations.

France : pas de singularisation des produits.

- Chutneys de mangue

Allemagne fédérale :	1977	199 t dont 129 t de l'Inde
	1976	260 t dont 165 t de l'Inde
	1975	159 t dont 56 t de l'Inde
Irlande	1976	58 t

Pays-Bas	1973	82 t dont 35 t de l'Inde et 45 t du Royaume Uni
	1974	111 t dont 71 t de l'Inde et 33 t du Royaume Uni

- Confitures, gelées, pâtes, pulpes conservées.

États-Unis 1975 :

- gelées, confitures de pommes cajou et de papayes :
total : 13 t dont 7 t de la République dominicaine

- pâtes et pulpes de mangues :
total : 180 t dont 77 t de l'Inde, 41 t de la République dominicaine et 39 t des Philippines

- pâtes et pulpes de goyaves,
total : 3.797 t dont 1.755 t du Brésil et 1.287 t de la République dominicaine

- pâtes et pulpes de pommes cajou :
total : 838 t dont 425 t de Costa Rica et 304 t de la République dominicaine

- conserves de goyaves :
total : 491 t dont 367 t du Brésil, 68 t d'Afrique du sud et 30 t du Mexique

- huile d'avocat :
marché mondial : 100 t dont 75 t commercialisées par les États-Unis

- papaïne : aucune statistique. Des estimations faites pour le Canada et l'Angleterre ont fait apparaître des besoins de l'ordre de 350 t/an pour chaque pays.

- anacardes : les chiffres concernant les produits de la « pomme » ou « joux » fruit de l'anacarde ont été évoqués

TABLEAU 13 - Exportations d'amandes cajou (en tonnes).

	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Inde Broken	14.874	12.670	9.672	13.764	10.434	..
Whole	45.505	53.608	42.621	51.261	43.206	..
Mozambique	20.438	27.738	29.560	22.931	19.392	..
Tanzanie	3.977	2.901	3.709	4.041	3.999	6.084
Kenya	167	115	227	96	170	1.613
Brésil	4.286	7.168	5.980	7.607	11.421	..
TOTAL	89.247	103.800	91.769	99.700	88.622	..

TABLEAU 14 - Production de noix de cajou (en tonnes).

	1972	1973	1974	1975	1976
Inde	60.000	50.000	80.000	90.000	100.000
Mozambique	167.500	165.000	210.000	185.000	90.000
Tanzanie	105.000	105.000	135.000	140.000	85.000
Kenya	12.500	15.000	25.000	20.000	25.000
Brésil	25.000	25.000	30.000	60.000	45.000
Autres pays d'Afrique	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
TOTAL	375.000	365.000	485.000	500.000	350.000

dans les données précédentes. Le marché de «l'amande cajou» est cependant économiquement le plus important des fruitiers divers ; les tableaux 13 et 14 montrent la situation des marchés mondiaux.

Les amandes étant commercialisées sur une base voisine de 10 F le kg, l'impact économique n'est pas négligeable. Ces quelques chiffres, comme cela a précédemment été signalé, ne constituent pas une analyse des marchés mais ils permettent de se faire une idée de la «taille» de ces marchés et de leur dispersion géographique. Ils mettent également en évidence la diversité de la gamme des productions possibles et, par suite, montrent la variété des technologies à mettre en oeuvre. La définition de ces technologies, qui nécessitent une connaissance approfondie de la matière première, réclame également très souvent la création de matériel ou de techniques spécifiques. Elle représente une part importante de l'activité des technologues de l'IRFA et cette préoccupation, jointe au souci permanent de recherche de produits ou techniques nouvelles, oriente tous les travaux dont les résultats sont donnés par fruit dans les chapitres suivants.

LA GRENADILLE

L'intérêt industriel de la passiflore réside essentiellement dans la production de jus. Pratiquement inconnu en Europe il y a quelques années, ce jus est actuellement utilisé avec succès, notamment pour la fabrication des glaces et sorbets. Les fabricants de boissons sont également très intéressés par le produit et plusieurs sociétés françaises et étrangères étudient les possibilités de commercialisation d'un produit à base de ce jus.

Il s'avéra rapidement que les possibilités de production industrielle de jus, outre la mise à disposition d'une matière bien adaptée, demandaient la mise au point d'un matériel d'extraction spécifique. La mise au point de ce matériel réalisée en collaboration avec un constructeur français est actuellement terminée et les appareils utilisés par nos stations en Guadeloupe et en Guyane donnent toute satisfaction aux utilisateurs.

Le principe de l'extraction de jus, que nous avons développé, consiste en l'assemblage de trois fonctions synchrones sur le même arbre tournant à 1.000 tr/mn. Ces trois fonctions assurent :

- un tranchage des fruits entiers par lames solidaires d'un tube d'entrée fixe ; les fruits étant projetés sur les lames par un ergot rotatif,
- un essorage centrifuge (de 170 à 200 fois la pesanteur) des tranches avec sectionnement des « funicules » des sacs dans un panier conique à trous de 6,5 mm,
- une évacuation ventilée des rondelles de peau vidées. La réalisation en inox pèse 150 kg, mesure 60 cm de diamè-

tre et 1 m de haut et permet de traiter 2 tonnes à l'heure. Le rendement dépend de la matière première traitée ; il peut être, pour la variété flavicarpa, de l'ordre de 30 p. 100. La photo 51 montre l'appareil au travail.

Le jus extrait demande, dans certains cas, à être affiné. Dans ce but, une finisseuse centrifuge tournant à 11.000 tours par minute a été testée au stade laboratoire. Cet appareil, qui donne satisfaction sur le plan de l'affinage, permet également de diminuer le nombre de pépins cassés lors de l'opération.

Cet appareil doit être prochainement produit industriellement. Il devrait rendre les services que l'on en attend pour le jus de passiflore, mais il pourra également servir à l'affinage des jus d'agrumes et permettre, en partant de morceaux, l'extraction des jus d'ananas, de papaye ou de canne à sucre dans la zone de la petite ou moyenne production. Il pourra également trouver une application dans l'épépinage de petits fruits tels que groseilles, cassis, mûres ou framboises.

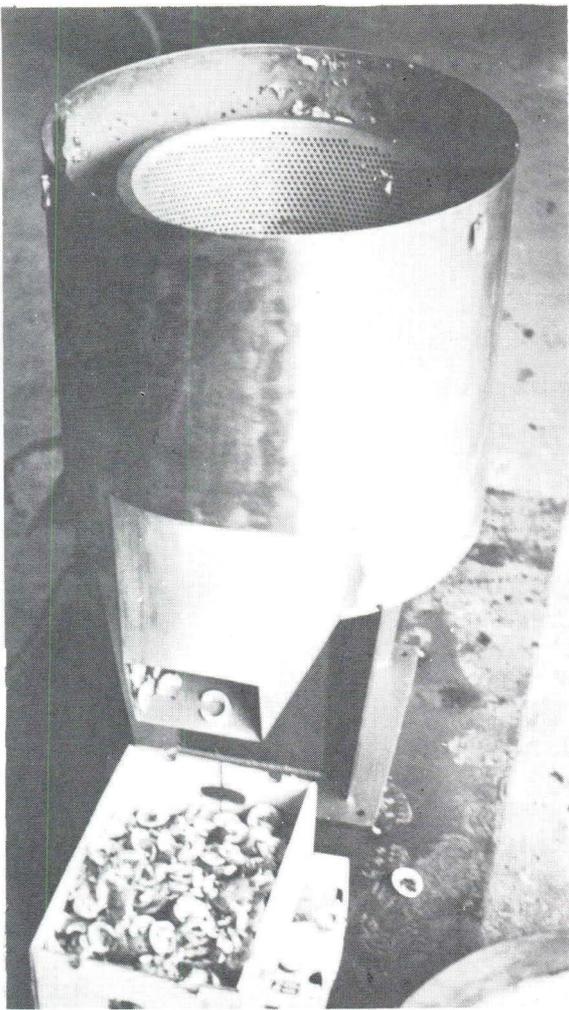
La production industrielle de jus simple est donc maintenant possible avec du matériel français. La preuve en est faite, notamment dans un atelier de Guyane monté à l'IRFA en 1977 et qui produit régulièrement des jus de grenadille. Les conditions de marché, demande et prix, existent ; le développement de cette production est essentiellement lié à la production de la matière première, ce dont les agronomes de l'IRFA se préoccupent.

Si la production de jus simple ne semble plus poser technologiquement de problème et devrait se développer rapidement, on peut penser que, dans les années à venir, les luttes commerciales porteront sur la production des jus concentrés et notamment sur la qualité de ceux-ci.

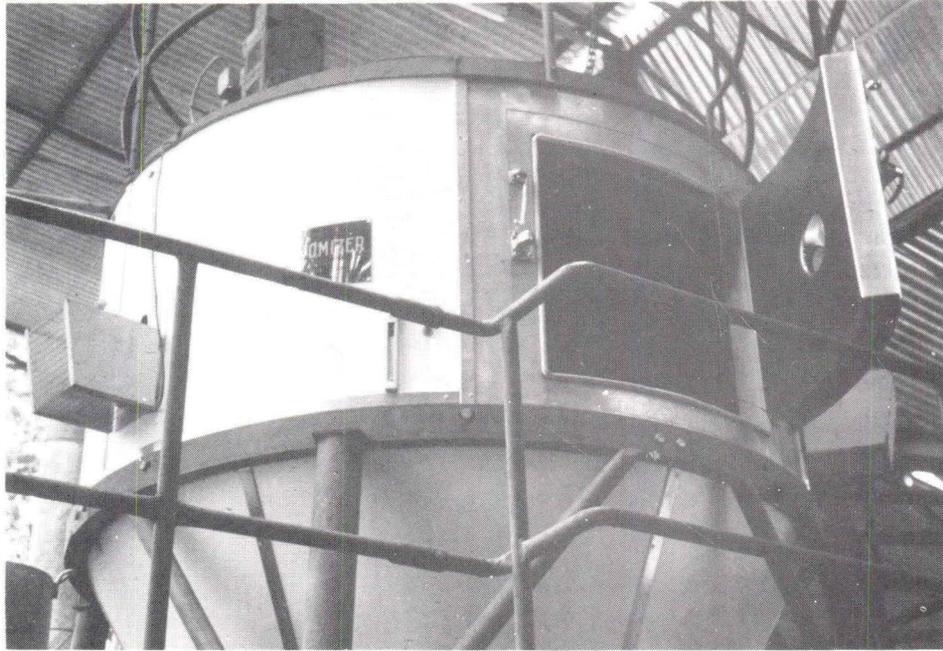
Les tentatives de concentration par évaporation, faites jusqu'alors dans différents pays et par différentes techniques, ont été très décevantes, même dans le cas de réincorporation d'arôme.

Il nous a paru intéressant de travailler dans ce domaine afin de déterminer une méthode de concentration respectant le plus complètement possible les qualités organoleptiques du produit. Les travaux, après différents essais, ont été orientés vers la cryoconcentration par pressage des surgelés en couche mince. Les résultats obtenus au laboratoire ont été intéressants puisqu'ils nous ont permis d'obtenir des produits de bonne qualité permettant des dilutions de l'ordre de 20 fois, ce qui permet d'envisager des commercialisations sous forme de «dose» pour utilisation directe par le consommateur. Ces résultats prometteurs demandent maintenant à être étudiés au plan industriel, ce qui constituera un de nos axes de travail des prochaines années.

Sur le plan de la production fruitière, on peut penser que se posera le problème de la récolte mécanique des fruits



51.



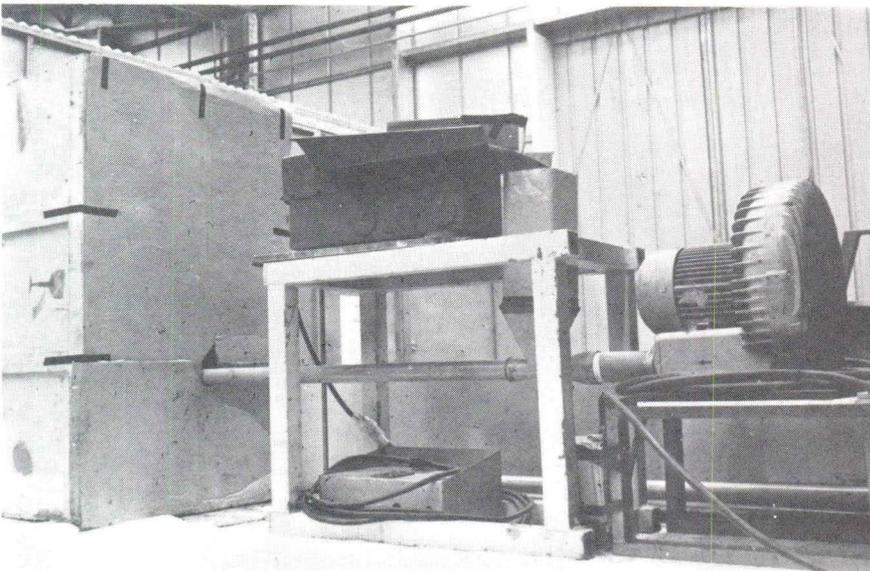
52.

Photo 51. Centrifugeuse pour grenadilles.

Photo 52. Four d'atomisation.

Photo 53. Anacarde ; soufflerie expérimentale utilisée pour les essais de concassage.

Photo 54. Appareil expérimental de martelage.



53.



54.

pour arriver à une culture réellement industrielle. Ce point sera abordé dès que les résultats obtenus sur le terrain le permettront.

AVOCATS

Le développement rapide de la consommation de l'avocat dans les pays occidentaux durant la dernière décennie et, parallèlement, l'accroissement des productions dans divers pays, a posé le problème de l'utilisation des écarts de triage. A ce moment, la seule possibilité de transformation était la fabrication d'huile extraite de la pulpe par solvant. L'utilisation de ce procédé, certes efficace et efficient en pays industrialisés, tels que les USA, ne pouvait être envisagé dans les pays en voie de développement aussi bien sur le plan technique que sur le plan économique.

Huile d'avocat.

Une technique d'extraction de l'huile était à définir, que ce soit pour les écarts de triage ou pour les surproductions locales de fruits inexportables. Des travaux de laboratoire et des fabrications expérimentales ont permis à l'IRFA de définir une technique simple et peu onéreuse qui a pu être expérimentée en pilote au Cameroun et utilisée industriellement en Martinique, au Mexique et au Brésil. La technique consiste en un pressage des pulpes et des peaux dans des conditions données de température, de charge et de pression ; les rendements de l'ordre de 92 p. 100 sont bons et les qualités de l'huile brute obtenue appréciée en cosmétologie.

Toutefois, en raison de l'absence dans les huiles du Cameroun d'une certaine fraction dite «Fraction H» dans la zone des stérols, les huiles proposées ne furent pas retenues pour les utilisations nouvelles en pharmacopée. Une longue série de travaux a porté sur l'étude des facteurs susceptibles de faire apparaître la fraction H. La conclusion étant que la présence de ce facteur est avant tout liée à des questions variétales, les artifices technologiques utilisés n'ont que très peu d'influence sur son apparition.

Ces recherches concernant l'étude de la composition des huiles d'avocat, des possibilités de raffinage et d'utilisation, faisaient l'objet d'un contrat DGRST : Etude des produits de l'avocat en vue de l'utilisation alimentaire, médicale, pharmaceutique - Contrat IFAC/DGRST - où figurait également l'étude des possibilités de stabilisation de la pulpe.

Stabilisation de la pulpe d'avocat.

Les travaux menés dans le cadre de cette étude ont permis de constater que :

- dans tous les cas de traitement : thermique, stérilisation

statique en autoclave, séchage sur cylindre, actinisation, les résultats étaient mauvais aussi bien en ce qui concerne l'aspect du produit, couleur notamment, que le goût d'amérisation prononcé.

- la combinaison de plusieurs stabilisateurs (acide ascorbique, BHT, mélange de «gommes» et de maltodextrines), associée à un traitement de congélation, avait donné un résultat satisfaisant jusqu'à la décongélation.

- l'addition d'extraits naturels de végétaux et notamment de la pulpe de courgette avant séchage par atomisation avait donné de bons résultats.

En conclusion de ces travaux, un brevet a été déposé (brevet n° 7408769 du 14/3/74) dont l'ANVAR a charge d'exploitation (Convention 741503 du 22/3/74). D'autre part, une convention de pré-développement était passée entre DITEIM-IRFA et SICAMA pour la mise en place d'une opération pilote à St Pierre en Martinique (Convention 291208 d'avril 1974). Les objectifs de cette convention de pré-développement consistaient à monter une installation pilote devant préparer l'installation industrielle du procédé.

L'installation de ce pilote devait permettre :

- une étude approfondie du matériel industriel,
- une étude approfondie des possibilités d'application du processus décrit dans le brevet,
- une étude de l'extension du procédé à d'autres produits afin de rentabiliser au maximum les installations,
- les études de rendement au stade industriel,
- les études de produit et de marché, réalisation des études concernant ce dernier point, étaient attribution de la SICAMA.

Les détails de réalisation et difficultés rencontrées ne seront pas mentionnés ici et l'on reprendra les résultats exposés dans le rapport établi en avril 1977 par MM. BARAER et Ch. LAY donnant les conclusions relatives aux campagnes 1975 et 1976.

Matériel.

Le matériel de séchage (four d'atomisation NIRO S 12) (photo 52) et matériel périphérique a été mis en état de fonctionnement normal.

Il a été constaté :

• que l'atomiseur pouvait être utilisé industriellement suivant les paramètres précisés et selon un diagramme de fabrication défini,

- que la pulpeuse prototype qui n'a obtenu qu'un rendement d'extraction de 75 p. 100 devait être modifiée, une amélioration sensible pouvant, de ce fait, être obtenue,

- que la ligne demanderait à être complétée par un broyeur colloïdal, le mélangeur «Ystral» étant insuffisant pour assurer une bonne consistance de la pulpe.

Ces modifications et un entretien méthodique devraient permettre l'obtention de fabrications régulières.

Rendement.

Dans des conditions optimales d'exploitation, il a été évalué à 7,5 p. 100 du poids total du fruit, le rendement pulpe/fruit entier étant de l'ordre de 50 p. 100.

Prix de revient.

Il dépend fortement du coût de la matière première et de la durée possible de la campagne. Dans les conditions d'exploitation de la Martinique, pour une campagne de 100 jours et un prix d'achat de 0.50 F/kg de fruits, il peut être estimé à environ 16 F le kg de poudre.

Conservation.

Différents essais de conditionnement ont été réalisés : polyéthylène, boîte métallique, complexe polyéthylène aluminium à des températures de conservation différentes : plus 5°C et température ambiante. Ces essais devant porter sur 12 mois, les résultats ne sont pas encore disponibles. Il semble toutefois que ce soient les complexes aluminium qui assurent la meilleure conservation.

Utilisation du produit.

A priori, la poudre obtenue pourrait être utilisée dans trois domaines : alimentation, cosmétologie, pharmacopée. Quelle que soit l'utilisation, il était nécessaire de connaître la nature du produit ; les résultats des analyses (tableaux 15, 16 et 17) réalisées aux laboratoires de Montpellier permettent de se faire une idée de la composition.

En ce qui concerne les possibilités d'utilisation, les études sont en cours. Les premiers résultats indiquent que dans le secteur de l'alimentation les fabrications de sauce pourraient présenter un certain intérêt. Dans le secteur cosmétologie, l'utilisation pour la fabrication de masque et de lait de beauté, ainsi que de dentifrice, semble être la voie la plus intéressante. Il est cependant déjà prouvé que les conditions de fabrication demanderont à être redéfinies selon les utilisations des produits. Ces redéfinitions constitueront un de nos axes de recherches pour les années à venir.

LA MANGUE

Industrialisation.

La mangue étant peu connue en France jusque vers les années 1970, il a fallu se procurer la matière première Outre-Mer pour nos essais de conservation et transformation. Pratiquement nous avons reçu en excellent état des lots de fruits de variétés 'Améliorée du Cameroun'. Comme les arrivages étaient massifs et peu fréquents, nous avons pu étager les périodes d'utilisation en conservant en bon état les fruits jusqu'à plusieurs mois. Voici les procédés utilisés ; ils sont transposables facilement à l'échelle industrielle.

1. Conservation au frais (8-10°C) en atmosphère stérilisée par le procédé Illouze : sachets en polyéthylène légèrement perforés pour permettre la respiration, contenant des antiseptiques ou antifongiques sans contact avec les fruits mais permettant la désinfection de l'atmosphère interne. Les produits en question étaient des cristaux de métabisulfite, de benzoate de soude, de sorbate ou des liquides

TABLEAU 15 - Composition d'échantillons de poudre d'avocat.

Echantillons	Identifications	Matières minérales %	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
A 101	2 319	4,80	0,87	1,18	1,75	0,050	0,110
A 101	2 319 bis	4,47	0,90	1,20	1,76	0,048	0,117
A 102	2 320	5,84	0,77	1,21	1,83	0,055	0,110
A 102	2 320 bis	5,22	0,77	1,20	1,78	0,061	0,104
A 103	2 321	5,03	0,77	1,18	1,81	0,058	0,106
A 103	2 321 bis	5,12	0,76	1,20	1,82	0,052	0,108
A 104	2 322	5,78	0,81	1,16	1,92	0,064	0,104
A 104	2 322 bis	5,47	0,80	1,24	1,91	0,067	0,111
A 105	2 323	4,2	0,91	0,76	1,61	0,066	0,068
A 105	2 323 bis		0,91	0,82	1,64	0,031	0,070
A 106	2 324	5,00	0,76	1,10	1,74	0,034	0,089
A 106	2 324 bis	5,22	0,75	1,14	1,74	0,052	0,099

N.B. Résultats exprimés en % sur la poudre sèche (étuvage à 70°C). Prise d'essai : 1 g.

TABLEAU 16 - Analyse de poudres d'avocat.

échantillons	101	102	103	104	105	106
couleur	vert pâle	vert pâle	vert pâle	vert pâle	jaune brunâtre	vert pâle
aspect	pulv.	pulv.	pulv.	pulv.	grumeleux	pulv.
dissolution	aisée	aisée	aisée	aisée	part. solub.	aisée
flaveur	f.c. *	f.c.	f.c.	f.c.	légt brûlé	f.c.
humidité p. 100	0,46	0,60	0,49	1,80	7,24	0,75
pH	5,85	5,78	5,70	5,70	5,25	5,80
acidité mcq p. 100	6,7	8,3	7,6	8,2	11,50	6,8
glucose p. 100	1,40	1,32	1,17	1,43	1,06	1,17
fructose p. 100	1,45	-	1,20	1,20	0,95	0,92
saccharose p. 100	-	-	-	-	-	-
extrait à l'hexane (huile)	54,07	57,60	58,14	59,67	44,90	59,14

* f.c. : fade caract.

TABLEAU 17 - Composition centésimale en acides gras d'échantillons d'huiles d'avocats.

N°	acide palmitique	acide palmitoléique	acide stéarique	acide oléique	acide linoléique	acide linoléinique	II
	C16	C16:1	C18	C18:1	C18:2	C18:3	
1	27,7	11,9	0,4	46,3	13,1	0,6	75,3
2	29	11,5	0,3	47,4	11,4	0,4	72,2
3	31,8	13	0,3	45,1	9,4	0,4	68,3
4	29,2	11,5	0,4	47,6	10,7	0,6	71,8
5	26,6	10,3	0,5	48,1	13,8	0,7	76,7
6	29,0	12,1	0,4	46,9	11,1	0,6	72,4

NB. Traces de C14: 0 et C16 : 2 (acide myristique).

imprégnant des feuilles de papier filtre. Si le fruit n'était pas blessé et pollué, il se conservait bien tout en mûrissant lentement, ce qui se vérifiait à la couleur et à l'aspect de la pulpe.

2. Conservation par congélation (-18/-20°C). Contrairement à ce qui se passe pour le fruit à consommer frais, pour lequel la congélation suivie d'un stockage et d'une décongélation affaiblit la sensation aromatique, donc déprécie le fruit, pour les produits transformés, il nous a semblé que ce procédé était excellent ; effectivement, les cellules de la pulpe sont très petites et semblent à peu près intactes après une décongélation pas trop lente, contrairement à ce qui se passe pour beaucoup de fruits. De plus, la congélation-décongélation fournit à la pression une quantité plus importante de liquide lorsque l'on prépare des boissons.

Les fabrications entreprises avec ces mangues ont été somme toute assez classiques ; les produits étaient d'excellente qualité et d'aspect attrayant, la pulpe étant bien colorée et le colorant (caroténoïdes) semblant très stable. La pulpe était toujours dénoyautée et épluchée à la main, les fibres du noyau étant enlevées ; voici les principales

fabrications :

- Conserves de joues de mangue au sirop, en boîtes de fer blanc vernies et en boîtes d'aluminium ; on peut également congeler les «joues» non épluchées et obtenir sans épluchage une présentation agréable et pratique.

- Conserves de boules de pulpe au sirop, en bocaux de verre ; ces boules étaient retirées de la pulpe par une sorte de cuillère sphérique aux bords coupants. L'aspect de la conserve était parfait, parfois on a ajouté quelques cerises au sirop.

- Conserves de petits cubes de pulpe au sirop, les cubes étant formés par un appareil destiné aux pommes de terre frites et ensuite découpés à la main ; le sirop était simplement une solution de sucre cristallisé dans l'eau et non un jus évaporé.

Ces conserves étaient serties ou fermées à l'air libre et non sous vide ou sous azote ; peut-être l'oxygène présent dégradait-il l'acide ascorbique naturel, mais la couleur restait belle et le goût acceptable ; c'est pourquoi nous n'avons pas utilisé d'anti-oxydant comme SO₂ ou de l'acide ascorbique, ce que l'on fait parfois dans certains pays.

- Jus, nectars, cocktails.

Le jus, ou plutôt le liquide épais extrait par pression directe de la pulpe découpée (presseur discontinu ou continu) étant trop épais et fruité pour être bu tel quel, nous avons préparé des boissons par simple addition d'eau sucrée (inutile de l'aciduler) et des cocktails par mélange d'autres jus : orange, pomme, raisin.

Si la pasteurisation était bien faite, c'est-à-dire rapidement mais à température élevée, la boisson restait homogène, d'apparence trouble ou pulpeuse, en raison de l'inactivation de la pectine-estérase naturelle. La pulpe lourde avait tendance à se déposer, ce qui n'est pas grave si on le sait à l'avance, mais sa couleur devenait moins belle en quelques semaines, en bouteilles incolores ; c'est là sans doute qu'il faudrait soit embouteiller sous vide ou sous gaz inerte après avoir désaéré la boisson, soit ajouter un anti-oxydant.

Le goût de la boisson était caractéristique et bon dans les premières semaines ; malheureusement il s'affadissait peu à peu et la boisson perdait son arôme fruité.

- Compotes et confitures.

Ces produits ont été fabriqués suivant les méthodes traditionnelles : dans un chaudron de cuivre on mettait des morceaux de pulpe et du sucre, puis on évaporait doucement en agitant pour éviter toute caramélisation.

La fin de la cuisson était donnée par une lecture au réfractomètre à main et le produit était emballé en pots de verre ou boîtes de conserve de fer blanc. Il était jugé excellent ; parfois on ajoutait quelques citrons pour acidifier un peu.

Toutes ces confitures ont été faites avec des mangues mûres et jamais avec des mangues vertes comme il est d'usage en Inde. Leur goût semblait fruité et caractéristique, bien que différent de celui du fruit frais ; lorsque les fruits semblaient trop mûrs, on ajoutait dans le chaudron quelques débris de peau, retirés ensuite, pour donner plus de goût. Nous connaissions les mangots ou mangues non greffées, mais nous n'avons jamais eu l'occasion d'en recevoir.

- Chutneys.

Ce condiment salé/sucré est surtout consommé dans les pays anglo-saxons. Toutefois, l'enquête faite auprès de différents importateurs spécialisés dans ce type de produit indique que ce dernier pourrait fort bien se vendre en Europe. Les essais faits au Mali ont montré qu'il était fort possible de fabriquer, avec différentes variétés de mangues, différents types de chutneys fort bien accueillis par les consommateurs.

Ce sont surtout les Américains et les Indiens qui ont beaucoup travaillé sur le manguier et qui peuvent nous

donner des idées sur les produits intéressants que l'on doit pouvoir en tirer. Pour la Réunion annuelle de l'IRFA en 1977, nous avons fait un bilan de ce que l'on peut tirer de cet arbre, bilan étayé par une bibliographie abondante qu'il est facile de se procurer et qui traite notamment, en plus des produits déjà cités :

- **du bois** : le tronc du manguier peut fournir un bois dur et compact coloré en jaune que l'on pourrait utiliser avec succès en ébénisterie ;

des fleurs : si l'on dispose de fleurs en excès, on doit en tirer une huile essentielle très parfumée, utilisable en parfumerie et en pharmacie ;

- **de l'amande** : une fois retirée de sa coque, qui peut servir de combustible, l'amande est intéressante à cause de sa richesse en amidon facile à récupérer et assez pur pour servir d'amidon industriel (textile, carton, papier) ;

- **de la peau** : elle est riche en essences odorantes, parfois trop terpéniques pour que leur stabilité soit garantie, et surtout en pectine qu'il est facile d'extraire par un alcool ou un sel d'aluminium. Cette pectine à fort pouvoir gélifiant pourrait servir en alimentation ;

- **pulpe de mangues vertes** : avec cette pulpe, les Indiens préparent des produits en saumure, des sauces poivrées et pimentées, des jus et boissons recherchés dans les pays anglo-saxons. Bien que les habitudes culinaires ne soient pas les mêmes dans les pays francophones, on pourrait cependant essayer de fabriquer des pickles et achars qui, peut-être, se vendraient bien ;

- **poudres et flocons** : dans ce domaine, nous avons assez d'expérience avec les avocats et les bananes pour essayer les mangues. Si l'arôme est intact, ce serait un bon moyen de conserver et de commercialiser la pulpe de mangue mûre pour en faire des crèmes, pâtisseries ou glaces qui commencent à être demandées. La cryoconcentration, suivie de lyophilisation, serait un excellent procédé ; il suffirait d'appliquer à la pulpe de mangues, le procédé mis au point à l'IRFA, de congélation sur tambour.

- **arôme de fruit mûr** : cet arôme naturel, obtenu par distillation fractionnée, aurait plus de succès que les arômes synthétiques utilisés comme renforçateurs, ou que les arômes récupérés sur les peaux ou les feuilles. Il permettrait d'améliorer toutes les préparations de mangue : confitures, confiseries, poudres, conserves, jus, car, on ne le sait que trop, l'arôme caractéristique s'affaiblit ou se dégrade progressivement dans le cas de la mangue.

Les édulcorants.

Depuis 1970, nous avons publié huit mises au point successives sur le problème des édulcorants non glucidiques, en particulier les édulcorants tirés de baies tropicales, donc

naturels et, en raison de la dilution importante à laquelle il faut les utiliser - vu leur pouvoir sucrant de 1.000 à 4.000 fois celui du saccharose, en raison aussi de leur constitution chimique - protéines lourdes ou glycoprotéines, en raison enfin de leur consommation habituelle par les indigènes, ces produits ne présentent aucun danger pour l'homme. D'ailleurs des essais de toxicité à long terme ont été effectués sur des animaux de laboratoire prouvant leur innocuité.

Pour cette raison, et parce que des édulcorants synthétiques sont interdits sous la pression des consommateurs (dulcine, cyclamates, saccharine aux États-Unis), les firmes qui produisent des édulcorants non glucidiques sont à l'affût des produits naturels et le nombre de demandes de renseignements parvenues à l'IRFA est étonnant.

Pour cette raison, on a planté une parcelle expérimentale au Bénin avec *Synsepalum dulcificum* le fruit miracle dont on parlait depuis quelques années ; les agronomes de l'IRFA en ont profité pour étudier les modalités d'une bonne fructification de sorte que la parcelle produisait abondamment les petites baies rouges, à tel point qu'une société américaine, Mirlin Corp., nous achetait toute la production pour préparer, aux États-Unis, des pastilles renfermant la protéine édulcorante lyophilisée. Malheureusement, cette société a déposé son bilan, le produit se vendant mal.

Quand on se pose la question de savoir pourquoi, l'explication est facile : la protéine ou miraculine n'est pas vraiment un édulcorant, mais un modificateur de goût transformant la saveur acide en saveur sucrée ; d'autre part, son action sur les papilles de la langue présente une certaine rémanence, de sorte que ce changement de goût est très gênant avec des aliments différents : sauce de salade, viande, vin, bière, etc. Les consommateurs se sont vite aperçus de cet inconvénient et ont délaissé ces pastilles de miraculine.

D'autres produits sont de vrais édulcorants, utilisables comme la saccharine et sans arrière-goût désagréable : *Thaumatococcus danielli* et *Dioscoreophyllum cumensii*. Ces plantes poussent facilement en zone tropicale humide pour la première et sèche pour la seconde ; des essais ont été tentés et les résultats publiés dans la revue FRUITS.

En attendant de pouvoir obtenir une production régulière de fruits pour alimenter un atelier d'extraction ou une usine dans la Métropole, nous pensions, avec le Professeur FALLOT de l'Institut agronomique de Toulouse, obtenir facilement une certaine quantité de protéines édulcorantes par culture de tissus de la baie ou de l'arille ; nous avons fourni à Toulouse une certaine quantité de fruits, expédiés sous froid en containers ; malheureusement le laboratoire n'a pu obtenir la multiplication des cellules des fruits ; il

s'oriente maintenant vers la culture de la plante en serre tropicalisée afin de prélever directement des fruits frais en cours de développement pour permettre cette culture *in vitro* des tissus intéressants, mais il faudra sans doute attendre plusieurs années avant de résoudre le problème.

Travaux à entreprendre.

Malgré la prolifération des brevets consacrés à la production d'édulcorants synthétiques, parfois d'une puissance extraordinaire comme l'ester aspartyl-aminomalonique de méthyle et de fenchyle (30.000 fois le saccharose), il semble, d'après les demandes de renseignements, que les édulcorants vraiment naturels soient toujours les plus intéressants, ne serait-ce que pour l'étiquetage.

L'IRFA s'efforcera d'approvisionner le laboratoire de Toulouse en fruits, bourgeons, fleurs et tiges (en dehors des fleurs d'*Hibiscus* pour les colorants naturels, ce qui est un autre domaine), mais surtout étudiera les conditions d'une production régulière de baies en milieu tropical, à la limite à Montpellier lorsque les serres seront utilisables.

En même temps, il faut continuer les recherches bibliographiques qui mettent en relief une plante mal connue possédant cependant un métabolite édulcorant facile à isoler ou extraire. La cucurbitacée chinoise *Momordica grosvenori* a été proposée pour fournir, par extraction à l'alcool, un principe édulcorant assez puissant (150 fois le saccharose), mais possédant un arrière-goût de réglisse, comme les dihydrochalcones produites actuellement en Israël à partir de la néo-hespéridine des agrumes. La nature est tellement riche en composés chimiques naturels qu'il serait sans doute possible de découvrir, dans les innombrables plantes tropicales, un métabolite intéressant de ce point de vue.

LA PAPAYE

Comme pour la goyave, les transformations classiques en jus, confitures, marmelades, fruits au sirop, nectars ou cocktails ont été étudiées au cours de ces dernières années et différentes « recettes » ont été mises au point.

L'intérêt toutefois a surtout porté sur la papaïne, enzyme protéolytique extraite traditionnellement par incision de la peau du fruit non mûr. Des travaux réalisés il y a plusieurs années avaient permis de préciser la valeur relative de différentes variétés pour cette production, ainsi que les conditions de récolte, de séchage et de conservation. Des essais de vérification ont été réalisés au Cameroun, mais les résultats ont été difficilement interprétables en raison de l'hétérogénéité du matériel végétal. Une production de papaïne devrait donc, avant toute chose, passer par une introduction ou une sélection de matériel végétal bien

adapté. La production de papaïne paraît pouvoir être une spéculation intéressante pour deux raisons :

- d'une part, la demande en ce produit a fortement augmenté en raison d'utilisations nouvelles, notamment pour la production d'aliments du bétail, en partant du poisson ou de déchets de poissons ; une usine, d'une capacité de 40 à 60.000 tonnes existe déjà en France et d'autres sont prévues ; toutefois, l'incertitude des approvisionnements en enzyme freine le développement. Les besoins en papaïne pour les pays les plus intéressés ont été estimés pour le Canada à 360 t/an, l'Angleterre 350 t/an, l'Irlande 600 à 900 t/an. En considérant que l'hectare de papayer produit environ 90 kg de papaïne sèche, on voit que pas mal d'hectares de plantation seraient nécessaires.

- la deuxième raison de l'intérêt de la production de papaïne réside dans le fait que l'extraction n'intéresse que la partie superficielle de l'épiderme et que le fruit évolue et arrive à maturité normalement. La pulpe des fruits peut donc être utilisée pour la transformation, notamment pour la fabrication de cocktails de jus ou de fruits confits. Cette deuxième possibilité de valorisation accroît les possibilités de rentabilité de la culture et des calculs faits au Cameroun montraient que le rapport obtenu avec un hectare de papayers pouvait être comparé à celui d'un hectare d'ananas et même de bananes.

L'ANACARDE

L'intérêt pour ce fruitier est toujours très soutenu et de nombreux pays dans le monde réalisent ou envisagent des développements importants de cette culture. Rappelons que le marché mondial est de l'ordre de 500.000 tonnes de noix (pesant environ 4 g) ; la demande est en progression constante d'environ 10 p. 100 par an. Durant la dernière décennie, l'évolution de l'industrialisation a été rapide et l'on assiste à la mise en place d'unités de traitement, principalement de type Oltremare, dans les principales zones nouvelles de culture : Bénin, Côte d'Ivoire, Kenya, etc. ; d'autres sont en voie de réalisation : Togo, Sénégal, Guinée Bissao, Vénézuéla, Nicaragua, etc.

La D.T. de l'IRFA a participé ou a suivi ces différentes mises en place et a pu constater les limites ou les goulots d'étranglement de ces développements. Il nous paraît intéressant de les citer ici, afin de voir quels sont les axes de travail qui peuvent être dégagés.

La collecte.

La collecte itinérante atteint très vite ses limites en main-d'oeuvre et constitue dans bien des cas un facteur limitant important. La collecte réalisée par une main-d'oeuvre appointée est en général très onéreuse et met en cause les possibilités de commercialisation du produit. La

mise au point d'une récolte mécanique paraît à moyen terme, pour ce produit comme pour bien d'autres, être une des meilleures solutions pour abaisser les prix de revient.

La mécanisation.

Le procédé «Oltremare», utilisé le plus souvent, est un procédé de décorticage noix par noix qui demande beaucoup de main-d'oeuvre, ce qui pose dans de nombreux cas de sérieux problèmes et pèse sur les prix. Les rendements en amandes entières sont souvent très moyens et, de ce fait, la valorisation du produit est faible. Il apparaît donc intéressant de mettre au point un procédé de traitement de masse permettant d'obtenir un bon rendement en amande blanche et entière. Cette préoccupation fait l'objet de travaux menés depuis deux ans en collaboration avec la Société Bertin pour la mise au point d'une technique de décorticage cryogénique. Cette étude, financée par le Ministère de la Coopération, comporte deux phases. La première, terminée fin 1977, portait sur des essais physiques en laboratoire, en vue de vérifier le bien-fondé du procédé et de juger de ses possibilités d'application industrielle. Les résultats ayant été considérés comme satisfaisants, une deuxième phase d'étude sera mise en place en 1978 pour essais des matériels et définition d'une ligne de traitement industrielle. Ce matériel, qui doit être opérationnel en 1979, pourra constituer la deuxième génération du matériel de décorticage de la noix cajou.

La pomme cajou.

Jusqu'alors et dans la plupart des pays producteurs, seule la noix d'anacarde a fait l'objet d'une industrialisation. La valorisation de la pomme sous forme de produits transformés peut être un facteur de rentabilité de l'exploitation et, à ce titre, mérite d'être étudiée. Deux rapports ont été établis à la D.T. afin d'examiner les possibilités de transformation qui sont nombreuses :

- Madagascar : rapport sur la transformation de la pomme cajou et possibilités d'approvisionnement en matières premières.
- Vénézuéla : rapport relatif au traitement du faux fruit de l'anacardier.

Dans cette gamme de possibilités, un choix est à faire en fonction des besoins et des conditions locales d'exploitation.

Le baume cajou.

La qualité actuelle du baume fortement pyrolysé limite les possibilités d'utilisation et, par surcroît, demande et prix restent faibles. Le procédé par décorticage cryogénique étudié par l'IRFA permettra d'obtenir un baume «genuine», dont l'utilisation dans la fabrication des laques notamment paraît prometteuse.

Culture intercalaire.

L'entretien des jeunes plantations est une charge très lourde pour l'exploitation. Elle peut être rendue plus légère par le biais de cultures intercalaires telles que l'arachide, le manioc, etc. Le traitement pour la transformation des produits des cultures intercalaires peut être envisagé à l'usine de traitement des noix, ce qui permet de mieux valoriser les structures ou les services généraux de l'usine et même des matériels spécifiques, tel celui du conditionnement dans le cas de production d'arachide de bouche.

Soutien - Recherche.

De nombreux pays qui ont amorcé des développements importants sans structure particulière sentent actuellement la nécessité d'appuyer leur action sur des résultats de recherches. Les différents services de l'IRFA en collaboration ont été amenés à établir plusieurs types de rapports traitant de ce sujet, l'accent étant mis selon les cas sur les secteurs agronomique, industriel ou économique, mais en envisageant dans tous les cas l'intégration des différents secteurs.

Cette «revue» des différentes préoccupations concernant l'industrialisation de la production «anacardière» a permis de situer l'action technologique de l'IRFA concernant ce domaine et de situer les axes de travail correspondant aux besoins de l'évolution prévisible.

LA GOYAVE

Les utilisations de la goyave sont très proches de celles de la pomme :

- Consommation en frais : desserts, salades de fruits, sorbets,
- Boissons : jus, nectars, sirops,
- Fruits au sirop,
- Compotes et marmelades,
- Confitures et gelées,
- Pâtes de fruits.

Pour la consommation des fruits frais, le choix des variétés revêt une certaine importance selon l'emploi auquel on les destine.

Les fruits de dessert doivent avoir avant tout une présentation irréprochable, une forme et une couleur appétissantes. De plus, ils devront être parfumés, agréables au goût, avec une acidité suffisante et une teneur en sucre assez élevée, ceci leur donnant la saveur indispensable. Il est préférable également que la cavité soit petite pour que la proportion de chair soit plus importante et qu'elle contienne aussi peu de graines que possible.

Une peau fine est un avantage pour la consommation,

mais peut présenter les inconvénients pendant les manipulations et au cours du transport car elle est fragile.

Parmi les gros fruits, on citera Red x Supreme x Ruby et Red x Supreme x Ruby x White, et parmi les fruits plus petits, Pink Indian, Stone et Patricia.

Pour les salades de fruits, on choisira de préférence des goyaves très parfumées, à chair ferme et de couleur franche et vive qui s'harmoniseront mieux, dans le mélange, avec d'autres fruits.

Red x Supreme x Ruby, Red x Supreme x Ruby x White, Supreme x Ruby, Stone et Supreme conviennent parfaitement pour cet usage.

Les sorbets s'accrochent particulièrement de fruits à caractères bien définis : couleur franche et vive, saveur assez puissante et acidulée. La teneur en sucre revêt moins d'importance puisque l'on ajoute du sucre de façon à atteindre 20° au pèse-sirop.

Pour la fabrication de sorbets en grandes quantités, on pourra accepter des variétés qui, bien que moins savoureuses, facilitent la préparation et augmentent le rendement par leur taille et leur proportion de chair élevée.

D'innombrables types de boissons ont été réalisés soit avec de la pulpe de goyave pure simplement étendue d'eau pour la rendre plus «liquide» ce qui donne des nectars excellents, soit en associant la pulpe de goyave avec différents jus qui jouent le rôle de «diluants» et apportent en outre leur acidité, leur couleur et une note particulière à la saveur de l'ensemble.

Le jus d'ananas, le jus de grenadille, le jus de citron, le jus de canne à sucre et le jus de papaye également, donnent des résultats tout à fait remarquables dans ce domaine, mais des essais préalables sont nécessaires pour établir une formule donnant satisfaction à une majorité de consommateurs.

Les panels de dégustation sont particulièrement recommandés pour le choix d'une formule.

Les fruits au sirop sont également très appréciés mais pour cet usage les qualités de couleur et de saveur sont importantes car elles doivent surmonter l'épreuve de la chaleur de stérilisation.

A cela s'ajoute ici la notion primordiale de la fermeté de la chair qui ne doit pas se ramollir exagérément et encore moins se désagréger au cours de la stérilisation.

Les fruits peuvent être gardés entiers ou coupés en deux et vidés de leurs graines, opération qui est maintenant grandement facilitée dans l'industrie par la mise au point d'une machine qui évide les moitiés de fruits selon le principe de la machine à dénoyauter les pêches.

Pour limiter la consommation de sirop de couverture, on pourra préférer couper les fruits en quatre ou huit morceaux encore les découper en dés.

Les fruits peuvent être épluchés ou non, mais l'épluchage améliore la présentation.

Les compotes et marmelades gardent le plus souvent un caractère familial quoique leur incorporation dans les aliments pour bébés apporte une nouveauté dans cette gamme de produits.

Pour ces fabrications, on peut utiliser des fruits rejetés pour la consommation en frais, quoique de bonne qualité, puisque leur couleur importe moins du fait qu'elle disparaît à la cuisson pour laisser place à une couleur dorée plus ou moins foncée.

Le parfum et la saveur restent donc les qualités essentielles demandées aux fruits.

On peut d'ailleurs ajouter aux compotes et marmelades du jus de citron ou de la vanille. Quant à la cuisson elle doit être assez brève pour conserver au maximum le parfum et la saveur du fruit frais.

Les confitures et gelées de goyave ainsi que la pâte de goyave sont bien connues et très appréciées des consommateurs et les procédés de fabrication de ces produits n'offrent aucune difficulté.

Signalons, cependant que, pour avoir une bonne prise et une bonne tenue, il faut que la préparation ait un pH de 3,5 environ.

En général, et pour une teneur en sucre de 65 à 70 p. cent, dont 5 p. cent apportés par les fruits, l'acidité optimale se situe entre pH 2,5 et pH 3, ce qui est facilement obtenu naturellement avec les variétés courantes qui ont de plus une teneur en pectine et un pouvoir gélifiant très suffisants pour obtenir un gel pectique de rigidité convenable.

LA DATTE

La datte en elle-même est une matière première extrêmement riche ; sa chair contient en moyenne :

- eau : 12 %
- matière sèche : 88 % dont 64,77 % de sucre
5,63 % de
17,60 % d'insoluble.

Le tableau 18 donne la composition de 5 variétés de dattes marocaines et permettra de se faire une idée des variations qui peuvent exister dans les peuplements d'une même zone géographique.

La datte a, de tout temps, été simplement consommée soit à l'état frais soit après un séchage qui lui assure une longue conservation et permet son transport vers des lieux de consommation éloignés et dans des conditions assez précaires.

Mais il faut constater que cette seule utilisation de la datte pour la consommation directe, avec des fruits dont une importante proportion est de qualité assez médiocre n'offre pas les conditions optimales sur la valorisation du produit.

Sans aborder les problèmes agronomiques (choix des cultivars, méthodes culturales, irrigation ...), on peut envisager un meilleur équilibre de l'offre et de la demande grâce au traitement et au conditionnement de la matière première et à l'augmentation du profit des producteurs par une valorisation non seulement des déchets, mais de la matière première elle-même.

En effet, les produits de transformation de la datte sont nombreux et un vaste marché leur est ouvert.

Sans entrer dans le détail, nous citerons notamment :

- pâtes de dattes : soit pures, soit en mélanges ou enrichies (autres fruits, amandes, cacao ...) ;
- aliments diététiques : pâte enrichie (farines, vitamines...)
- aliments complémentaires et énergétiques : pâtes enrichies en protéines (spirulines ou autres) ;
- confitures
- marmelades ;
- conserves de dattes au sirop ;
- poudre de dattes ;
- dattes fourrées à la pâte d'amande ;
- jus de datte brut pour fabrication de :
 - . levures fourragères
 - . vin de dattes
 - . eau de vie de dattes,
 - . alcool,
- jus de datte épuré pour fabrication de :
 - . boissons rafraîchissantes (plates, gazéifiées, aromatisées, alcoolisées),
 - . sirop de datte,
 - . sirop de sucre inversé (sucre liquide),
 - . sirop sucrose,
 - . sirop glucose,
- fourrage concentré à ajouter à d'autres fourrages (grains fourragers plus noyaux de dattes),
- farine fourragère par séchage de marcs humides, addition de noyaux et broyage,
- levures fourragères.

A part la réalisation de l'usine d'Atar en Mauritanie, l'activité de la DT concernant les dattes a surtout porté

TABLEAU 18 - Bulletin d'analyse de 5 échantillons de dattes en provenance du Maroc.

Variétés	Bouserdoune extra	Mejhoul 1er choix	Khalt 1er choix	Feggous 1er choix	Bouslikhene extra
Poids total des fruits	243,5	251,6	246,7	247,6	243,6
Pulpe en g	207,9	231,8	211,9	214,7	210,6
Noyau plus pédoncule	35,6	19,8	34,8	32,9	33
Pulpe p. 100	85,4	92,1	85,9	86,7	86,4
Extrait sec total g p. 100	85,7	83,3	84,5	84,3	80,3
Extrait sec soluble g p. 100	75,0	72,5	73,5	71,9	68,5
Sucres totaux	68,1	70,2	71,6	66,6	65,8
Saccharose	1,0	1,5	1,4	0,6	1,6
Sucres réducteurs	67,1	68,6	70,2	66,0	64,2

sur le conditionnement. Cette activité s'est traduite par la participation de l'IRFA en 1970 à la mise en route de trois usines en Algérie et plus récemment, en 1976, par une participation à la mise en route de l'usine de Ksar-El-Souk au Maroc, première usine de conditionnement dans ce pays, d'une capacité de traitement de 20 t/jour. Cette participation a porté plus particulièrement sur l'étude de la matière première, la mise en route et le réglage des machines, l'organisation du travail, la formation du personnel et le contrôle des produits finis. Une assistance technique régulière a été envisagée.

Si les industries de transformation à partir de la datte sont rares dans le monde, plusieurs pays étudient cependant les possibilités de création de telles industries. Une étude notamment a été faite par l'IRFA pour le Gouvernement iranien pour la restructuration de la production phénicienne et pour les possibilités de transformation. Cette étude a, en particulier, montré que la fabrication de sucre liquide en partant des dattes disponibles dans le pays permettrait à l'Iran de se libérer entièrement des importations de ce produit. La fabrication de sucre liquide en utilisant la datte comme matière première intéresse plusieurs pays ; toutefois la technique d'obtention est mal connue, notamment au niveau de l'obtention du jus « brut ». L'étude de cette extraction primaire peut être considérée comme un axe intéressant de recherche.

LE LITCHI

Ce fruit produit traditionnellement en zone asiatique est encore fort peu connu du grand public dans les pays occidentaux si ce n'est sous la forme de fruits au sirop présentés dans certains restaurants. De présentation très agréable, d'un goût particulier et très fin, il est cependant très apprécié des personnes qui ont eu l'occasion de le consommer.

Outre les conditions de production assez particulières, le litchi présente l'inconvénient d'avoir une période de production très courte pour un fruit qui, brunissant très rapidement, perd sa belle coloration rosée aussi rapidement. Ces considérations nous ont conduits à envisager la surgélation comme moyen de conservation du fruit en l'état, dans le temps. Différents essais réalisés notamment à Madagascar nous avaient permis d'espérer en cette technique, mais sans pouvoir réaliser des essais en vraie grandeur.

Nous avons eu, en 1977, l'occasion de réaliser à la « Réunion », en collaboration avec la SICAMA St-Pierre, une opération de surgélation de litchis à l'échelle industrielle. Le matériel utilisé, préalablement existant, n'était pas spécialement adapté à cette production ; il l'a été au mieux pour permettre la surgélation de 30 t de fruits, l'essai ayant été réalisé dans les conditions suivantes :

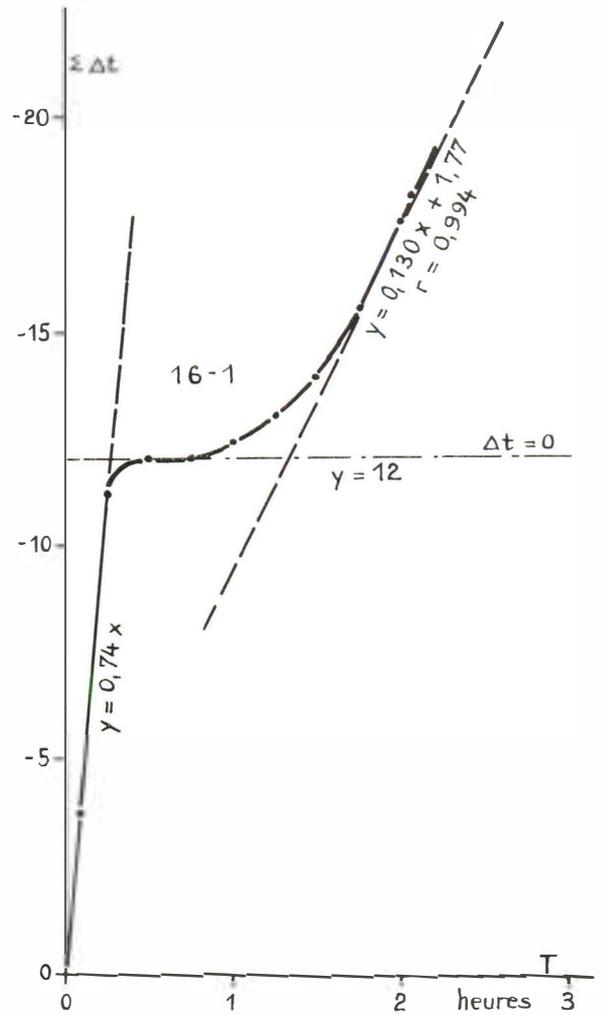
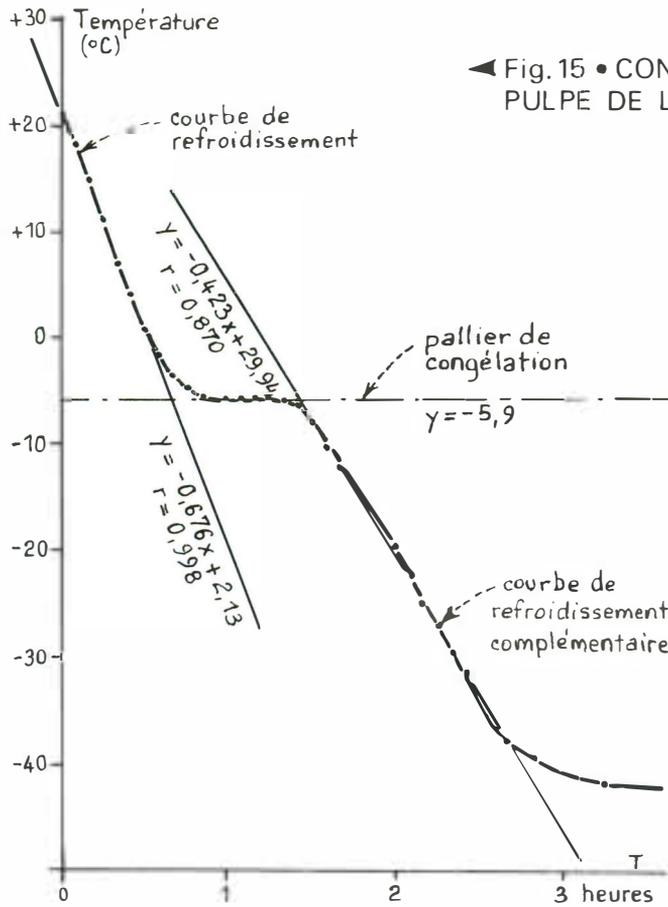
La campagne qui a débuté dès le début de la récolte en novembre 1977 a permis de mettre au point une méthode de surgélation et de définir quelques caractères intéressants, peu ou pas connus jusqu'alors, mais indispensables pour conduire à bien une telle opération.

Le matériel utilisé consistait essentiellement en une armoire de congélation à plaques mobiles qui fut quelque peu modifiée pour la rendre apte au service qu'on en attendait.

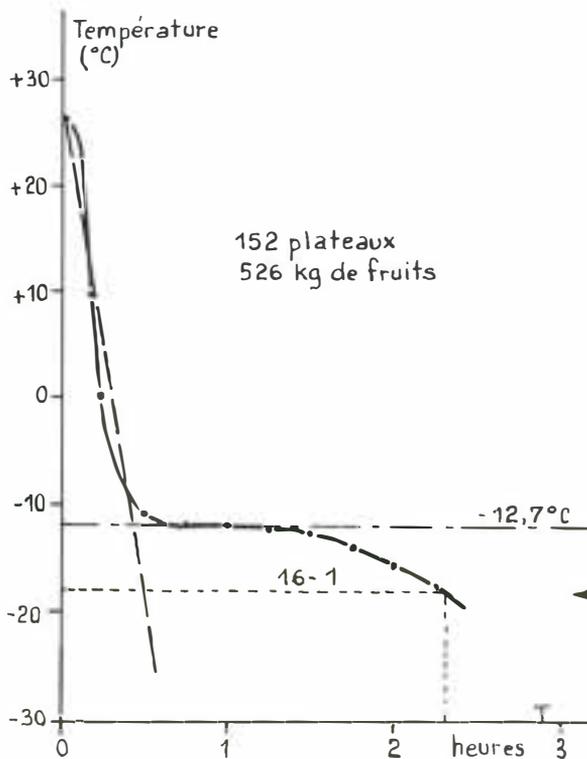
En effet, il n'était pas possible d'assurer le contact étroit nécessaire habituellement entre les plaques et le produit à surgeler, les fruits étant par nature ... incompressibles si on veut leur conserver leur apparence naturelle !

Les fruits étaient donc disposés sur des plateaux en couche unique et une circulation d'air pulsé était assurée entre les plateaux par deux ventilateurs inclinés disposés en façade à la partie supérieure de l'armoire.

Des essais préalables avec ce matériel avaient permis d'observer que, dans les conditions de ces essais, la température



▲ Fig. 17 • FIGURATION DES TROIS PHASES DE LA CONGELATION



◀ Fig. 16 • COURBE DE REFROIDISSEMENT ET DE CONGELATION DE LITCHIS

de congélation de la pulpe de litchis se situait à $-5,9^{\circ}\text{C}$ pour des fruits ayant les caractéristiques moyennes suivantes :

Extrait sec	18,2° Brix
Acidité	13,5 ml NaOH (N/10).

La figure 15 montre très nettement les trois phases successives de refroidissement, congélation et sous refroidissement, les températures étant relevées toutes les 5mn.

Les figures 16 et 17 par contre montrent comment évolue la température à l'intérieur de l'armoire au cours d'un cycle et lorsque l'armoire est complètement chargée.

Dans ce cas, le palier de congélation se situe aux alentours de moins 12°C .

Quelques incertitudes subsistent cependant en ce qui concerne la durée de conservation des fruits et cette question est encore à l'étude.

LE POIVRE VERT

L'utilisation de ce condiment sous sa forme immature rencontre de plus en plus de succès. La conservation sous la forme «verte» est cependant assez difficile et différents essais réalisés à Madagascar et au Cameroun n'avaient pas permis de dégager une technique intéressante. Une série d'essais réalisés en Martinique avec du poivre vert de Guyane, en utilisant des sachets plastiques et en maintenant les grappes sous vide ou sous gaz inerte à la température ambiante ou en température position plus 4°C , ont permis de tirer certaines conclusions et de dégager une technique qui permet d'envisager une conservation du poivre vert en grappe dans de bonnes conditions pendant deux mois.

La technique à utiliser serait la suivante :

1. rinçage (avec éventuellement désinfectant et antiseptique autorisés) des grappes,
2. rinçage à l'eau claire,
3. ressuyage sur clayette 12 heures en air sec,
4. mise en pochette polyéthylène,
5. fermeture des pochettes par soudure en légère dépression (pas de gaz inerte et pas de vide poussé),
6. conservation à plus 4°C dès que possible,
7. n'ouvrir le sachet qu'au moment de l'utilisation.

FRUITS FRAIS ET LEURS DERIVES (fruits desséchés, jus de fruits, confitures, etc.) 100 grammes de la partie comestible renferment les constituants suivants :

NOMS DES ALIMENTS	Numéros d'ordre	INDICATIONS COMPLEMENTAIRES	VALEUR CALORIFIQUE		EAU en grammes			PRINCIPES ENERGETIQUES en grammes			ELEMENTS MINERAUX en milligrammes										VITAMINES en milligrammes								Numéros d'ordre	Calcium/Phosphore	Acidité ou Alcalinité
			VALEUR CALORIFIQUE	EAU en grammes	Protides	Lipides	Glucides	CELLULOSE en grammes	Soufre	Phosphore	Chlore	Sodium	Potassium	Magnésium	Calcium	Fer	Zinc	Manganèse	Iode	Acide ascorbique (C)	Thiamine (B1)	Riboflavine (B2)	Amide panthénique (PP)	Pyridoxine (B6)	Caroténoïdes actifs	Acétophène (A)	Vitamines (D)	Tocophérols (E)			
ABRICOT, <i>Prunus armeniaca</i> L.	1		44	86	0,8	0,1	10	0,8	6	24	2	1	300	11	15	0,40	0,12		5 à 10	0,06	0,12	0,7	0,29	1 à 7				1	0,6	Me	
	2	sec	272	24	4	0,5	63		31	119	10	26	1600	60	80	2,10	0,62		0,5	0,13	0,25	0,10	4				2	0,6	Me		
	3	en conserve (naturel)	35	91	0,5	0,1	8	0,3	15				8	0,90					1 à 5	0,015	0,025	0,30	0,10	1,20			3	0,53			
	4	congelés	87	78	0,7	0,1	21	0,4	16				11	0,40					4	0,02	0,03	0,50	1,20				4	0,68			
ACTINIDIA, <i>Actinidia Chinensis</i> Planchon	5		53	80	1,6	0,3	11		25	42	26	3	320	20	56	6			300	0,01	0		0,04				5	1,3			
AIRELLE, <i>Vaccinium macrocarpus</i>	6	conservée	25	85	0,2	0,4	5		10			3	100	8	16	0,60	0,12	0,10	15	0,01	0,003	0,03	0,02	0,10			6	1,5			
	7		43		0,4	0,6	9		6	11	3		8	0,60	0,12	0,40			15				0,02				7	1,45	Me		
<i>Vaccinium corymbosum</i> L., <i>V. pennsylvanicum</i> L.	8		46		0,5	0,5	10		12			68	7	11	0,40	1,60			16				0,06				8	0,92			
ANANAS, <i>Ananas sativus</i> Schultes	9		51	86	0,5	0,2	12	0,4	6	11	30	2	250	11	8	0,40	0,25	0,07	15 à 40	0,07	0,05	0,45	0,17	0,11			9	1,45	Me		
	10	conservé en boîte	96		0,4	0,2	23	0,3	8				20	0,70					6	0,07	0,02	0,17	0,10	0,03			10	2,5			
	11	congelé	91	77	0,4	0,2	22	0,4	10				14	0,30					19	0,07	0,02	0,20	0,035				11	1,4			
	12	jus frais	46,5	86	0,4	0,1	11		9				15	0,30					31				0,03				12				
	13	jus conservé	89	76	2	0,6	19		12				36	0,90	21	1,80	0,66	2,10	28 à 36	0,06	0,08	0,50	0,18	0,30			14	0,39	Me		
AUBEPINE, <i>Crataegus oxyacantha</i> L.	14	fruit mûr	90	75	1,4	0,5	20		36	90	300	9	1140	105	21	1,80	0,66	2,10	28 à 36	0,16	0,08	0,50	0,18	0,50	0,50		15	0,39	Me		
BANANE, <i>Musa sapientum</i> L.	15	conservée	292		1,2	1,2	66		24				372	17	60	1,30	0,14		3,50	0,16	0,08	0,50	0,18	0,50	0,30		16	0,23	Me		
BRUGNON, <i>Prunus persica</i> laevis D.	17	fruit mûr	64	83	0,7	0,1	15	0,4	24				268	12	4	0,40	0,06		24	0,06	0,08	0,50	2				17	0,16			
	18	conservé	60	75	0,9	0,1	14	3,1	34				372	17	60	1,30	0,14		0,90 à 3,60	0,05	0,06	0,35	0,40	0,25			18	1,76			
	19	jus frais	58		0,5		14		20				20						150								19				
	20	gelée	77	80,5	1,2	0,5	17	0,3	9				250	12	18	0,40	0,13	0,03	17	0,05	0,06	0,30	0,20	0,40			20				
GERISE, <i>Prunus cerasus</i> L.	21	donc	56	85	0,9	0,5	12	0,3	9				250	12	18	0,40	0,15	0,03	439	0,02	0,02	0,18	0,10	0,50			21	0,85	Me		
	22	aigre	54		0,6	0,2	12	0,2	12				12	2,30					439	0,02	0,02	0,18	0,10	0,50			22	0,9	Me		
	23	en conserve	43	89	0,7	0,5	23	0,9	12				170	10	30	0,50	0,17	0,40	30 à 100	0,06	0,01	0,40	0,26	0,12			23				
CITRON, <i>Citrus medica</i> L.	24								12	21	3	5	170	10	30	0,50	0,17	0,40	30 à 100	0,06	0,01	0,40	0,26	0,12			24	2,3	Me		

(1) Moyenne : 1,50

(2) Moyenne : 50

FRUITS FRAIS ET LEURS DERIVES (fruits desséchés, jus de fruits, confitures, etc.) (suite c) 100 grammes de la partie comestible renferment les constituants suivants :

NOMS DES ALIMENTS	Numéros d'ordre	INDICATIONS COMPLEMENTAIRES	Valeur calorifique		EAU en grammes		PRINCIPES ENERGETIQUES en grammes			ELEMENTS MINERAUX en milligrammes										VITAMINES en milligrammes								Calcium/Phosphore		
			Calories	Kcal	Protides	Lipides	Glycides	CELLULOSE en grammes	Phosphore	Chlore	Sodium	Potassium	Magnesium	Calcium	Fer	Zinc	Cuivre	Manganèse	Iode	Acide ascorbique (C)	Thiamine (B1)	Riboflavine (B2)	Amide nicotinique (PP)	Acide panthénique	Pyridoxine (B6)	Caroténoïdes actifs	Ascorbique (A)		Vitamines (D)	Trotophérols (E)
CITRON (suite) Citron, <i>Citrus medica</i> L.	1	écorce fraîche	316	0,4	0,3	78	2,3	4	10	3	135	8	12	0,14	0,13				100										1	
	2	écorce confite	39	0,3	0,2	9												0,003	30 à 100(1)	0,05								2	1,20	Alc.
	3	jus frais																										3		
COING, <i>Cydonia vulgaris</i> Peers CYNORRHODON, <i>Rosa Canina</i>	4	Fr. églantiner sauvage	33	0,5	0,2	7,3		5	19	2	203	6	14	0,50	0,13			12	0,02	0,02	0,20	0,02		0,02			4	0,73		
	5		116	4		25												500 à 1200	0,01	0,007		5					5			
DAYTE, <i>Phoenix Dactylifera</i>	6		306	2,2	0,6	7,3		60	50	250	1	650	53	71	2,10	0,30	0,40	0,15	0,09	0,05	2,20	0,06					6	1,1	Alc.	
FIGUE, <i>Ficus Carica</i> L.	7	sèche	80	1	0,1	18	1	10	30	16	5	285	21	38	1,50	0,25	0,06	0,32	5	0,06	0,05	0,50	0,24	0,05			7	1,2	Alc.	
	8		27,5	4,2	1	62		34	116	55	17	983	72	170	3	0,86	0,35	0,35		0,16	0,12	1,70	0,40	0,09			8	1,43	Alc.	
FRAISES, <i>Fragaria vesca</i> L. et autres	9		40	0,7	0,6	7	1,3	14	26	12	2	150	13	30	0,75	0,09	0,02	0,06	60	0,03	0,05	0,40	0,30	0,06			9	1,15	Alc.	
	10	congelées	110	0,6	0,4	26	1,1	22	70	6				22	0,60				41	0,02	0,05	0,20	0,04				10			
FRAMBOISE, <i>Rubus idaeus</i> L.	11	confiture	27,5	0,6	0,6	8	6	17	30	22	2	178	20	40	0,75	0,13	0,51		0,35	0,025	0,06	0,40	0,22	0,08			11			
	12	fruit rouge	40	0,8	0,3	25	3,3	30	26	26				28	0,60				15	0,01	0,04	0,20	0,20				12	1,3	Alc.	
	13	congelées	105	0,8	0,3	25	3,3	26	26	26				28	0,60				16	0,01	0,04	0,20	0,20				13	1,08		
	14	jus frais	33	0,4		8		25	45	45				15	1,40				20	0,05	0,03	1,20	0,10				14			
GOYAVE, <i>Psidium Guajava</i> Raddl.	15		52	0,7	0,6	11	6	25	8	3	190	8	28	0,50	0,09	0,13	0,04	0,02	33	0,04	0,02	0,10	0,20				15	0,6		
GRENADIE, <i>Punica Granatum</i> GROSEILLE, <i>Ribes rubrum</i> L.	16		32	0,3	0,1			105	33	10	3	280	14	36	0,70				4	0,02	0,02	0,10	0,60	0,07			16	0,10		
	17	sèche de Zante	30	0,6	0,5	5	1	20	33	60	30	873	30	80	0,4	0,12			35	0,08	0,02	0,10	0,10				17	1,1	Alc.	
	18	jus frais	321	2,4	1,7	10		44	195	60	4	185	10	21					35	0,08	0,02	0,10	0,10				18	0,41	Alc.	
GROSEILLE A MAQUE, <i>Ribes grossularia</i> L., JUJUBE, <i>Zizyphus sativa</i> Gaertner	19		41	0,3		10		5	18	4	6	185	10	21					25	0,01	0,04	0,20	0,20				19	1,16	Alc.	
	20		30	0,8	0,6	5	2,5	13	30	8	3	190	8	28	0,50	0,09	0,13	0,04	0,02	33	0,04	0,02	0,10	0,20			20	0,9	Alc.	
LIMETTE, <i>Citrus auranti- folia</i> Swingle	21	fruit séché	135	1,2	0,3	32	1,5												10								21			
	22		314	1,7	0,7	74	3,5																				22			
LOGANBERRY, <i>Rubus loganobaccus</i>	23		51	0,6	0,1	12		14	40	15	20	400	10	40	0,20				30	0,04		0,10					23	1	Alc.	
	24		63	0,8	0,6	14		24	16	3	257	25	35	1,37	0,14				35								24	1,4		

FRUITS FRAIS ET LEURS DERIVES (fruits desséchés, jus de fruits, confitures, etc.) (suite) 100 grammes de la partie comestible - conformément les constituants suivants :

NOMIS DES ALIMENTS	Nombres d'ordre	INDICATIONS COMPLEMENTAIRES	VALEUR CALORIFIQUE ⁴ kcal en grammes	PRINCIPES ENERGETIQUES en grammes			ELEMENTS MINERAUX en milligrammes											VITAMINES en milligrammes								Nombres d'ordre	Calcium Phosphore	VitE ou VitA										
				Lipides	Glucides	FELTULOSE en grammes	Soufre	Phosphore	Chlore	Sodium	Potassium	Magnésium	Calcium	Fer	Zinc	Cuivre	Manganèse	Iode	Vid. ascorbique (C)	Thiamine (B1)	Riboflavine (B2)	Acide nicotinique (PP)	Acide panthothénique	Pyridoxine (B6)	Caroténoïdes actifs				Acétophéol (A)	Vitamines (B)	Tocophérols (E)							
																																PROIDES						
MANDARINE, <i>Citrus nobilis</i> Laureiro	1	écorce fraîche jus frais	40	88	0,8	0,1	9	0,3	10	12à 11	2	2	155	11	41	0,50	0,08	0,090	0,4	0,0008	20	60	0,08	0,02	0,5	0,02	0,50	1	2,7									
MURE, (conce), <i>Rubus fruticosus</i> L.	2	jus frais	37	80	0,9	1	6	9	16	31	20	3	190	26	17	1		0,160	0,59	0,02																		
	3	jus frais	33	91,5	0,3	0	8																															
MURE (proprement dite), <i>Morus nigra</i> L.	4	fruit	57	82	11	0,6	12	3	9	35	4	2	257	15	36	1,57	0,06	0,11	4,41		12	0,04	0,015	0,20	0,06	0,06	5	1	Alc.									
MYRTILLE	6	fruit	16	88	0,5	0,5	24	8	13												13a	20	0,015	0,20	0,06													
NEFLE, <i>Mespilus germanica</i> L.	7																				2																	
ORANGE, <i>Citrus aurantium</i> L. var. <i>sinaensis</i> Engler	8	écorce fraîche	97	87	0,4	0,2	23	0,8	17	28	3	6	246	10,5	30	0,50	0,18	0,17		40	80	0,10	0,010	0,20	0,30	0,12	8	1,07	Alc.									
	9	jus frais	44	87	0,7	0,2	9	0,8	10	28	6	3	187	11	28	0,40	0,17	0,04	0,03	(2)																		
	10	confiture	290	26	0,4	0,1	7,2													130																		
PAMPLEMOUSSE, <i>Citrus decumana</i> Murray	11	écorce fraîche	316	46	0,3	0,3	78	2,3	6	16	14	1	166	10	19	0,20				13a	570	0,080	0,030	0,20	0,20	0,20												
	12	écorce confite	42	87	0,6	0,2	10													25																		
	13	jus en conserve	50	87	0,5	0,2	10,5																															
	14	confiture	290	26	0,4	0,1	7,2																															
PAMPLEMOUSSE, <i>Citrus decumana</i> Murray	15	quartiers en conserve	30	89	0,6	0,3	6	0,2	7	18	2	2	190	12	20	0,30					40	0,04	0,030	0,15	0,15	0,02												
	16	fruit frais	43	89	0,6	0,1	9	0,3																														
	17	écorce confite	316	46	0,3	0,3	78	2,3																														
	18	jus frais	42	89	0,5	0,1	10	0,1	5	13	2	2	129	7	10	0,30						40	0,07	0,030	0,30	0,10	0,10											
	19	jus en conserve	42	89	0,5	0,1	10	0,1	10	10	10	15										40	0,02	0,010	0,200	0,15	0,007											
PAPAYE, <i>Carica papaya</i> L.	20		44	85	0,6	0,2	10	0,9	17a 22												60	0,01	0,01	0,60														
	21	jus frais	100	80	2,8	0,2	22		54	36	28	348	38	14	40	0,40					10				0,03	0,60	0,006											
	22		77	80,3	1,2	18																																
PASTÈQUE, <i>Citrullus vulgaris</i> Schrad	23		30	92	0,4	0,2	6,7	0,6	7	3	8	8	73	3	11	0,20					7	0,03	0,04	0,20	0,08													
	24	cons. en boîte + sirop	52	86	0,5	0,1	12	1,4	7	22	3	3	240	10	8	0,40	0,02	0,05	0,66	0,002	538				0,30	0,10												
PECHÉ, <i>Prunus persica</i> Stokes	25		70	80	0,4	0,1	17	0,4													335				0,01	0,02	0,71	0,05										
	26	écorce	275	24	3,5	0,5	65	3,5	36	110	15	16	1205	52	40	1	0,10	0,26	3,43		4				0,05	1,60	1,20											
	27	jus frais	53	85	0,2	0	13														1,80				0,30													

(1) Moyenne : 30 (2) Moyenne : 50

(d'après la table de composition des aliments de Lucie RANDOIN, Institut scientifique d'hygiène alimentaire.)

FRUITS EXOTIQUES (*) - Composition de quelques fruits tropicaux - 100 grammes de la partie comestible renferment les constituants suivants :

NOMS DES ALIMENTS	Numéros d'ordre	INDICATIONS COMPLÉMENTAIRES	VALEUR CALORIFIQUE		PRINCIPES ENERGETIQUES en grammes			ELEMENTS MINERAUX en milligrammes											VITAMINES en milligrammes							Numéro d'ordre	Calcium/Phosphore	Acidité ou Alcalinité			
			Eau en grammes	Kcal	Lipides	Glucides	Soutre	Phosphore	Chlore	Sodium	Potassium	Magnésium	Calcium	Fer	Zinc	Cuivre	Manganèse	Iode	Acide ascorbique (C)	Thiamine (B1)	Riboflavine (B2)	Acide nicotinique (PP)	Acide panthénique	Pyridoxine (B6)	Caroténoïdes actifs				Acétyl (A)	Vitamines (B)	Trophols (E)
AVOUCAT, <i>Persea gratissima Gaertner</i>	1		207	70	1,7	20	5,9	1,6	35	46	16	3	680	41	16	0,70	0,20			20	0,10	0,181	0,25	0,03					1	0,34	
BANANE A CUIRE, <i>Musa paradisica L.</i>	2		120	65	1,3	0,4	28	0,4	31				35	11	0,60				5 à 20	0,06	0,04	0,60	0,30	0,30			2	0,35			
CACHIMANS (COROSSOLS), <i>Annona muricata L.</i>	3		78	80	1	0,2	18	1	20					25	0,70				20	0,06	0,06	1	0,01				3	1,25			
CERISE DES ANTILLES <i>Malpighia pruriifolia</i>	4		50	84	0,3	0,1	1,2	1	18	30	50	125	150	100	30	0,80	0,10	0,20	1000	0,02	0,08	0,50	0,02				4				
JACQUIER, <i>Artocarpus integrifolia L.</i>	5	pulpe fraîche	64	77	1,4	0,45	1,5	1,3						8	0,20				3	0,05	0,03	0,40	0,30				5				
JAMBAC, <i>Eugenia malaccensis L.</i>	6		39	86	0,5	0,2								13	0,50				9	0,02	0,02	0,30					6				
KAKI, <i>Diospyros kaki L.</i>	7		64	80	0,5	0,1	1,5	1,3	22			200	10	22	0,30				7 à 20	0,05	0,05		1				7				
LITCHI CHEVELU, <i>Nephelium lappaceum L.</i>	8		68	68	0,7	0,1	1,6		7			150	14	25					30	0,04							8				
MANGOUSTAN, <i>Garcinia mangostana L.</i>	9		62	62	0,4	0,1	1,5		3		133	31	29						7								9				
MANGUE, <i>Mangifera indica L.</i>	10		62	80	0,4	0,1	1,5	1	13	17		175	17	17	1,80				10 à 120	0,06	0,05	1					10				
PAPAYE, <i>Carica papaya L.</i>	11	(voir page préc.)																										11			
PASSIFLORE, <i>Passiflora edulis Sims</i>	12	(voir page préc.)																										12			
PLAQUEMINIER	13	(voir Kaki)																										13			
POMME-ROSE, <i>Eugenia malaccensis</i>	14		53	86	0,5	0,3	1,2	0,8											29								14				
RAMBOUTAN	15	(voir Litchi chevelu)	62	78	0,4	4,0	15		15	31,6	21	28							22								15				
SALAK, <i>Zaeneca edulis Blume</i>	16		70	79	0,5	0,8	16		3,5	20		142	15	22	0,60				15	0,01	0,02	0,30	0,05				16				
SAPOTILLE, <i>Achras sapota L.</i>	17		107	75	3,4	0,9	21		9	7,2			21	7					3	0,30			0,10				17				
TAMARIN, <i>Tamarindus indica L.</i>	18	pulpe																	3 à 20								18				

(*) il faut entendre par là : fruits exotiques non consommés ou peu consommés dans nos régions.

BIBLIOGRAPHIE

- (1). MUNIER (P.).
Le palmier-dattier.
Collection Techniques agricoles et Productions tropicales. G.P. G.P. Maisonneuve et Larose, Paris 75005. p.2
- (2). MERLE (P.).
Fruits de Côte d'Ivoire, n° 3, 1965. p.4
- (3). HAURY (A.).
R.A. 77, Doc. 34, p.4
- (4). Pool de gène, Madame GANS, Professeur de génétique à Jussieu, p.5
- (5). CASSIN (J.).
R.A. 77, Doc.123, p.10
- (6). SIZARET (P.).
Utilisation du sorgho comme brise-vent dans les jeunes vergers au Niger. *Fruits, vol. 27, p.59-61, 1972*
- (7). MASSIBOT
Technique des essais culturaux et des études écologiques 1946. p.20
- (8). COCHRAN et COS
John Wiley et Som. p.22
- (9). MARTIN PREVEL (P.), MARCHAL (J.), FURON (F.).
Un cas de carence en zinc sur manguier
Fruits, vol. 30, n° 3, p.201-206, 1975
- (10). AUBERT (B.), LOSSOIS (P.).
Considérations sur la phénologie des espèces fruitières arbustives
Fruits, vol. 27, n° 3, p. 193-198 et n° 4, p. 269-286, 1972
- (11). MOUTOUNET (B.), AUBERT (B.), GOUSSELAND (J.), TIAW-CHAN (P.).
Etude de l'enracinement de quelques arbres fruitiers sur sol ferrallitique brun profond
Fruits, vol. 32, n° 5, p. 321-333, 1977
- (12). BOURDEAUT (J.).
Le bouturage de l'avocatier en Côte d'Ivoire
Fruits, vol. 25, n° 9, p. 605-612, 1970
- (13). BERTIN (Y.).
La taille de l'avocatier à la Martinique
Fruits, vol. 31, n° 6, p. 391-399, 1976
- (14). GAILLARD (J.P.).
Essai de conduite de l'avocatier en haie fruitière
Fruits, vol. 26, n° 6, p. 443-448, 1971
- (15). BERTIN (Y.).
R.A. 1977, Doc. 110
- (16). CHARPENTIER (J.M.), MARTIN PREVEL (P.).
Culture sur milieu artificiel. Etudes des carences chez l'avocatier.
Fruits, vol. 22, n° 5, p. 213-233, 1967.
- (17). LACOEUILHE (J.), MARTIN PREVEL (P.), CHARPENTIER (J.M.).
Cultures sur milieu artificiel. Etude des carences chez l'avocatier.
Fruits, vol. 23, n° 1, p. 31-44, 1968.
- (18). MARTIN PREVEL (P.), MARCHAL (J.), GAILLARD (J.P.), BOURDEAUT (J.).
Premières analyses foliaires sur avocatier au Cameroun et en Côte d'Ivoire.
Fruits, vol. 29, n° 10, p. 675-688, 1974.
- (19). BERTIN (Y.), BLONDEAU (J.P.), DORMOY (M.).
Premiers résultats d'une étude d'analyses foliaires sur l'avocatier Lula à la Martinique.
Fruits, vol. 31, n° 7-8, p. 459-471, 1976.
- (20). MARCHAL (J.).
Doc. interne IRFA, 1977.
- (21). BRUN (J.).
Le chancre de l'avocatier provoqué par *Phytophthora cinnamomi* RANDS.
Fruits, vol. 30, n° 5, p. 339-344, 1975.
et HUGUENIN (B.), BOHER (B.), LAVILLE (E.).
Etude de *Phytophthora cinnamomi* de l'avocatier au Cameroun.
Fruits, vol. 30, n° 9, p. 525-533, 1975.
- (22). FROSSARD (P.), BOURDEAUT (J.).
Lutte contre le dépérissement des avocatiers en Côte d'Ivoire (essai Dexon-Ifac-Azaguié).
Fruits, vol. 29, n° 7-8, p. 525-529, 1974.
et Doc. 85, *R.A. 1977.*
- (23). LICHOU (J.), VOGEL (R.).
Biologie florale de l'avocatier en Corse
Fruits, vol. 27, n° 10, p. 705-717, 1972.
- (24). AUBERT (B.).
La culture de la grenadille au Kenya
Fruits, vol. 29, n° 4, p. 323-328, 1974.
- (25). AUBERT (B.).
Précocité de production de la grenadille violette, *Passiflora edulis* SIMS,
Fruits, vol. 30, n° 9, p. 535-540, 1975.
- (26). MARCHAL (J.), BOURDEAUT (J.).
Echantillonnages foliaires de la grenadille (*Passiflora edulis* SIMS var. *flavicarpa*).
Fruits, vol. 27, n° 4, p. 307-311, 1972.
- (27). BLONDEAU (J.P.), BERTIN (Y.).
Carences minérales chez la grenadille. I. Carences totales en N, P, K, Ca, Mg, Croissance et symptômes.
Fruits, vol. 33, n° 7-8, 1978 (à paraître).
- (28). MARCHAL (J.), BERTIN (Y.), BLONDEAU (J.P.).
Carences minérales chez la grenadille. II. Carences totales en N, P, K, Ca, Mg. Influences sur la composition minérale des organes de la plante.
Fruits, vol. 33, (à paraître).
- (29). LEROY
Doc. 102, *R.A. 1977.*
- (30). LASSOUDIÈRE (A.).
Le papayer. Systématique et origine des Caricacées
Fruits, vol. 23, n° 10, p. 523-529, 1968
Le papayer. II. Description et génétique
Fruits, vol. 23, n° 11, p. 585-596, 1968.
- (31). MARTIN PREVEL (P.), MARCHAL (J.), GAILLARD (J.P.).
Analyse foliaire et nutrition minérale du papayer au Cameroun
4e Colloque international sur le contrôle de l'Alimentation des plantes cultivées. Gent : 6/11 sept. 1976.
- (32). GUEROUT (R.).
Le papayer. 6e partie : Les parasites animaux
Fruits, vol. 24, n° 6, p. 325-336, 1969.
- (33). FROSSARD (P.).
Le papayer : Les maladies fongiques
Fruits, vol. 24, n° 11, p. 365-379, 1969
Les maladies du papayer : maladies à virus et d'origine inconnue
Fruits, vol. 24, n° 12, p. 483-490, 1969.
- (34). Le BOURDELES (J.), ESTANOVE (P.).
La goyave aux Antilles
Fruits, vol. 22, n° 9, p. 397-412, 1967.
- (35). GOUJON (P.), LEFEBVRE (A.), LETURCQ (P.H.), MARCELLESI (A.P.), PRALORAN (J.C.).
Etudes sur l'anacardier. I. Régions écologiques favorables à la culture de l'anacardier en Afrique francophone de l'ouest.
Fruits, vol. 28, n° 3, p. 217-225, 1973.

et LEFEBVRE (A.), LETURCQ (P.H.), PRALORAN (J.C.).
Etudes sur l'anacardier. II. Techniques de création et
d'entretien des plantations fruitières d'anacardiers.
Fruits, vol. 28, n° 4, p. 271-278, 1973.

(36). MARTIN PREVEL (P.), MARCHAL (J.), LEFEBVRE (A.).
Analyses foliaires et nutrition minérales de l'anacardier à
Madagascar.

de Colloque international sur le contrôle de l'Alimentation
des plantes cultivées. Gent : 6/11 sept. 1976.
et nombreux documents de réunions annuelles IRFA.

(37). LOSSOIS (P.).

Etudes du palmier-dattier à la station de Kankossa
(Rép. isl. de Mauritanie). I. Problèmes hydriques
Fruits, vol. 26, n° 9, p. 599-614, 1972

II. Problèmes de nutrition, *Fruits*, vol. 26, n° 10,
p. 667-686, 1972.

(38). AUBERT (B.).

Viticulture en région tropicale pour la production de raisin
de table. Aspects et possibilités.
Fruits, vol. 27, n° 7-8, p. 513-537, 1972.

AUTRES PUBLICATIONS PARUES CES TROIS DERNIÈRES ANNÉES DANS "FRUITS" ayant trait aux Fruitiers tropicaux arbustifs et à la diversification

1974

BOMPEIX (G.), BOUSQUET (J.F.).

Les composés phénologiques dans la résistance des pommes
à l'infection par les *Pezizum malicorticis* et *P. alba*
vol. 29, (10), p. 693-696.

BUTANI (Dhamo K.).

Les ravageurs de la vigne en Inde
(2), p. 149-152.

Les insectes parasites du palmier-dattier en Inde et leur
contrôle
vol. 29, (10), p. 689-691.

DUPAIGNE (P.).

Les fruits et leurs produits peuvent-ils présenter un danger
pour l'homme ?
vol. 29, (1), p. 57-70.

Nutrition 74

vol. 29, (5), p. 406.

Consommation des boissons de fruits dans le monde
vol. 29, (9), p. 619-624.

Les colorants rouges d'origine naturelle
vol. 29, (12), p. 797-814.

FAJAC (Françoise)

Le marché des fruits tropicaux et subtropicaux en France
en 1973.
vol. 29, (2), p. 155-162.

FOUQUE (A.).

Espèces fruitières d'Amérique tropicale :
Burséracées, Buxacées, Hippocratéacées, Icacinacées,
Polygalacées, Rutacées, Sapindacées.
vol. 29, (1), p. 41-50.

Apocynacées, Bignoniacées, Caprifoliacées, Ebénacées,
Myrsinacées, Verbénacées.
vol. 29, (3), p. 215-226.

Capparidacées, Lauracées, Linacées, Nymphéacées,
Oléacées, Polygonacées, Protéacées.
vol. 29, (4), p. 311-322.

Ampélidacées, Bixacées, Clusiacées, Dilléniacées,
Flacourtiacées, Quiinacées, Rhamnacées, Tiliacées,
Violacées.
vol. 29, (5), p. 385-398.

Moracées, Ulmacées, Saxifragacées, Berbéracées,
Ericacées, Onagracées, Pinacées.
vol. 29, (6), p. 463-481.

Rendements de quelques variétés de mangues à

Madagascar.

vol. 29, (6), p. 482.

GAILLARD (J.P.).

Deuxième symposium sur le désherbage des cultures
tropicales, Montpellier 5 et 6 septembre 1974.
vol. 29, (11), p. 735-738.

HABART (J.L.).

La baie de l'*Actinidia chinensis* PLANCH. var. *chinensis*
vol. 29, (3), p. 191-207.

HUET (R.).

Rétention des arômes dans les poudres de fruits tropicaux
obtenues dans un four à micro-ondes sous vide.
vol. 29, (5), p. 399-405.

Les cinquièmes journées du Centre de Recherche sur
l'aromatisation, Grenoble 11 et 12 octobre 1974.
vol. 29, (12), p. 815-819.

LICHOU (J.).

Essai de culture du fraisier au Mali (1970-1973)
vol. 29, (3), p. 227-234.

MOLOT (P.M.), NOURRISEAU (J.G.).

Influence de quelques substances de croissance sur la
sensibilité du fraisier aux attaques de *Phytophthora cactorum*
vol. 29, (10), p. 697-702.

MOREUIL (C.).

L'approvisionnement fruitier des marchés de Tamatave
vol. 29, (7-8), p. 531-536.

MUNIER (P.).

Le problème de l'origine du palmier-dattier et l'Atlantide
vol. 29, (3), p. 235-240.

Elevage et palmeraies au Sahara algérien
vol. 29, (11), p. 763-765.

Sur l'origine de la datte Deglet-Nour
vol. 29, (12), p. 823-824.

PECH (J.C.), FALLOT (J.).

Intérêt des cellules de pommes cultivées *in vitro*.
Obtention et production.
vol. 29, (11), p. 771-776.

REY (J.Y.)

Etude du dépérissement du manguiier au Mali
(zone de Katibougou)
vol. 29, (9), p. 613-617.

SHALITIN (Gadi).

Nouvelle approche en viticulture tropicale.
Etudes de conduite et de taille au Kenya.
vol. 29, (5), p. 375-383.

- SIZARET (A.).
Suggestions pour la multiplication rapide de trois espèces fruitières (agrumes, avocats, manguiers), lors des premières introductions de matériel végétal.
vol. 29, (11), p. 767-770.
- 1975
- AUBERT (B.).
Possibilités de production de mangues greffées à la Réunion
vol. 30, (7-8), p. 447-479.
- BLOMMEERS 9L.), GUTIERREZ (J.).
Les tétranyques vivant sur agrumes et avocats dans la région de Tamatave (Madagascar et quelques-uns de leurs prédateurs).
vol. 30, (3), p. 191-200.
- ËJTANI (Dhamo K.).
Parasites et maladies du manguiers en Inde
vol. 30, (2), p. 91-101.
- DANIEL (J.F.), GARDAN (L.), LUISETTI (J.), PRUNIER (J.P.).
Identification de l'agent responsable de la maladie des taches noires de la mangue (*Mangifera indica*).
vol. 30, (10), p. 625-630.
- EJLALI (Mahmoud), CAZROUNI TIMSSAR (J.), BADI (F.).
Etude sur les caractères biochimiques des dattes de variété iranienne.
vol. 30, (6), p. 411-412.
- ITOH (H.), TAMURA (T.), MATSUMOTO (T.), DUPAIGNE (P.).
Etudes sur l'huile d'avocat, en particulier sur la fraction stérolique de l'insaponifiable.
vol. 30, (11), p. 687-712.
- LARUE (M.).
L'*Actinidia chinensis* et sa culture
vol. 30, (1), p. 45-50.
- LOURD (M.), KEULI (S. Digbeu).
Note sur un chancre à phytophthora du manguiers en Côte d'Ivoire.
vol. 30, (9), p. 541-544.
- MOUTOUNET (M.), JOURET (C.).
Les acides aminés de la prune d'Ente et du pruneau d'Agen.
vol. 30, (5), p. 345-348.
- NAVILLE (R.).
Le commerce de la grenadille et du jus aux Fidji.
vol. 30, (1), p. 65-66.
Le marché français des fruits tropicaux et subtropicaux en 1974.
vol. 30, (5), p. 359-366.
- PERRIN (B.).
Comportement de l'avocatier en basse Côte d'Ivoire.
vol. 30, (1), p. 35-43.
- TOURNEUR (J.C.), HUGUES (R.).
Évolution annuelle des populations de *Chilocorus bipustulatus* L. var. *iranensis* (Coleoptera, Coccinellidae) prédateur importé de *Parlatoria blanchardi* TARG. (Homoptera, Diaspididae) interaction hôte-prédateur.
vol. 30, (12), p. 773-782.
- TOURNEUR (J.C.), LECOUTRE (R.).
Cycle de développement et tables de vie de *Parlatoria blanchardi* TARG. (Homoptera, Diaspididae) et de son prédateur exotique en Mauritanie *Chilocorus bipustulatus* L. var. *iranensis* (Coleoptera, Coccinellidae).
vol. 30, (7-8), p. 481-497.
- TOURNEUR (J.C.), PHAM (A.), HUGUES (R.).
Evolution des infestations de *Parlatoria blanchardi* TARG. (Homoptera, Diaspididae) au cours de l'année dans l'Adrar mauritanien.
vol. 30, (11), p. 681-685.
- TOURNEUR (J.C.), VILARDEBO (A.).
Estimation du degré d'infestation du palmier-dattier par *Parlatoria blanchardi* TARG. (Homoptera, Diaspididae).
vol. 30, (10), p. 631-640.
- VOGEL (R.).
L'avocatier dans le Bassin méditerranéen.
vol. 30, (1), p. 31-33.
- ZAUBERMAN (G.), SCHIFFMANN-NADEL (Mina), FUCHS (Y.), YANKO (U.).
La biologie et la pathogénicité des champignons causant les pourritures de l'avocat après la récolte.
vol. 30, (7-8), p. 499-502.
La lutte contre les pourritures de l'avocat et son effet sur le changement de la flore des champignons pathogènes des fruits.
vol. 30, (7-8), p. 503-504.
- 1976.
- BERTIN (Y.).
La culture de la grenadille au Sri-Lanka (Ceylan).
vol. 31, (3), p. 171-176.
Premier séminaire international sur les fruits tropicaux.
Avocat. 5 au 10 novembre 1976.
vol. 31, (12), p. 785-788.
- CADILLAT (R.M.).
Importations de fruits tropicaux dans la CEE.
vol. 31, (6), p. 407-409.
- COUDIN (B.), GALVEZ (Fl.).
Biologie de l'acarien du palmier-dattier *Oligonychus afrasiaticus* (MAC GREGOR) en Mauritanie.
vol. 31, (9), p. 543-550.
- DUPAIGNE (P.).
Le dattier, plante saccharifère.
vol. 31, (2), p. 111-116.
- FLEURIET (A.).
Evolution des composés phénoliques au cours de la croissance des fruits de tomates «cerise» (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*).
vol. 31, (2), p. 117-126.
- HUGUET (C.), BONAFOS (M.), DUCAILAR (G.).
Etude sur la présence des nitrates dans les fruits à pépins et à noyaux.
vol. 31, (7-8), p. 483-487.
- ITOH (T.), TAMURA (T.), MATSUMOTO (T.), DUPAIGNE (P.).
Etudes sur l'huile d'avocat, en particulier sur la fraction stérolique. Suite de l'étude sur la fraction 4-monométhylstérolique.
vol. 31, (7-8), p. 473-481.
- LARUE (M.).
La culture de labricotier Outre-Mer.
vol. 31, (3), p. 157-170.
- NIHOUL (Ed.).
Le Yang Tao (*Actinidia chinensis* PLANCHON).
vol. 31, (2), p. 97-109.
- SOUTY (M.), BREUILS (Li.), REICH (Ma.), POGGI (An.).
L'acidité des abricots.
vol. 31, (12), p. 775-779.
- TOURNEUR (J.C.), HUGUES (P.), PHAM (A.).
Efficacité prédatrice de *Chilocorus bipustulatus* var. *iranensis* (Coleoptera - Coccinellidae) dans la lutte contre *Parlatoria blanchardi* TARG. (Homoptera - Diaspididae). Assainissement des palmeraies de l'Adrar et du Tagant mauritanien.
vol. 31, (1), p. 61-66.
- TOURNEUR (J.C.), LENORMAND (C.), MOUNKEILA MAIGUIZO (M.), SIZARET (A.), SOULEZ (P.), VILARDEBO (A.).
Intervention bioécologique au Niger destinée à lutter contre la cochenille du palmier-dattier *Parlatoria blanchardi* TARG. (Hemiptera - Diaspididae) par l'introduction de *Chilocorus bipustulatus* L. var. *iranensis* (Coleoptera - Coccinellidae).
vol. 31, (12), p. 763-773.
- 1977.
- ALEXANDRAKIS (V.), NEUENSCHWANDER (P.), MIKELAKIS (S.).
Influence d'*Aspidiotus nerii* BOUCHE (Homoptera-Diaspididae) sur la production de l'olivier.
vol. 32, (6), p. 412-417.
- ARGYRIOU (Loukia C.).
Données sur la recrudescence d'attaque des cochenilles en Grèce.
vol. 32, (5), p. 360-362.

- ASSAF (R.).
Nouvelle méthode de multiplication végétative de rameaux physiologiquement adultes, de pistachier, noyer et pacanier.
vol. 32, (5), p. 309-319.
- ASSAF (R.), RIVALS (P.).
Néoculture du néflier du Japon (*Eriobotrya japonica* LINDL.).
vol. 32, (4), p. 237-251.
- BOMPEIX (G.), MORGAT (F.).
Cires anti-échaudures, fongicides et conservation des pommes.
vol. 32, (3), p. 189-196.
- BUTANI (Dhamo K.).
Insect pest of guava in India and their control.
vol. 32, (1), p. 61-66.
Pest of litchi in India and their control.
vol. 32, (4), p. 269-273.
Insect pests of water nut in India and their control.
vol. 32, (9), p. 569-571.
- CANARD (M.), LAUDEHO (Y.).
Etude d'une deuxième génération d'hiver de *Saissetia oleae* OLIV. (Hom.-Coccidae) en Attique (Grèce) et de sa réduction par *Metaphycus lounsburyi* HOW. (Hym.-Encyrtidae) et *Scutellista cyanea* MOTSCH. (Hym.-Pteromalidae).
vol. 32, (9), p. 554-561.
- CARRERO (J.M.), LIMON (F.), PANIS (A.).
Note biologique sur quelques insectes entomophages vivant sur olivier et sur agrumes en Espagne.
vol. 32, (9), p. 548-551.
- DEULLIN (R.).
Transport maritime des fruits par conteneurs.
vol. 32, (9), p. 535-543.
- DUPAIGNE (P.).
Nouvelle mise au point sur la question des édulcorants.
vol. 32, (2), p. 117-136.
Le congrès international de la vigne et du vin (OIV) à la station agronomique de Changins (Suisse), du 24 au 30 juillet 1977.
vol. 32, (9), p. 573-576.
Nos connaissances actuelles sur les effets biochimiques des papaines.
vol. 32, (11), p. 677-697.
Compte rendu des journées de l'aromatization, Grenoble, 1977.
vol. 32, (11), p. 697-699.
- EGEA (L.), BERENQUER (T.).
Premiers résultats sur le comportement de l'abricatier « Bulida » sur différents porte-greffe.
vol. 32, (12), p. 759-770.
- GAZAVE (J.M.).
Le complexe vitaminique C contenu dans les fruits.
vol. 32, (4), p. 275-284.
- LICHOU (J.).
Pépinière fruitière à la Réunion. Programme - Techniques utilisées - Perspectives.
vol. 32, (2), p. 197-209.
- MACHEIX (J.J.), RATEAU (Jo.), FLEURIET (An.), BUREAU (Da.).
Les esters hydroxycinnamiques des fruits.
vol. 32, (6), p. 397-405.
- MORARD (Ph.), GARCIA (M.).
La salinité due au chlorure de sodium et les végétaux supérieurs.
vol. 32, (4), p. 263-267.
- NAVILLE (R.).
Les importations de fruits tropicaux et subtropicaux en France en 1976.
vol. 32, (3), p. 211-219.
- NEUENSCHWANDER (P.), MICHELAKIS (S.), ALEXANDRAKIS (V.).
Biologie et écologie d'*Aspidiotus nerii* BOUCHE (Hom.-Diaspididae) sur olivier en Crète occidentale (Grèce).
vol. 32, (6), p. 418-427.
- PAPPAS (S.).
Situation actuelle des dégâts de cochenille noire de l'olivier et perspectives de lutte biologique.
vol. 32, (9), p. 552-553.
- PERRIER (A.).
La microclimatologie et l'étude des cultures de plein champ.
vol. 32, (6), p. 387-396.
- PIVA (M.T.), CROUZET (J.).
Dosage de l'acétone et de l'acétaldéhyde dans les jus de tomate par dilution isotopique.
vol. 32, (12), p. 753-758.
- RIVALS (P.), ASSAF (R.).
Modalités de croissance et système de reproduction du néflier du Japon (*Eriobotrya japonica* LINDL.).
vol. 32, (2), p. 105-115.
- TRANSFAGLIA (A.).
Etude des espèces de *Saissetia* dans le bassin méditerranéen (Homoptera, Coccoidea, Coccidae).
vol. 32, (9), p. 545-547.

LA COMPAGNIE DES BANANES

SOCIÉTÉ ANONYME

IMPORTATEURS DE BANANES

Siège social :
15, rue du 4 Septembre
75 - PARIS (2^e)

Tél. : 266-23-33
Télég. : LACIEBAN - PARIS
Télex : n° 22.512