

# Aménagement et gestion d'un verger d'agrumes en région tropicale humide.

## Etude des profils culturaux et des coûts.

F. MADEMBA SY, J. GODEFROY et Ph. CAO VAN\*

DEVELOPMENT AND MANAGEMENT OF A CITRUS GROVE IN A HUMID TROPICAL REGION.  
STUDY OF CULTURAL PROFILES AND COSTS.

F. MADEMBA SY, J. GODEFROY and Ph. CAO VAN.

*Fruits*, Numéro spécial Agrumes 1992, p. 255-267.

ABSTRACT - A lime grove was planted on brown clayey soil in Martinique in a region with 2,000 to 2,600 mm annual rainfall. Soil management consisted of subsoiling followed by ploughing to a depth of 60-70 cm. A certain degree of settling was observed in the first year but the soil was nevertheless loose 3 years after ploughing. The trees grew rapidly and the first fruits were harvested (4.7 t/ha) at the end of the third year. The trees had an abundant root system but, in spite of the deep ploughing, the roots developed above all in the upper horizon. The cost of laying out the grove (drainage, soil management, ridging, purchase of plant material) was 50,000 F/ha. Operating costs in the first 3 years were 25,000 F per year, i.e. a pre-harvest investment of 125,000 F/ha. Labour costs formed 70% of grove management costs.

AMENAGEMENT ET GESTION D'UN VERGER D'AGRUMES EN REGION TROPICALE HUMIDE.  
ETUDE DES PROFILS CULTURAUX ET DES COUTS.

F. MADEMBA SY, J. GODEFROY et Ph. CAO VAN.

*Fruits*, Numéro spécial Agrumes 1992, p. 255-267.

RESUME - Un verger de limettiers a été implanté sur un sol brun argileux de Martinique, dans une région où la pluviosité annuelle varie entre 2 000 et 2 600 mm. Le travail du sol a consisté en un sous-solage suivi d'un labour de défoncement à 60-70 cm de profondeur. Un certain tassement de la terre s'observe la première année mais, néanmoins, le sol reste meuble 3 ans après le labour. La croissance des arbres a été rapide et la première récolte de fruits (4,7 t/ha) a été faite à la fin de la troisième année.

Les arbres ont un abondant système racinaire, mais malgré le labour profond, les racines sont surtout développées dans l'horizon supérieur. Le coût d'implantation du verger : assainissement hydrique, travail du sol, confection des buttes, achat du matériel végétal, est de 50 000 F/ha. Les frais d'exploitation du verger les 3 premières années sont de 25 000 F par an, soit un investissement, avant l'entrée en production des arbres, de 125 000 F/ha. La main-d'oeuvre représente 70 p. 100 des dépenses de gestion du verger.

### INTRODUCTION

En Martinique, au milieu des années 1980 de nombreux vergers de limettiers de Tahiti (*Citrus latifolia* TAN.) ont dû être arrachés en raison du fort pourcentage de dépérissement des arbres, causé par les larves d'un charançon : *Diaprepes abbreviatus* L.). (MADEMBA SY et MAULEON, 1989). Ce ravageur s'attaque aux racines avec pour conséquence une réduction ou une perte de leur activité. Les plaies provoquées par les larves favorisent, aussi, les atta-

ques secondaires des racines par des champignons, tels que ceux des genres : *Pythium* et *Fusarium*.

Les profils culturaux observés au pied d'arbres «sains» et «malades» (GODEFROY, 1985 ; MADEMBA SY et DELVAUX, 1990) montrent que les dégâts dus aux charançons sont d'autant plus sévères qu'il y a des contraintes pédologiques : texture lourde, horizons compacts, drainage déficient, horizon de tuf à faible profondeur. D'autre part dans de nombreux cas, les arbres ont des systèmes racinaires superficiels et, souvent, très «déséquilibrés», en relation avec le mode de travail du sol avant plantation (GODEFROY, 1985 ; VULLIN, 1987). Il faut mentionner que les vergers de limettiers martiniquais ont été créés par des planteurs pratiquant la monoculture du bananier, dans un but de diversification des productions. Ces planteurs ont

\* - MADEMBA SY - CIRAD-IRFA - B.P. 32 - LA FOA - Nouvelle Calédonie.  
GODEFROY - CIRAD-IRFA - B.P. 5035 - 34032 MONTPELLIER Cedex  
CAO VAN - CIRAD-IRFA - B.P. 153 - 97202 FORT DE FRANCE Martinique

utilisé, pour l'implantation des vergers, la même technique de préparation du sol que pour le bananier, laquelle consiste à planter les arbres dans un sillon. Cette technique favorise un développement des racines dans le sens du sillon et très peu en dehors de la zone de terre travaillée. Il faut, également, préciser que les conditions climatiques des régions centre et nord de la Martinique où se sont créés les vergers ne sont pas optimales pour la culture des agrumes, puisque la hauteur annuelle des pluies est de 2 à 3 mètres. Cinq à six mois par an, la pluviosité est excessive pour cette espèce fruitière (> 200 mm).

Le but de l'expérimentation conduite est d'étudier s'il est possible de pallier les conditions écologiques défavorables, en appliquant les techniques culturales employées dans les pays agrumicoles. Ces pratiques ont fait la preuve de leur efficacité dans des pays d'Afrique du Nord, tels que le Maroc, l'Algérie et la Tunisie. Un second objectif de cette expérimentation est d'établir les coûts d'aménagement et d'entretien d'un verger dans les conditions écologiques et salariales de la Martinique.

## MATERIEL ET METHODES

### Conditions expérimentales.

#### ● Situation.

La parcelle expérimentale est située sur la station fruitière de Rivière Lézarde, pièce Ponterre. Les coordonnées géographiques sont : latitude 14°40'N, longitude 61°01'O. L'altitude est de 49 mètres. La parcelle, de 1,65 hectares, est située sur un versant de colline dont la pente augmente du bas (4 p. 100), vers le haut (9 p. 100).

#### ● Climat.

Le climat est de type tropical humide. La pluviosité annuelle des 15 dernières années est de 2 350 mm, celle des

années 1988, 1989 et 1990 de : 2 647, 2 402 et 2 124 mm. La température moyenne annuelle est de 25,5°C avec des variations de faible amplitude : moyennes des minimums et des maximums mensuels : 22,1 et 28,9°C.

#### ● Sol.

Le sol de couleur brun (7,5 YR 3/4 en surface, 4/6 ou 5/8 en profondeur) a une texture argileuse dans les 60 à 90 premiers centimètres, puis allophanique en profondeur (tableau 1). La fraction fine (argile + limon) est de l'ordre de 80 p. 100, ce qui ne correspond pas aux conditions édaphiques optimales pour la culture des agrumes (PRALORAN, 1971). L'argile est constituée, pour une part importante d'halloysite, raison pour laquelle F. COLMET-DAA-GE, qui a réalisé la carte pédologique de la Martinique, utilise la dénomination de sol brun à halloysite.

#### ● Végétal.

La variété cultivée est la lime de Tahiti SRA 58 (*Citrus latifolia* TAN.) greffée sur *Citrus macrophylla*. Ce porte-greffe a été choisi en raison de sa bonne tolérance aux dégâts causés aux racines par les larves de *Diaprepes* (MADEMBA SY et MAULEON, 1989). Les arbres sont plantés à 8 mètres sur 7 soit une densité de 179 limettiers à l'hectare.

### Aménagement de la parcelle pour la plantation.

#### ● Préparation du sol.

L'itinéraire technique de travail du sol a été défini après l'observation de 4 profils pédologiques répartis selon une toposéquence, du bas vers le haut de la parcelle. Dans les 60 à 90 premiers centimètres de profondeur les horizons sont peu différenciés, de texture argileuse et de structure continue cohérente ou très cohérente. Le but recherché,

TABLEAU 1 - Caractéristiques physiques et pH du sol de la parcelle avant le travail du sol (mars 1988).

Profil	1				2			3			4			
	0-20	20-50	50-60	60-120	0-20	20-100	100-150	0-20	20-90	90-140	0-25	25-70	70-140	
Profondeur (cm)	0-20	20-50	50-60	60-120	0-20	20-100	100-150	0-20	20-90	90-140	0-25	25-70	70-140	
Granulométrie (p. 100)														
. argile	58	56	60	63	67	63	72	55	67	23	59	55	47	
. limon fin	12	13	14	13	12	18	9	14	10	35	12	14	29	
. limon grossier	8	8	7	10	5	6	9	6	7	17	7	7	10	
. sable fin	14	14	12	9	11	10	6	16	11	16	14	16	11	
. sable grossier	8	9	7	5	5	3	4	9	5	9	8	8	3	
Texture d'après obs. de terrain)	argileuse				allophanique			argileuse			allophanique		argileuse	
Densités														
. réelle	2.69	2.68	2.74	2.72	2.65	2.71	2.78	2.69	2.73	2.68	2.69	2.74	2.76	
. apparente	-	1.20	1.18	1.08	-	1.03 à 30 cm 1.08 à 60 cm		1.06 à 30 cm 0.85 à 60 cm			1.18		1.12	
pH	4,5	5,0	5,4	6,1	5,1	5,5	5,9	4,8	5,2	5,9	4,6	4,5	5,4	

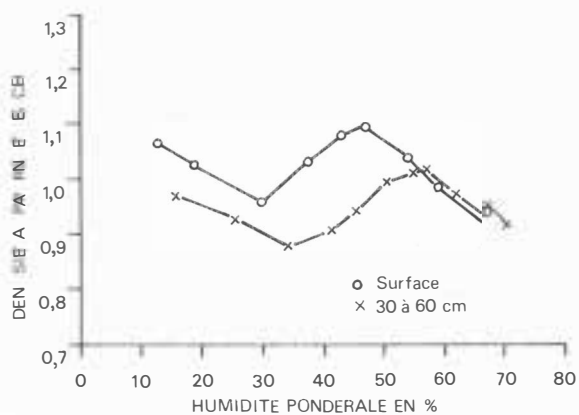


FIGURE 1 - Test PROCTOR\*.

\* - test réalisé par L. CHEVRIER avec une énergie de 100 joules/dm<sup>3</sup>, qui correspond à une énergie de compactage moyenne en culture mécanisée.

afin d'avoir des conditions favorables au développement des racines, est de créer une structure fragmentaire et de diminuer la cohésion (ameublissement) du sol sur la plus grande profondeur possible. Un labour de défoncement nous a semblé répondre à cet objectif. L'étude des résultats des analyses de laboratoire, en particulier de la granulométrie (tableau 1) et du test de compactage (test PROCTOR), nous ont confirmé qu'il n'y avait pas de risques à effectuer un travail du sol avec retournement. Le test PROCTOR (figure 1), indique, au contraire, que la terre de profondeur (30 à 60 cm) est moins compactable que celle de surface ; en conséquence, il n'y a pas d'inconvénient à mélanger les horizons profonds et superficiels.

Les travaux suivants ont été réalisés successivement

- a) un passage de sylviculteur à 6 disques pour enfouir la végétation (jachère de 10 mois), tracté par un Fiat à roues de 115 CV.
- b) un sous-solage croisé avec un ripper à 3 dents de 100 cm pour faciliter le travail de la charrue. Le tracteur est un D7 à chenilles de 200 CV DIN (photo 1).
- c) un labour de défoncement avec une charrue à soc Grenier 8 bis 1/4 de tour, tractée par un SAME LASER 100 à 4 roues motrices de 95 CV DIN (photos 2 et 3).
- d) confection manuelle des buttes de terre de 50 cm de hauteur.
- e) plantation des arbres sur la butte après creusement d'un trou aux dimensions de la motte de terre du plant (photo 4).
- f) confection d'une cuvette d'arrosage.

● Assainissement.

Le but est de faciliter l'évacuation des eaux de ruissellement. Le réseau comporte un drain de part et d'autre de la parcelle en bordure des chemins, un drain central qui rectifie le cheminement naturel d'écoulement des eaux (mini talweg), un collecteur au bas de la parcelle qui évacue les

eaux des drains. Le collecteur et les drains sont des fossés creusés avec une pelle mécanique (photo 5).

● Gestion d'un verger.

La gestion concerne la réalisation des techniques culturales habituelles dans les vergers : soins aux arbres (tuteurage, égourmandage), désherbage, traitements phytosanitaires et contre les ravageurs, fumure minérale. Compte tenu de la pluviosité, les arbres ne sont pas irrigués ; il y a eu, seulement, un arrosage manuel (citerne et tuyau souple) à la cuvette à la plantation des arbres (photo 4). Afin d'éviter tout tassement du sol, aucun tracteur ne circule sur la parcelle, au moins les premières années. D'après l'expérience que nous avons de ce type de sol, confirmée par le test de compactage «PROCTOR», nous savons, en effet, que sa sensibilité au tassement est forte, car les conditions climatiques sont telles que le sol est, toujours, humide ou très humide.

Concernant l'entretien du sol, le désherbage chimique de toute la superficie a été pratiqué. Cette technique, couramment employée dans les vergers méditerranéens, pose quelques problèmes en région tropicale humide et nécessite quelques adaptations. Aux périodes très pluvieuses, il est prudent de laisser pousser la végétation adventice afin de ne pas avoir d'érosion. Le risque encouru est d'avoir des difficultés à maîtriser, ensuite, le développement de la végétation et de nécessiter de nombreuses applications d'herbicide. Nous avons été confrontés à ce problème la première année, ce qui explique les frais élevés de désherbage (près de 20 000 F/ha ; cf. ci-dessous).

Mentionnons que la technique du maintien d'un enherbement permanent du sol, pratiquée dans de nombreux vergers de Martinique, hormis son intérêt de protection du sol contre l'érosion, présente des inconvénients majeurs (GODEFROY, 1982 ; VULLIN, 1987). Le fauchage de la végétation adventice avec un gyrobroyeur oblige à circuler avec un tracteur plusieurs fois par an (jusqu'à 15 à 20 passages), souvent sur une terre humide, donc compactable. Les observations de profils culturaux effectuées dans plusieurs vergers, montrent que le sol est fréquemment compacté vers 10 à 15 cm de profondeur, à la limite inférieure du chevelu racinaire de la végétation. Dans cet horizon peu perméable, on observe des taches rouille et grises d'oxydo-réduction du fer, traduisant de l'hydromorphie temporaire. Ces conditions édaphiques asphyxiantes favorisent le développement des champignons pathogènes des racines, entraînant le dépérissement des arbres.

Lors d'une enquête effectuée en Martinique, G. VULLIN (1987) a observé que dans les vergers non mécanisés et désherbés chimiquement, l'état végétatif des arbres était satisfaisant. D'autre part, on peut penser qu'une couverture végétale de graminées concurrence les arbres vis-à-vis de la nutrition minérale, particulièrement azotée.

*Photos 1 à 11 -  
auteur F. MADEMBA SY.*



Photo 1 - Sous-solage avec un ripper à 3 dents.

Photo 2 - Charrue de défoncement.



Photo 3 - Labour de défoncement.

Photo 4 - Plantation d'un jeune plant sur butte, avec cuvette d'arrosage.



Photo 5 - Creusement d'un drain d'assainissement avec une pelle mécanique.

Photo 6 - Aspect de l'état de surface du sol après sous-solage.



## RESULTATS ET DISCUSSION

### Etude du profil cultural.

- Observation des profils.

Comme mentionné, ci-dessus, la structure du sol avant le passage des outils était continue, cohérente ou très cohérente. Le travail du ripper n'est nettement visible, dans le profil, qu'à l'emplacement du passage des dents sur 70 cm de profondeur. La terre est motteuse avec de la terre fine remplissant les vides. Les mottes sont de type «gamma», c'est-à-dire à forte porosité, sauf entre 25 et 35 cm de profondeur où, par endroits, une semelle de labour et où elles sont de type «delta», c'est-à-dire avec une porosité structurale nulle (MANICHON et GAUTRONNEAU, 1987).

Entre 2 raies de sous-solage (écartement : 100 cm), la structure est continue, comme à l'état initial, mais le sol est beaucoup moins cohérent et moins compact dans les 50 à 60 premiers centimètres de profondeur. La terre se détache facilement avec un couteau en donnant des mottes de diverses dimensions (diamètre maximum : 20 cm) et des agrégats polyédriques (< 1 cm). Précisons qu'en raison de la disponibilité du ripper et du tracteur, le sous-solage a été effectué dans un sol plus humide (état semi-plastique) qu'il eut été souhaitable pour obtenir un bon éclatement. A la surface du terrain, il y a des grosses mottes de terre de 40 à 50 cm de longueur (photo 6). A une humidité du sol voisine de celle où a été réalisé le sous-solage, le travail de la charrue de défoncement est excellent ; la terre n'adhère pas au soc. La structure est grumeleuse et polyédrique fine à moyenne avec des mottes de toutes dimensions mais un maximum de petites (< 10 cm). Les plus grosses mottes (40-50 cm), correspondent à la destruction de la semelle de labour formée au cours des années de culture bananière qui est le précédent cultural. La terre labourée est très friable, très meuble, bouillante ; le sol n'est pas «soufflé» car la terre fine remplit les vides entre les mottes.

La profondeur du labour est de 65 cm ± 5 cm et de 80 à 85 cm avec le foisonnement. La largeur du labour est de 40 cm.

Les profils culturaux observés annuellement (2 arbres et 2 profils par arbre : rang et inter-rang) jusqu'à la troisième année après le labour de défoncement montrent que le sol reste meuble, friable et facile à creuser. Lorsque l'on

marque dans le verger, les pas s'enfoncent légèrement.

La présence de mottes plus ou moins abondante selon les profils et les années est difficile à interpréter compte tenu du fait que les observations ne peuvent pas être réalisées aux mêmes emplacements. Dans ces conditions, on ne connaît pas quel était l'état initial du sol après le labour. Les observations faites avant le labour laissent penser que le profil cultural de la parcelle expérimentale est assez hétérogène. A certains emplacements, on observe la présence d'une semelle de labour vers 25 cm de profondeur. Lors du défoncement, cette semelle a été brisée donnant la formation de grosses mottes. Celles que l'on observe : 1, 2 ou 3 ans après le labour sont-elles postérieures au défoncement ou sont-elles le résultat du travail du sol ?

- Mesures des densités apparentes.

Des mesures de densité ont été faites dans les profils par la méthode du cylindre (diamètre : 5 cm, h : 5,1 cm, V : 100 cm<sup>3</sup>), avant et après le labour, puis : 12, 18, 24 et 39 mois plus tard. Les densités avant le travail du sol sont mesurées par horizon pédologique, les suivantes uniformément à 25 et 50 cm de profondeur. Pour chacun des 4 profils observés, les mesures sont répétées 3 fois. Les humidités du sol lors des mesures des densités sont faites sur la terre prélevée dans le cylindre de 100 cm<sup>3</sup>.

Avant le travail du sol les densités, mesurées dans les différents profils et horizons, sont un peu supérieures à 1 à l'exception du profil n° 3 à 60 cm de profondeur (tableau 1). Après le labour, les densités diminuent de plus de la moitié : Da = 0,50 à 25 et 50 cm. Un an après, on observe un certain tassement du sol (Da = 0,74 à 1,04) mais qui se «stabilise» au cours des 2 années suivantes (tableau 2). L'étude statistique des résultats montre que les différences entre les dates de mesures ne sont pas significatives. De même, les densités mesurées sur les rangs et sur les inter-rangs sont identiques. En revanche, les différences de densité entre 25 et 50 cm de profondeur sont statistiquement significatives à 12 et 18 mois mais non à 24 et 39 mois.

- Etude des racines.

Les observations sont faites aux mêmes dates et dans les mêmes fosses (2 arbres et 2 fosses par arbre : rang et

TABLEAU 2 - Densités apparentes (Da) après le labour.

	Après labour		12 mois		18 mois		24 mois		39 mois	
	25	50	25	50	25	50	25	50	25	50
Profondeur (cm)										
Densité										
. moyenne (1)	0.50	0.50	0.83	0.90	0.82	0.90	0.84	0.84	0.83	0.89
. écart-type	0.04	0.05	0.08	0.08	0.08	0.08	0.05	0.05	0.12	0.11
Humidité pondérale (p. 100)	56	59	52	53	50	50	43	50	54	53
Pluviosité cumulée depuis le labour (mm)				2841		3996		5098		8206

(1) - les densités sur les rangs et sur les inter-rangs n'étant pas différentes, les moyennes sont calculées toutes mesures confondues (4 fosses et 3 répétitions soit 12 mesures).



Photo 7 - Racines d'un limettier de 9 mois de plantation.

inter-rang). Les arbres ayant été plantés, pour des raisons de disponibilité de main-d'oeuvre, seulement 3 mois après la préparation du sol et non tout de suite après le labour, les études des racines sont faites sur des arbres de : 9, 15, 21 et 36 mois de plantation.

A neuf mois, l'observation des racines a nécessité de dégager la terre jusqu'à 30 à 35 cm du tronc des arbres. Les 2 arbres ont un bon système racinaire développé jusqu'à 80 cm de profondeur à partir du collet qui est à 15 cm au-dessus du sol (plantation sur butte). Les racines ont, en majorité, une direction verticale et oblique vers le bas ; il y a quelques racines à direction horizontale. La densité augmente quand on se rapproche de l'arbre (feutrage). Les racines primaires ont de 6 à 8 mm de diamètre ; elles ont de très nombreuses ramifications (photos 7 et 8).

Quinze mois après la plantation des arbres, on observe à 60 cm du tronc un abondant système racinaire dans les 25 premiers centimètres. Les diamètres des racines primaires varient entre 1 et 5 mm ; le chevelu racinaire est abondant (photo 9). Horizontalement les racines se développent jusqu'à 1,30 et 1,60 m des troncs. Il n'y a pas de racines entre -25 et -55 cm mais un chevelu racinaire bien développé à la limite inférieure de la terre labourée : -55 à -60 cm. On n'observe pas de différences notables de l'enracinement sur le rang et sur l'inter-rang.



Photo 8 - Limettier de 9 mois de plantation.

Les photos 10 et 11 montrent les systèmes racinaires des 2 arbres de 21 mois de plantation et les photos 12 à 17 ceux d'arbres de 36 mois. Dans les profils observés à 2 m des troncs des arbres de 3 ans, dans 3 fosses le développement des racines est limité aux 15 premiers centimètres, puis à -50 cm ; entre -15 et -50 cm il n'y a pas de racines (tableau 3). Dans le profil «inter-rang» de l'arbre 58L9, en revanche, les racines sont présentes uniformément dans les 50 premiers centimètres de sol (tableau 4). Précisons que 50 cm correspond, pour les 4 profils, à la profondeur de terre meuble ; en dessous le sol est compact. Horizontalement, les racines les plus longues mesurent de 3 à 3,50 mètres.

Le développement superficiel des racines est, probablement, en relation avec l'humidité élevée du sol une grande partie de l'année, avec pour conséquence un certain déficit d'aération. Au cours des 36 mois observés, les pluviosités mensuelles se distribuent, en effet, comme suit : 40 à 100 mm : 4 mois ; 100 à 200 mm : 16 mois ; 200 à 300 mm : 9 mois ; supérieur à 300 mm : 7 mois, avec un maximum de 671 mm.

La présence de racines à un deuxième niveau : -50 cm, correspond, vraisemblablement, à un développement latéral à partir de l'extrémité inférieure du pivot, comme l'a observé J. MARCHAL, sur des mandariniers de la station expérimentale de Corse (1969). La distance de la fosse

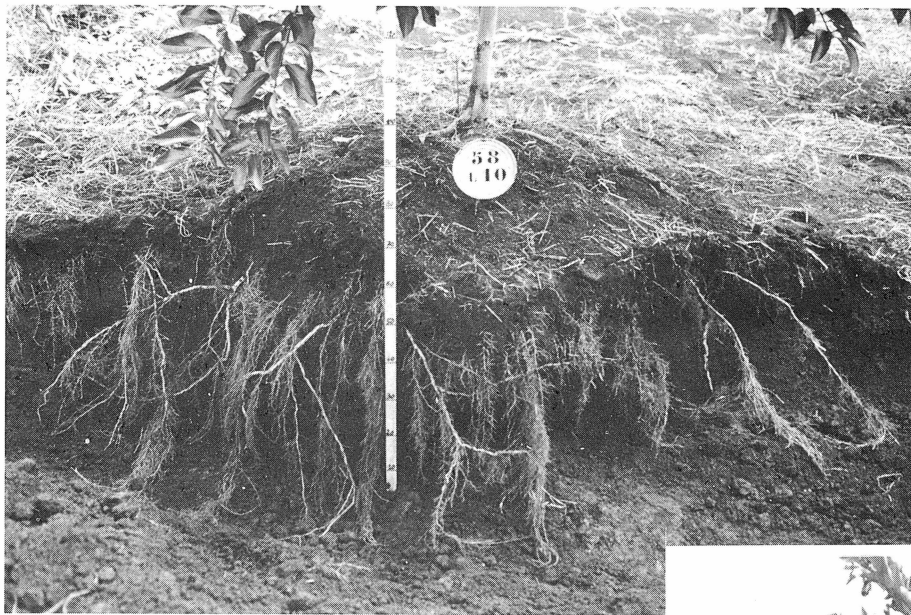


Photo 9 - Racines d'un limettier de 15 mois de plantation, à partir de 0,60 m du tronc de l'arbre.

d'observation, par rapport au tronc des arbres (2 m), n'a pas permis de contrôler cette assertion.

#### Croissance végétative des arbres.

Les mesures de croissance des troncs et des hauteurs des arbres de la plantation à 39 mois sont représentées par les courbes des figures 2 et 3 ; ces courbes sont, pratiquement, linéaires. La croissance des divers organes a été très rapide puisque 36 mois après la plantation, le diamètre des troncs est multiplié par 12 et la hauteur des arbres par 5. A cet âge de 3 ans, la hauteur (h) est de 4 m et le diamètre de la frondaison (2 r) de 5 m : le volume des arbres calculé par la formule :

$$V = \frac{1}{6} \pi \times h \times (2r)^2 \text{ (CASTLE, 1983) est de } 52 \text{ m}^3.$$

#### Production.

La première récolte débute à la fin de la 3e année après la plantation. La production moyenne par arbre est de 26 kg, soit de 4,7 t/ha.



Photos 10 et 11 - Racines de limettiers de 21 mois de plantation.



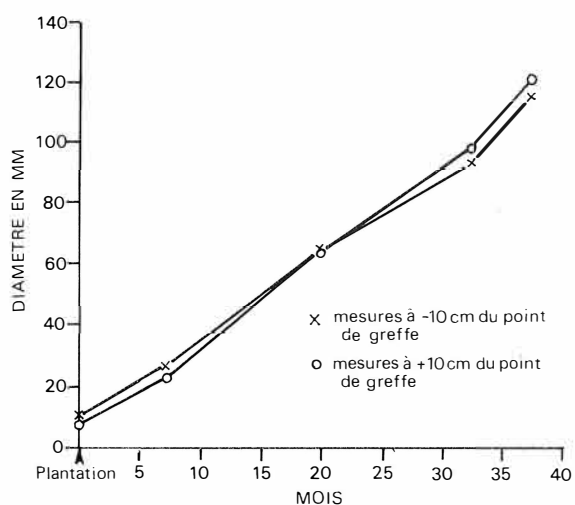


FIGURE 2 - Croissance des troncs (moyennes calculées sur 57 arbres).

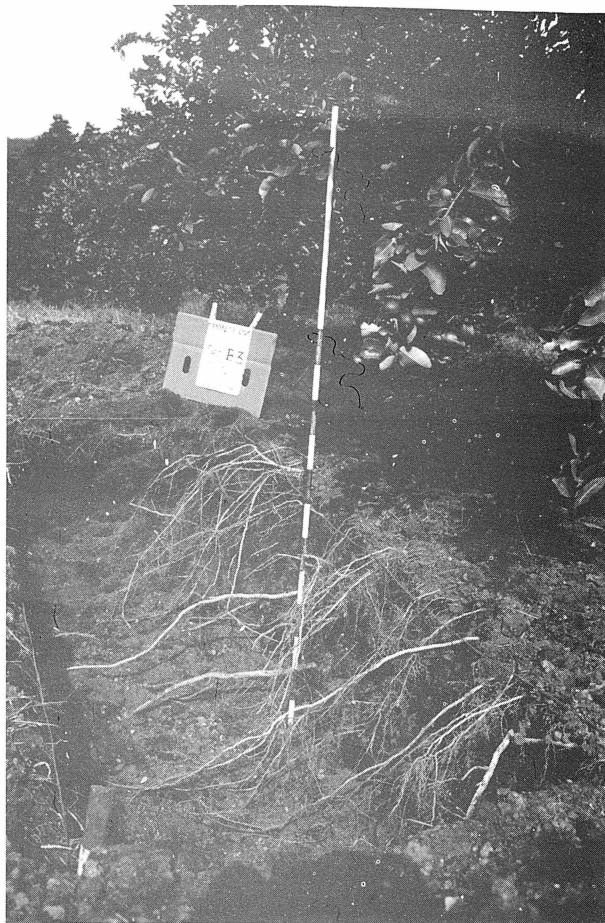


Photo 12 - Racines d'un limetier de 36 mois de plantation, à partir de 2 m du tronc de l'arbre.



Photo 13 - Racines d'un limetier de 36 mois de plantation, à partir de 1 m du tronc de l'arbre.



Photo 14 - Racines d'un limetier de 36 mois de plantation ; dégagement partiel de la terre jusqu'au tronc.

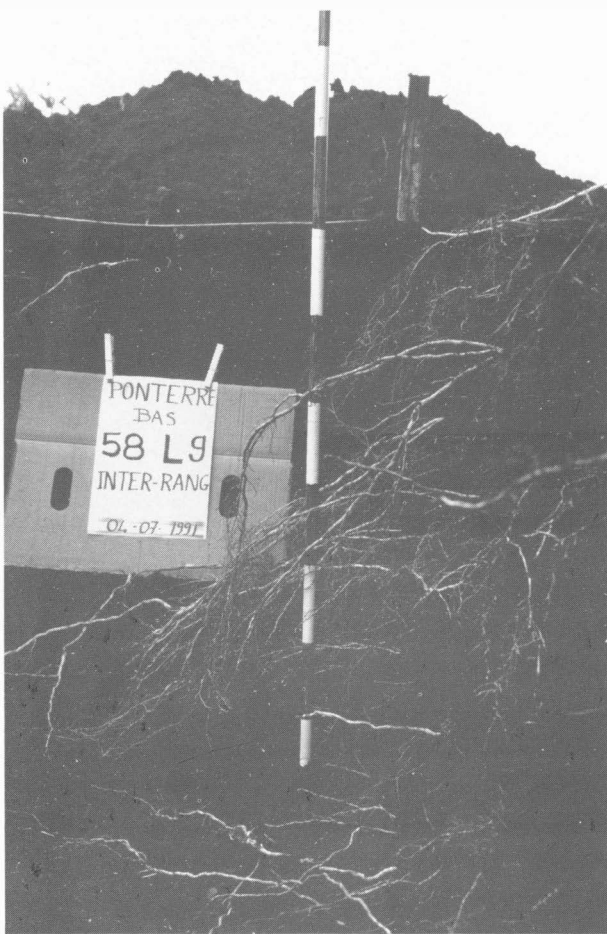


Photo 15 - Racines d'un limettier de 36 mois de plantation, à partir de 2 m du tronc de l'arbre.

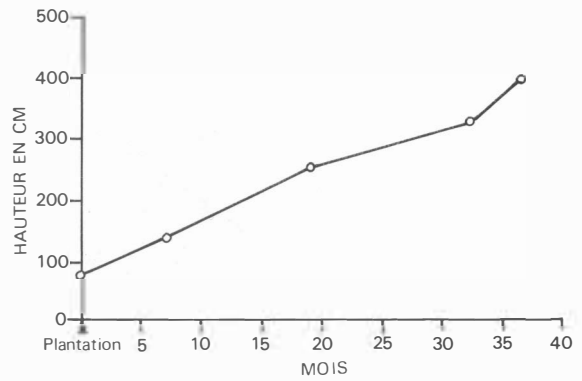


FIGURE 3 - Croissance des arbres (moyennes calculées sur 57 arbres).

#### Coûts d'aménagement et de gestion du verger.

Les coûts sont établis sur la totalité de la parcelle plantée dont la superficie est de 1,65 ha, puis calculés pour un hectare. Ils n'incluent pas les salaires de l'ingénieur et du chef de culture.

##### ● Aménagement du terrain et plantation.

Les coûts des diverses opérations culturales sont indiqués dans le tableau 5. Le travail du sol et l'assainissement ayant été faits avec du matériel loué, les prix sont ceux facturés par l'entreprise ; ils comprennent la location des tracteurs et du ripper ainsi que les salaires des chauffeurs. L'amortissement de la charrue de défoncement et du sylviculteur qui appartient au domaine IRFA, n'est pas pris en compte.



Photo 16 - Racines d'un limettier de 36 mois de plantation, à partir de 1 m du tronc de l'arbre.



Photo 17 - Racines d'un limettier de 36 mois de plantation ; dégagement partiel de la terre jusqu'au tronc de l'arbre.

**TABLEAU 3 - Nombre de racines sur 2 mètres de longueur. Fosses situées à 2 mètres du tronc d'arbres de 3 ans \*.**

diamètre des racines en mm	arbre 58.B3 rang						arbre 58.B3 inter-rang					arbre 58.L9 rang				
	3-4	5-6	7-8	9-10	12-14	total	3-4	5-6	7-8	9-10	total	3-4	5-6	7-8	9-10	total
profondeur en cm																
. 0-15	12	16	10	2	2	42	20	4	6	2	32	5	7	3	1	16
. 15-50	absence						absence					absence				
. 50					1	1		1	2		3	4	5	2		11

\* les fosses dans le rang sont parallèles au sens du labour et celles dans les inter-rangs sont perpendiculaires.

**TABLE 4 - Nombre de racines sur 2 mètres de longueur. Fosse située à 2 mètres du tronc de l'arbre 58.L9, dans l'inter-rang d'un arbre de 3 ans.**

diamètre des racines en mm	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	Total
profondeur : 0 à 50 cm	13	8	4	0	2	27

Le coût de l'aménagement et de la plantation d'un verger de limettiers est de 50 000 francs français l'hectare, et celui d'un arbre planté de 280 FF. Le travail du sol est le poste le plus important (20 p. 100 dont 11 p. 100 pour le labour de défoncement), suivi par ceux de la confection des buttes (16 p. 100) et de l'achat du matériel végétal (14 p. 100). Les frais de main-d'oeuvre, non inclus les salaires des chauffeurs de tracteur et du conducteur de la pelle mécanique, représentent 29 p. 100 du total des dépenses. Précisons que les frais de désherbage (2 400 F) sont une conséquence des délais de plantation après l'exécution du labour (cf. ci-dessus paragraphe : étude des racines).

● Frais de gestion du verger.

Les coûts de gestion par poste pour les 3 premières années sont résumés dans les tableaux 6 à 8. Ils sont comparables pour chacune des 3 années et voisins de 25 000 F l'hectare. Les dépenses un peu plus faibles en 3e année, comparées à celles de 1ère et 2e années (-19 et -15 p. 100) sont dues au fait que pour des raisons conjoncturelles, les frais (soins aux arbres, intrants divers) ont été réduits au maximum.

**TABLEAU 5 - Coût de l'aménagement du verger à l'hectare en francs français (1988).**

<b>Travail du sol</b>		<b>10 069</b>
. sylviculteur	1 116	(20 %)
. sous-solage	3 497	
. labour	5 456	
<b>Fumure minérale</b>		<b>7 821</b>
. engrais et transport	6 415	(16 %)
. main-d'oeuvre *	1 406	
<b>Piquetage</b>		<b>2 886</b>
. main-d'oeuvre	2 886	(6 %)
<b>Confection des buttes</b>		<b>8 163</b>
. amendement organique	4 315	(16 %)
. main-d'oeuvre	3 848	
<b>Désherbage</b>		<b>2 406</b>
. herbicide	704	(5 %)
. main-d'oeuvre	1 702	
<b>Plantation</b>		<b>3 216</b>
. transport plants	737	(6 %)
. main-d'oeuvre	2 479	
<b>Arrosage</b>		<b>4 131</b>
. matériel (tuyaux souples)	3 650	(8 %)
. main-d'oeuvre	481	
<b>Matériel végétal</b>		<b>6 981</b>
. 179 plants à 39 F **	6 981	(14 %)
<b>Assainissement</b>		<b>4 372</b>
. location pelle mécanique	2 500	(9 %)
. étalement terre des drains (main-d'oeuvre)	1 872	
<b>Total</b>		<b>50 045</b> (100 %)

\* - base de calcul : 37 F/heure

\*\* - prix de vente à la pépinière IRFA en 1988

**TABLEAU 6 - Coût de la gestion du verger à l'hectare en francs français au cours de la première année (1988-1989)**

<b>Soins aux arbres</b>		<b>1 617</b>
. égourmandage : main-d'oeuvre* 698		(6 %)
. tuteurage : main-d'oeuvre 924		
<b>Désherbage</b>		<b>19 892</b>
. manuel : main-d'oeuvre 7 392		(78 %)
. chimique :		
herbicide 4 800		
main-d'oeuvre 7 700		
<b>Fumure minérale</b>		<b>485</b>
. engrais 254		(2 %)
. main-d'oeuvre 231		
<b>Défense des cultures</b>		<b>3 619</b>
. insecticide 2 464		(14 %)
. main-d'oeuvre 1 155		
<b>Total</b>		<b>25 613</b> (100 %)

\* - base de calcul : 38,50 F/heure

**TABLEAU 7 - Coût de la gestion du verger à l'hectare en francs français au cours de la deuxième année (1989-1990).**

<b>Soins aux arbres</b>		<b>9 243</b>
. taille et égourmandage		(38 %)
. main-d'oeuvre *	9 243	
<b>Désherbage</b>		<b>7 358</b>
. herbicide 2 522		(30 %)
. main-d'oeuvre 4 836		
<b>Fumure minérale</b>		<b>1 762</b>
. engrais 1 528		(7 %)
. main-d'oeuvre 234		
<b>Défense des cultures</b>		<b>6 021</b>
. insecticides 1 492		(25 %)
. fongicides 2 033		
. main-d'oeuvre 2 496		
<b>Total</b>		<b>24 384</b> (100 %)

\* base de calcul : 39 F/heure

**TABLEAU 8 - Coût de la gestion du verger à l'hectare en francs français au cours de la troisième année (1990-1991).**

<b>Soins aux arbres</b>		<b>6 318</b>
. taille et égourmandage		(31 %)
. main-d'oeuvre *	6 318	
<b>Désherbage</b>		<b>7 467</b>
. herbicide 2 124		(36 %)
. main-d'oeuvre 5 343		
<b>Fumure minérale</b>		<b>1 469</b>
. engrais 1 118		(7 %)
. main-d'oeuvre 351		
<b>Défense des cultures</b>		<b>5 469</b>
. insecticides 1 313		(26 %)
. fongicides 1 114		
. main-d'oeuvre 3 042		
<b>Total</b>		<b>20 723</b> (100 %)

\* base de calcul : 39 F/heure

Le désherbage est le poste de dépense le plus élevé (49 p. 100), suivi du soin aux arbres : égourmandage et taille (24 p. 100), puis les traitements phytosanitaires et contre les ravageurs (22 p. 100). Le coût de la fertilisation est faible : 5 p. 100 (tableau 9). La main-d'oeuvre représente 71 p. 100 des frais, pour un coût journalier d'un ouvrier agricole de 310 F.

## CONCLUSION

Dans les conditions pédologiques (sol argileux) et climatiques (pluviosité élevée) du domaine de Rivière Lézarde, un minimum de travaux d'assainissement du terrain et un bon travail du sol avant plantation, créent des conditions édaphiques favorables à une croissance rapide des limettiers. A 3 ans, les arbres mesurent 4 m de hauteur et 5 m de diamètre de frondaison ; la production moyenne de fruits est de 26 kg par arbre, soit 4,7 t/ha.

**TABLEAU 9 - Coût de la gestion du verger à l'hectare en francs français au cours des trois premières années (1988-1991).**

	Total	Produits	Main d'oeuvre
Soins aux arbres	17 178 (24 %)	-	17 178
Désherbage	34 717 (49 %)	9 446	25 271
Défense des cultures	15 109 (22 %)	8 416	6 693
Fumure minérale	3 716 (5 %)	2 900	816
<b>Total</b>	<b>70 720</b> (100 %)	<b>20 762</b> (29 %)	<b>49 958</b> (71 %)

60 à 70 cm de profondeur et d'obtenir un profil cultural homogène sur cette épaisseur. Un certain tassement s'observe la première année qui suit le labour, puisque la densité apparente du sol augmente de 0,5 après le défoncement à 0,8-0,9 un an après. Précisons qu'au cours de cette première année, la pluviosité a été de 2 840 mm. Ce tassement ne s'accroît pas les 2 années suivantes et la terre reste meuble sur la profondeur labourée.

Le système racinaire des arbres se développe abondamment mais les observations faites sur des arbres de 3 ans à 2 m des troncs montrent que les racines sont surtout localisées dans les 15 premiers centimètres de sol. Quelques racines se développent en profondeur vers -50 cm mais il n'y a, pratiquement, pas de racines de -15 à -50 cm. L'objectif du labour de défoncement qui était de favoriser un développement racinaire homogène en profondeur n'a pas été atteint. En revanche, le développement des racines latéralement est excellent et sans commune mesure avec les enracinements observés lorsque le sol est, seulement, sous-solé et les arbres plantés soit avec la technique du «trou de plantation», soit du «sillonnage». Le labour a donc une

action très positive mais, peut-être, un labour moins profond (45 à 50 cm) serait-il suffisant ?

Il est vraisemblable que le développement superficiel des racines est dû au fait que l'humidité du sol en surface est élevée presque toute l'année. En effet, au cours des 36 premiers mois qui suivent la plantation, il n'y a eu que 4 mois à moins de 100 mm de pluie, avec un minimum de 40 mm. D'autre part, même dans un sol labouré, un certain déficit d'aération est probable 5 à 6 mois par an, quand la pluviosité mensuelle est supérieure à 200 mm. Dans ces terres argileuses, soumises à un climat très humide, un réseau de fossés de drainage plus intense que celui réalisé dans cette parcelle expérimentale serait, peut-être, nécessaire.

Le coût d'implantation d'un verger de limettiers : assainissement hydrique, travail du sol, fumure, confection des buttes, achat du matériel végétal, est de 50 000 FF l'hectare. Les frais d'exploitation sont de l'ordre de 25 000 F par an, les trois premières années, soit un investissement, avant l'entrée en production des arbres, de 125 000 F/ha.

**BIBLIOGRAPHIE**

CASTLE (S.W.). 1983.  
Growth yield and cold hardiness of seven year old Bears lemon tree on twenty seven rootstocks.  
*Proc. Florida Stat. Hort. Soc.*, 96, 23-25.

GODEFROY (J.). 1982.  
Recherches des causes de mauvais développement ou de dépérissement de l'avocatier.  
*Doc. IRFA*, 33 p.

GODEFROY (J.). 1985.  
Rapport de mission aux Antilles.  
*Doc. IRFA*, 18 p.

MADEMBA SY (F.) et DELVAUX (B.). 1990.  
Profils culturaux, enracinement et aspect de l'arbre en vergers de limettiers à la Martinique.  
*Fruits*, 45 (3), 273-279.

MADEMBA SY (F.) et MAULEON (H.). 1989.  
Influence du porte-greffe sur la tolérance des agrumes vis-à-vis

du charançon *Diaprepes abbreviatus* (L.).  
*Fruits*, 44 (9), 491-495.

MANICHON (H.) et GAUTRONNEAU (Y.). 1987.  
Guide méthodique du profil cultural.  
Ed. GEARA-CEREF, 71 p.

MARCHAL (J.) et LACOEUILHE (J.J.). 1969.  
Bilan minéral du mandarinier 'Wilking'.  
*Fruits*, 24 (6), 299-319.

PRALORAN (J.C.). 1971.  
Les agrumes.  
Collections techniques agricoles et production tropicale.  
Ed. Maisonneuve et Larose, 565 p.

VULLIN (G.). 1987.  
Compte rendu de mission sur le dépérissement du limettier en Martinique et en Guadeloupe.  
*Doc. IRFA*, réf. n° 17.203, 23 p.

DISPOSICION Y GESTION DE UN HUERTO DE CITRICOS EN REGION TROPICAL HUMEDA.  
ESTUDIO DE PERFILES CULTURALES Y SUS COSTOS.  
F. MADEMBA SY, J. GODEFROY y Ph. CAO VAN.  
*Fruits*, Numéro spécial Agrumes 1992, p. 255-267.

RESUMEN - Un huerto de limeros fué establecido sobre un suelo arcilloso en Martinica, en una región donde la pluviosidad anual varia entre 2 000 y 2 600 mm. El trabajo del suelo consistió en un subsolado seguido de una labor de desfondamiento a 60-70 cm de profundidad.

Un cierto asentamiento de la tierra se observa en el primer año, sin embargo, el suelo permanece blando 3 años después del laboreo. El crecimiento de los árboles fué rápido y la primera cosecha de frutos (4,7 t/ha) fué realizado al final del tercer año. Los árboles tienen un abundante sistema radicular, pero a pesar del laboreo profundo, las raíces se han desarrollado sobre todo en el horizonte superior. El costo de establecimiento del huerto : drenajes, trabajo del suelo, hechura de los montículos, compra del material vegetal es de 50 000 F/ha. Los gastos de explotación del huerto durante los 3 primeros años son de 25 000 F por año, o sea una inversión, antes de la entrada en producción de los árboles, de 125 000