

# La tolérance du cocotier hybride Local × Rennell à la maladie des Nouvelles-Hébrides

C. CALVEZ (1), J. L. RENARD (2) et G. MARTY (3)

**Résumé.** — Un dépérissement du cocotier, d'étiologie inconnue, existe aux Nouvelles-Hébrides sur différents types de cocotiers introduits. Des tests comparatifs d'hybrides plantés en 1969 ont mis en évidence l'immunité du Grand des Nouvelles-Hébrides et la résistance quasi totale du croisement GNH × GRL (testé sur 10 ans), alors que les autres hybrides ou cultivars se montrent sensibles. Bien que l'hybride GNH × GRL ne soit pas aussi intéressant sur le plan précocité qu'un croisement Nain × Grand, il représente cependant un bon résultat pratique pour l'amélioration de la productivité du cocotier aux Nouvelles-Hébrides en produisant 30 p. 100 de plus de coprah/ha que la variété locale GNH améliorée. De plus, il a une bonne résistance aux cyclones. Cet exemple montre l'intérêt des introductions et des croisements entre variétés face à l'obstacle d'un problème sanitaire lorsqu'on se propose d'améliorer la productivité du cocotier. Actuellement, le comportement de 42 hybrides Nain × Grand et Grand × Grand est étudié vis-à-vis de la maladie ; certains croisements Nain × Grand se révèlent prometteurs.

## INTRODUCTION

La culture du cocotier à grande échelle aux Nouvelles-Hébrides remonte au début du siècle environ.

Les plantations réalisées avec la souche locale sont âgées et ne font l'objet d'aucun entretien particulier, si bien que le rendement dépasse rarement 1 t de coprah/ha. L'ouverture d'une Station de recherches sur le cocotier avait donc comme principal objectif, outre la mise au point de techniques culturales appropriées, l'amélioration de la souche locale et l'introduction du matériel végétal de diverses origines pour constituer une collection de gènes, base indispensable à la création d'hybrides à rendement élevé.

Le succès d'un tel programme n'est plus à démontrer [9] ; malheureusement aux Nouvelles-Hébrides les cultivars introduits ont été affectés par un dépérissement d'origine encore inconnue, compromettant ainsi le programme prévu de vulgarisation d'un hybride haut producteur Nain × Grand. C'est à Manciot (4) que revient le mérite d'avoir étudié le premier cette maladie, en liaison avec les facteurs agronomiques. Renard [11] en a dressé un bilan en 1974, Grylls [7] en a fait une étude en 1976.

## I. — HISTORIQUE

C'est en décembre 1962 que sont introduites les premières semences de Nain Vert (5), Niu-Leka (5), Nain Rouge et Rennell à la Station de recherches, et plantées sur une parcelle de 9 ha.

Le dépérissement des Nain Rouges est apparu en 1965, 18 mois après la plantation, puis les symptômes se sont manifestés sur les Rennell, les Niu-Leka et les Nains Verts.

Les mêmes symptômes apparaissent 20 mois après plantation sur les Grands de Malaisie, plantés en 1965 sur la parcelle contiguë à la précédente.

La maladie est ensuite observée de 1968 à 1971 dans d'autres îles, toujours sur des variétés introduites. La mortalité des cocotiers est importante, pouvant atteindre, 7 années après la plantation, près de 90 p. 100 des plants pour certaines variétés (NRM par exemple), le Grand Nouvelles-Hébrides restant indemne.

De nouveaux tests comparatifs d'hybrides sont mis en place en 1969 sur deux parcelles (P. 33, P. 43) ; 4 hybrides Nain × Grand (NRM × GML ; NRM × GPY ; NRM × GOA ; NRM × GRL), 3 hybrides Grand × Grand (GNH × GRL (6) ; GRL × GSN ; GRL × GML) et 3 variétés GNH, GMV et GRL sont étudiés dans ces expériences (voir code des introductions, Tabl. I).

TABLEAU I. — Code des variétés (Code of varieties)

Code	Type	Pays, provenance (Country of origin)
GOA (WAT)	Grand (Tall)	Côte-d'Ivoire (Ivory Coast)
GPY (PYT)	Grand (Tall)	Polynésie Française (French Polynesia)
GNH (NHT)	Grand (Tall)	Nouvelles-Hébrides (New Hebrides)
GRL (RLT)	Grand (Tall)	Salomon (Rennell) (Solo- mon-Rennell)
GSN (SNT)	Grand (Tall)	Salomon (Salomon) (Solo- mon)
GML (MLT)	Grand (Tall)	Malaisie (Malaysia)
NRM (MRD)	Nain Rouge (Red Dwarf)	Malaisie (Malaysia)
GMV (MVT)	Grand (Tall)	Markam Valley (Nlle-Gui- née) (New Guinea)

## II. — SYMPTOMATOLOGIE DE LA MALADIE

### 1. — Sur Nain Rouge Malaisie.

Le jaunissement des folioles situées à la base d'une feuille moyenne de la couronne (ordre 7 à 13 en général) est la première manifestation visible de la maladie. Cette coloration s'étend vers l'extrémité de la feuille et atteint aussi les feuilles voisines (2 et 3).

Progressivement, la feuille vire au brun à partir des extrémités des folioles, puis se dessèche du sommet vers le bas, le pétiole se casse à une distance variable du stipe ; les feuilles de la base de la couronne restent vertes plus longtemps si bien que, lorsque toutes les

(1) Directeur de la Station I. R. H. O. de Saraoutou, B. P. 89, Santo (Vanuatu).

(2) Directeur du Département Phytopathologie, I. R. H. O. B. P. 8, Dabou (Côte-d'Ivoire).

(3) Directeur agronomique, I. R. H. O. B. P. 89, Santo (Vanuatu).

(4) Directeur de la Station I. R. H. O. de Saraoutou de 1962 à 1977.

(5) Il s'agit en fait de cocotiers non légitimes qui n'ont pas le phénotype attendu.

(6) Plants issus de fécondations artificielles, réalisées à Saraoutou avec du pollen d'arbres Belonna, plantés à Yandina et considérés comme très voisins sinon identiques aux arbres Rennell.

feuilles moyennes pendent le long du stipe, le cocotier présente un étage inférieur de feuilles vert à vert-jaune, plus ou moins horizontales, et une touffe de feuilles dressées au sommet (Fig. 1).



FIG. 1. — Symptôme de la maladie sur Nain Rouge de Malaisie (*Symptom of the disease on Malayan Red Dwarf*).

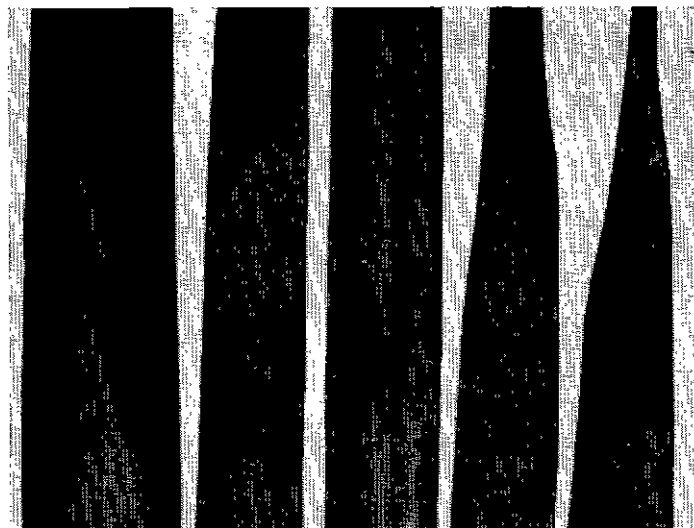


FIG. 2. — Aspect des folioles (*Appearance of the leaflets*)

Le dessèchement total de la couronne et la mort du cocotier interviennent généralement sans manifestation de pourriture dans le cœur. Tout au plus voit-on, dans certains cas, un début de pourriture externe du stipe, dans la zone où les tissus sont peu lignifiés, correspondant aux cicatrices foliaires laissées par les feuilles les plus basses de la couronne, tombées prématurément. Hormis ce cas, le stipe ne présente aucun symptôme externe ou interne.

Le système racinaire des arbres qui manifestent les premiers symptômes est sain. A un stade déjà avancé de la maladie, les radicelles commencent à se dessécher puis les racines secondaires et primaires sont

A un stade ultérieur, les feuilles basses jaunissent, brunissent et se dessèchent. Seules, les feuilles jeunes subsistent. Leur croissance est très ralentie et la feuille 1 est souvent rabougrie. Les quelques feuilles qui se maintiennent dans cet état pendant plusieurs semaines finissent par jaunir et se dessécher complètement.

Une observation plus attentive permet de déceler, dès les premiers jaunissements, que les folioles sont constellées de petites taches brunes, circulaires et parfois zonées. De plus, la coloration jaune des folioles n'est pas uniforme ; dans le premier stade, en particulier, la moitié de la foliole la moins ensoleillée reste verte plus longtemps que l'autre moitié (Fig. 2).

Les bords des pétioles des feuilles en voie de jaunissement se nécrosent, le dessèchement part de la base et remonte au niveau d'insertion des premières folioles (Fig. 3) ; il envahit toute l'épaisseur du pétiole ainsi que les toiles fibreuses entourant le stipe. Parfois, et plus particulièrement en période pluvieuse, les spathe des jeunes inflorescences situées à l'aisselle de ces feuilles brunissent prématurément à partir du sommet, puis pourrissent entièrement et les spathe déjà visibles ne s'ouvrent pas.

Sur les jeunes inflorescences, les extrémités des rachilla se dessèchent rapidement et les très jeunes noix, ou les fleurs, brunissent et tombent. Les noix déjà formées se développent lentement mais restent attachées assez longtemps sur l'arbre malade.

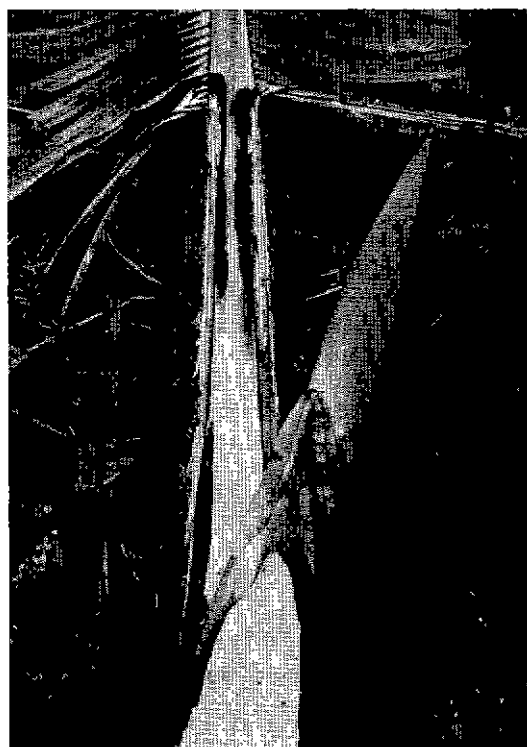


FIG. 3. — Nécrose des pétioles au niveau de l'insertion des premières folioles (*Necrosis of the leaf stalks at the insertion of the first leaflets*).

atteintes par une pourriture sèche, brune, débutant par l'extrémité. Tardivement, lorsque le cocotier ne présente plus qu'un bouquet foliaire terminal, 20 à 50 p. 100 des racines sont brunes au niveau du plateau radulaire, et rapidement toutes les racines pourrissent. Cette évolution indique que l'apparition des symptômes n'est pas consécutive à un dépérissement du système racinaire, mais à l'absence d'assimilation chlorophyllienne qui entraîne l'asphyxie des racines. Notons qu'aucun insecte n'a été observé à l'intérieur des racines.

## 2. — Sur les autres variétés.

Le cocotier Nain Rouge présente les symptômes les plus typiques et les plus accusés de la maladie.

L'aspect général d'un cocotier malade dans les autres variétés sensibles est semblable à celui du Nain Rouge. Néanmoins, dans certains cas, les symptômes diffèrent légèrement. C'est ainsi que, sur les Rennell, la coloration du feuillage est « bronzée » et les feuilles atteintes les premières sont plutôt celles de la base, tout comme sur l'hybride GRL × GSN. Les nécroses qui apparaissent sur les bords du pétiole débütent à une cinquantaine de centimètres des premières folioles, et non à leur niveau comme sur le Nain Rouge.

Sur la face convexe du pétiole, la moucheture vert huileux, normale sur le cocotier Rennell sain, est renforcée sur un arbre malade.

Le NRM × GRL présente des symptômes analogues à ceux des NRM.

Les arbres des autres variétés survivent en général plus longtemps que le Nain Rouge. Dans ce cas, l'émission foliaire est réduite et le stipe diminue de diamètre pendant que le bourgeon continue sa croissance. Les feuilles tombent et le stipe, à l'endroit du vide ainsi créé, se pigmente en vert. L'arbre meurt très lentement par arrêt d'émission foliaire.

Contrairement aux Nains Rouges, qui meurent inévitablement de la maladie, le Rennell présente parfois des rémissions de symptômes, voire une guérison totale.

## III. — SENSIBILITÉ VARIÉTALE

Des tests comparatifs d'hybrides ont été plantés en 1969 selon deux dispositifs : sur la parcelle 33, les hybrides et cultivars sont plantés individuellement par ligne, sur la parcelle 43, ils sont plantés en parcelle élémentaire de 18 plants (6 plants × 3 lignes).

Sur la parcelle 33 les premiers cas sont apparus, au cours du premier semestre 1973, en bordure Est de la parcelle et la maladie a progressé d'Est en Ouest, la zone Sud-Ouest de la parcelle étant atteinte la dernière. **Au cours de cette progression, le GNH × GNH et le GNH × GRL ont été épargnés** (Fig. 4 et Tabl. II). Les croisements avec le NRM sont les plus sensibles, ceux avec GNH sont les plus tolérants (Fig. 5).

Sur la parcelle 43, les premiers arbres malades sont apparus en 1974. De 1974 à 1976 l'évolution de la maladie a été assez lente, puis la progression a été rapide sur l'origine de Markham Valley. En 1978 les premiers cas sont apparus sur le Rennell et sur le GRL × GSN. Tout comme dans la parcelle 33, l'origine de Nouvelles-Hébrides introduit une tolérance notable dans les croisements, par contre, les origines Nain Rouge et Rennell prédisposent les croisements à la sensibilité. L'origine de Markham Valley est très sensible (Fig. 6). Notons également qu'au même âge (10 ans), plus de 50 p. 100 des Grands de Malaisie, plantés en 1962 sur la parcelle 01, avaient été atteints par la maladie. En replantations sur cette même parcelle, 3,3 p. 100 en moyenne des hybrides Nains × Grands et 8,8 p. 100 des Nains Rouges, plantés en 1974, sont malades à 5 ans.

## IV. — COMPARAISON AVEC LES AUTRES MALADIES DU COCOTIER (Tabl. III)

Il existe de par le monde un grand nombre de maladies sur les cocotiers. Le jaunissement mortel est certainement celle qui cause les dégâts les plus importants. La chute précoce des noix et le jaunisse-

TABLEAU II. — Evolution du nombre d'arbres malades par type de croisement. Parcelle 33 — Plantation 1969  
(Evolution of number of sick trees per type of cross. Plot 33 — 1969 planting)

Code.....	Nbre d'arbres plantés (Number trees planted)	Dates								Total	p. 100 d'arbres malades (sick trees)
		1971	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979 Sept.		
				Juillet (July)							
		1	3	4	5	6	7	8	9		
GNH (NHT).....	104										0
GNH × GRL (NHT × RLT) .	104	1								1	1,0
GNH × GML (NHT × MLT).	52							1	2	3	5,7
GNH × GSN (NHT × SNT) .	104		1	1	1	3		4	1	11	10,5
NRM × GPY (MRD × PYT).	104				6	4	6	2	11	29	27,8
NRM × GML (MRD × RLT) .	104		2	3	5	7	4	9	12	42	40,4
NRM × GRL (MRD × RLT) .	104		3	5	7	5	7	11	18	56	53,8
NRM × GOA (MRD × WAT).	26		1		4	2	1		1	9	34,6
Total .....		1	7	9	23	21	18	27	45	151	Moy. de la parcelle (Average for plot) 21

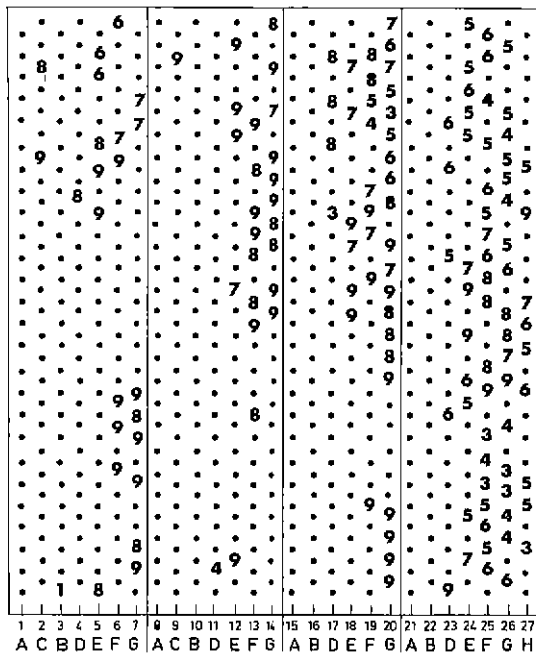


FIG. 4. — Disposition des arbres malades sur la parcelle 33 — 10 ans après la plantation (de 1969) (Position of sick trees in plot 33 — 10 years after planting — 1969).

Date	Code
1971 .....	1
1972 .....	2
1973 .....	3
1974 .....	4
1975 .....	5
1976 .....	6
1977 .....	7
1978 .....	8
1979 .....	9

Croisements (Crosses)	P. 100 d'arbres affectés par la maladie (p. 100 trees affected by the disease)
A — GNH (NHT) .....	0
B — GNH × GRL (NHT × RLT) ....	1,0
C — GNH × GML (NHT × MLT) ...	5,7
D — GNH × GSN (NHT × SNT) ....	10,5
E — NRM × GPY (MRD × PYT) . . .	27,8
F — NRM × GML (MRD × MLT) ...	40,4
G — NRM × GRL (MRD × RLT) ....	53,8
H — NRM × GOA (MRD × WAT)...	34,6

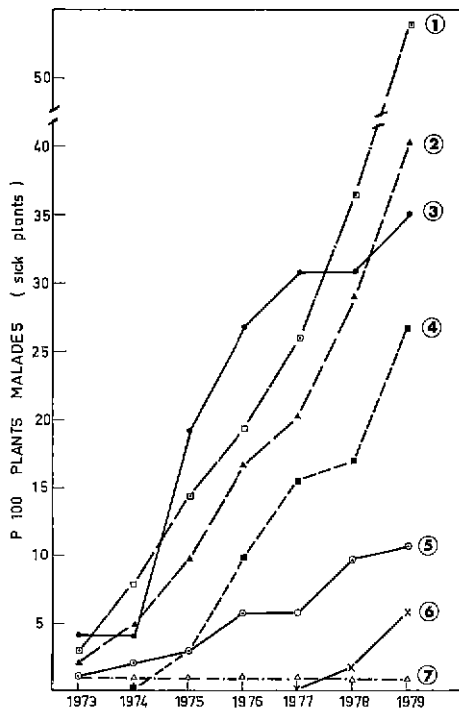


FIG. 5. — Evolution de la maladie sur la parcelle 33 (entre parenthèses : nombre de plants testés) (Evolution of disease on plot 33 — number plants tested in brackets)

- (1) : NRM × GRL (MRD × RLT) (104)
- (2) : NRM × GML (MRD × MLT) (104)
- (3) : NRM × GOA (MRD × WAT) (26)
- (4) : NRM × GPY (MRD × PYT) (104)
- (5) : GNH × GSN (NHT × SNT) (104)
- (6) : GNH × GML (NHT × MLT) (52)
- (7) : GNH × GRL (NHT × RLT) (104)
- GNH × GNH (NHT × NHT) (104)

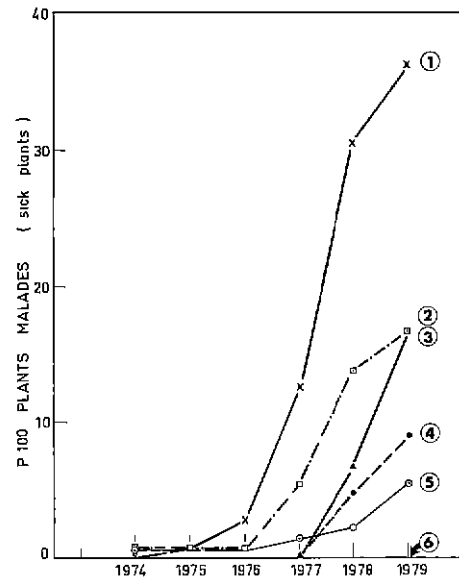


FIG. 6. — Evolution de la maladie sur la parcelle 43 (effectif : 144 pour chaque objet) (Evolution of disease on plot 43-number : 144 for each treatment)

- (1) : GMV (MVT)
- (2) : NRM × GRL (MRD × RLT)
- (3) : GRL × GRL (RLT × RLT)
- (4) : GRL × GSN (RLT × SNT)
- (5) : GNH × GSN (NHT × SNT)
- (6) : GNH × GRL (NHT × RLT)
- GNH × GNH (NHT × NHT)

ment, des feuilles les plus basses vers celles du sommet, sont les symptômes les plus caractéristiques de cette maladie connue à la Jamaïque [6], en Floride et en Afrique de l'Ouest au Togo [3], au Ghana et au Cameroun [4], respectivement par maladie de Kaincopé et maladie de Kribi. Le Cadang-Cadang [1],

localisé aux Philippines, apparaît généralement sur des cocotiers âgés et se manifeste par un jaunissement du feuillage et par la persistance des stipules sur les feuilles, cette maladie entraînant très lentement la mort de l'arbre. La pourriture sèche du cœur [8, 10, 12, 13] est principalement une maladie de pépinière

TABLEAU III. — Caractéristiques de quelques maladies mortelles du cocotier

Maladies	Jaunissement mortel de Jamaïque Maladie de Kaincopé Maladie de Kribi	Cadang-Cadang	Pourriture sèche du cœur	Maladie des Nouvelles-Hébrides
Symptômes débutants, caractéristiques	Chute des noix. Brunissement précoce des extrémités des épillets des inflorescences des feuilles 9-8.	Coloration jaune bronze des feuilles basses due à la présence de taches jaune vif sur les folioles. Persistance des stipules même sur les feuilles détachées du stipe.	En pépinière et dans le jeune âge, réduction de croissance de la flèche, taches jaune à vert clair sur la flèche, contiguës.	Taches brun-jaune huileuses sur foliole à la base d'une feuille moyenne. Dessèchement du bord des pétioles.
Evolution des symptômes	Jaunissement des feuilles basses puis coloration bronze et dessèchement, nécrose brun cuivré sur folioles des jeunes feuilles.	Développement centripète (vers le haut) des symptômes.	Dessèchement de la flèche, jaunissement des feuilles (centrifuge), brunissement et dessèchement.	Jaunissement généralisé des feuilles moyennes, puis dessèchement et cassure. Jaunissement des feuilles basses, puis hautes. Rémission sur GRL.
Inflorescence et noix	Chute des noix, dessèchement des inflorescences.	Production de nombreuses petites noix, puis réduction lente de la production.	Maladie inconnue sur des arbres adultes.	Pas de chute de noix.
Symptômes internes	Très tardivement : développement d'une pourriture à la base de la flèche.	—	Pourriture sèche liégeuse dans le cœur, sous le bourgeon, lentilles dans les pétioles et rachis des jeunes feuilles.	Pas de symptômes internes.
Sensibilité variétale	Très nombreux cultivars sensibles, par contre NRM et MAYPAN assez tolérants, peu fréquent avant 5 ans.	Local Philippines, pas de test de comportement, apparaît sur arbres âgés.	NRM et GRL et NJM sensibles. GOA assez tolérant.	GNH et GNH × GRL résistants. NRM, GMV, GRL sensibles.
Mort	3-6 mois.	Mort très lente.	Assez lente (3-8 mois).	Variable suivant le matériel végétal.
Agent causal ou associés.	Mycoplasmes.	Viroïdes.	Peut-être mycoplasme.	Inconnu.
Vecteurs	Inconnu.	Inconnu.	Delphacides.	Inconnu.

pouvant parfois affecter des cocotiers d'un ou deux ans en plantation. Elle se traduit par un dessèchement de la flèche et une pourriture sèche, d'aspect liégeux dans le cœur, entraînant un jaunissement lent et centrifuge des feuilles. La mort du plant ne survient que plusieurs mois après l'apparition des premiers symptômes (6-8 mois). Le terme général de Wilt regroupe des maladies associées à des organismes différents ; dans le cas de l'anneau rouge, il s'agit d'un nématode, dans celui du Hartrot, d'un phytomonas, mais nombreux sont encore les Wilt dont la cause est inconnue (Trinidad, Inde).

Dans ce vaste ensemble des maladies du cocotier, le dépérissement des Nouvelles-Hébrides présente des symptômes tout à fait particuliers. Le jaunissement débute sur une feuille moyenne au tiers supérieur environ de la couronne, la progression du jaunissement est d'abord centrifuge, vers les feuilles basses, puis centripète, vers les jeunes feuilles. L'absence de chute de noix est un symptôme supplémentaire qui différencie bien la maladie des Nouvelles-Hébrides de celles des jaunissements mortels et de la pourriture sèche du cœur [2]. Contrairement aux différents dépérissements, qui se sont manifestés d'abord sur le cocotier local, la maladie des Nouvelles-Hébrides est apparue pour la première fois sur du matériel végétal introduit et n'est pas connue sur le GNH. La sensibilité de ce GNH au jaunissement mortel à la Jamaïque d'une part, l'extrême sensibilité du NRM à la maladie des Nouvelles-Hébrides comparée à sa tolérance vis-à-vis du jaunissement mortel d'autre part, sont des éléments qui, ajoutés aux différences de symptômes, permettent de bien dissocier le jaunissement mortel du dépérissement des Nouvelles-Hébrides

et font que cette maladie ne s'apparente pas aux autres maladies connues du cocotier ailleurs dans le monde.

## V. — DONNÉES DE PRODUCTION

La sélection massale conduite depuis 1962 sur le Grand Nouvelles-Hébrides et l'exploitation de l'hérédité de certains facteurs de la production ont permis d'améliorer la productivité du cocotier local et les sélections, proposées actuellement pour les programmes de développement, permettent d'obtenir des rendements de 2,5 t de coprah/ha.

La production de l'hybride GNH × GRL est supérieure à celle du Grand Nouvelles-Hébrides sélectionné d'environ 30 p. 100, et cet hybride est actuellement vulgarisé ; le gain est dû à la fois à l'augmentation du nombre de noix et à l'amélioration de la teneur en coprah (Tabl. IV). Il représente un bon résultat pratique pour l'amélioration de la productivité de la cocoteraie hébridaise. De plus, il résiste aussi bien que le GNH aux cyclones.

## VI. — RECHERCHES SUR L'ÉTIOLOGIE DE LA MALADIE

Aucune observation ne permet actuellement de définir la nature exacte de la maladie affectant les variétés introduites, malgré la mise en place de dispositifs expérimentaux.

Les résultats de diagnostics foliaires, réalisés sur des cocotiers sains et malades, confirment que la

TABLEAU IV. — Production comparée du GNH et de l'hybride GNH × GRL  
(Comparison of NHT yield to NHT × RLT hybrid)

	Age (ans — years)					Moyennes s/4 ans (Average over 4 years)	p. 100	
	4 1/2	5 1/2	6 1/2	7 1/2	8 1/2			
GNH × GNH (NHT × NHT)	Nombre de noix/arbre (N° of nuts/ tree) .....	0,4	42,2	116,0	93,4	90,8	85,6	<b>100</b>
	Coprah/noix (Copra/nut) .....	148	182	181	188	180	183	<b>100</b>
	Coprah/arbre (Copra/tree) ..		7,7	21,0	17,5	16,3	15,6	<b>100</b>
	Coprah/ha (Copra/ha) — 135 ar- bres (trees)/ha .....		1 040	2 830	2 370	2 210	2 110	<b>100</b>
GNH × GRL (NHT × RLT)	Nombre de noix/arbre (N° of nuts/ tree) .....	0,2	44,1	134,7	89,9	98,6	91,8	<b>107</b>
	Coprah/noix (Copra/nut) .....	188	233	219	229	220	223	<b>122</b>
	Coprah/arbre (Copra/tree) ...		10,3	29,5	20,6	21,7	20,5	<b>131</b>
	Coprah/ha (Copra/ha) — 135 ar- bres (trees)/ha .....		1 390	3 980	2 720	2 930	2 770	<b>131</b>

L'augmentation de production du coprah à l'hectare est de 31 p. 100 en faveur de l'hybride GNH × GRL. Elle est surtout due à l'élévation du coprah/noix (The increase in copra yield/ha is 31 p. 100 in favour of the NHT × RLT hybrid. This is mainly due to the increase in copra/nut).

maladie n'est pas en relation avec des déséquilibres nutritionnels, au niveau des éléments majeurs ou des oligoéléments. L'existence de la maladie n'est pas en relation avec la nature du sol.

Des analyses ont montré que les sols sont assez pauvres en nématodes ; ils contiennent des germes parasites tels que *Meloidogyne*, *Rotylenchus*, *Helicotylenchus* et *Xiphinema*. Des applications de différents nématicides ont été réalisées et les résultats confirment que la nématofaune, vecteur possible de virus, n'est pas liée à l'apparition de la maladie.

Des isolements ont été réalisés, dans toutes les parties de la plante présentant des symptômes de la maladie, pour rechercher les champignons parasites. Un certain nombre de champignons ont été mis en évidence, mais ils sont très communs et ne peuvent en aucun cas provoquer le dépérissement brutal du cocotier.

Il n'a pas été possible de transmettre la maladie par voie mécanique à partir d'implants prélevés dans le stipe ou les pétioles d'inflorescences de cocotiers malades et « greffés » sur des arbres sains.

Des Nains Rouges Malaisie traités à la tétracycline ne présentent, pour le moment, aucune rémission de symptômes.

Une approche du problème en microscopie électronique a été réalisée [5]. Les examens de coloration négative, l'étude de coupes fines au microscope électronique n'ont pas permis de mettre en évidence ni particules de type viral, ni organismes procaryotes (mycoplasmes, bactéries, Rickettsies) dans les cocotiers malades, aucune altération structurale au niveau

des faisceaux libéro-ligneux, qui caractérise la présence de ces organismes, n'a été observée.

Actuellement, les recherches en cours portent, en plus de l'observation au champ d'une quarantaine d'hybrides et variétés, sur les traitements à la tétracycline d'arbres, en début de symptômes de maladie, avec des doses accrues d'antibiotiques (48 g de terramycine par an en 6 injections) et sur l'étude du rôle possible d'insectes (essais sous cages, injections d'insecticides systémiques dans les stipes de cocotiers). Un premier inventaire faunistique dans la cocoteraie, et son environnement, a permis de mettre en évidence la présence de 150 homoptères représentés par 21 espèces et 7 familles.

## CONCLUSION

Les études entreprises sur la maladie du cocotier aux Nouvelles-Hébrides ne permettent pas actuellement de définir la nature du dépérissement, ni de penser qu'il pourrait être de même type que les jaunissements mortels observés en Afrique ou en Jamaïque.

Cependant, avant d'avoir identifié l'agent causal, il a été possible d'obtenir déjà un résultat pratique intéressant en mettant en évidence la résistance de l'hybride GNH × GRL dont la production est supérieure de 30 p. 100 à celle du cocotier local amélioré. Ce résultat justifie le bien-fondé de la politique et des efforts de l'I. R. H. O. dans sa recherche de variétés plus productives et résistantes à la maladie.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] BIGORNIA A. E. (1977). — Evaluation and trends of researches on the coconut Cadang-Cadang disease. *Philip. J. Cocon. Stud.*, 2 (1) p. 5-34.
- [2] CHIARAPPA L. (1979). — The probable origine of lethal yellowing and its co-identity with other lethal disease of coconut. 5th Session of the FAO technical working party on coconut, December 1979, Manila (Philippines).
- [3] DOLLET M., GIANNOTTI J. (1976). — Maladie de Kaincopé : présence de mycoplasmes dans le phloème des cocotiers malades. *Oléagineux*, 31, N° 4, p. 167-171.
- [4] DOLLET M. *et al.* (1977). — Etude d'un jaunissement léthal des cocotiers au Cameroun : la maladie de Kribi. Observation d'organismes de types mycoplasmes. *Oléagineux*, 32, N° 7, p. 317-322.
- [5] DOLLET M. et TAFFIN G. de (1979). — Progress report on the virological study of the New Hebrides coconut disease. I. R. H. O. Documentation, N° 1437.
- [6] GRYLLS N. E., HUNT P. (1971). — A review of the study of the aetiology of the coconut lethal yellowing disease. *Oléagineux*, 26, N° 5, p. 311-315.
- [7] GRYLLS N. E. (1976). — « La maladie » of coconutpalms in the New Hebrides, *Mimeo. Report*.
- [8] JULIA J. F. (1979). — Mise en évidence et identification des insectes responsables des maladies juvéniles du cocotier et du palmier à huile en Côte-d'Ivoire. *Oléagineux*, 34, N° 8-9, p. 385-393.
- [9] NUCÉ de LAMOTHE M. de *et al.* (1980). — Premier bilan de 12 années de recherches génétiques sur le cocotier en Côte-d'Ivoire. Preneurs résultats. *Oléagineux*, 35, N° 3, p. 131-144.
- [10] QUILLEC G. *et al.* (1978). — Les maladies du cocotier dans le jeune âge. Causes et méthodes de lutte. *Oléagineux*, 33, N° 10, p. 495-501.
- [11] RENARD J. L. (1974). — Le dépérissement du cocotier aux Nouvelles-Hébrides. *Rapport I. R. H. O. dactylographié*.
- [12] RENARD J. L. *et al.* (1975). — Une nouvelle maladie du cocotier en pépinière. Symptômes, moyens de lutte. *Oléagineux*, 30, N° 3, p. 109-112.
- [13] RENARD J. L. et MORIN J. P. (1978). — Méthodes d'études de maladies d'étiologie inconnue sur cocotier. Mise en évidence d'une composante déterminante du biotope : les insectes (Communication présentée en Juin 1978 à l'International Conference on Cocoa and Coconut, Kuala-Lumpur).

## SUMMARY

**Tolerance of the hybrid coconut Local × Rennell to New Hebrides disease.**

C. CALVEZ, J. L. RENARD and G. MARTY, *Oléagineux*, 1980, 35, N° 10, p. 443-451.

A coconut wilt of unknown etiology exists in the New Hebrides on different types of introduced coconuts. Comparative tests on hybrids planted in 1969 showed the immunity of the New Hebrides Tall and the almost total resistance of the New Hebrides Tall × Rennell tested over 10 years, whereas the other hybrids or cultivars are sensitive. Although the NHT × RLT hybrid is not as precocious as the Dwarf × Tall cross, it represents a good practical result as regards improvement of coconut productivity in the New Hebrides by producing 30 p. 100 more copra/ha than the improved local NHT variety. It also has good resistance to cyclones. This example shows the advantage of introductions and crosses between varieties when a phytosanitary problem offers an obstacle to the improvement of coconut production. At present, the behaviour in the face of the disease of 42 Dwarf × Tall and Tall × Tall hybrids is being studied; some Dwarf × Tall crosses are promising.

## RESUMEN

**Tolerancia del cocotero híbrido Local × Rennell a la enfermedad de Nuevas Hébridás.**

C. CALVEZ, J. L. RENARD y G. MARTY, *Oléagineux*, 1980, 35, N° 10, p. 443-451.

Un marchitamiento del cocotero de etiología desconocida se observa en Nuevas Hébridás en diversos tipos de cocoteros introducidos. Pruebas comparativas de híbridos sembrados en 1969 evidenciaron la inmunidad del Alto de Nuevas Hébridás y la resistencia casi completa del cruzamiento ANH × ARL (Alto Nuevas Hébridás × Alto Rennell) probado a través de 10 años, cuando los demás híbridos o cultivares resultan sensibles. A pesar de no ser tan interesante el híbrido ANH × ARL al nivel de la precocidad como un cruzamiento Enano × Alto, sin embargo representa un buen resultado práctico para la mejora de la productividad del cocotero en Nuevas Hébridás, por su producción de copra/ha que supera en un 30 p. 100 a la variedad local ANH mejorada. Además tiene una buena resistencia a los ciclones. Este ejemplo muestra el interés de las introducciones y cruzamientos entre variedades ante el obstáculo que representa un problema sanitario cuando uno se propone mejorar la productividad del cocotero. Ahora se estudia el comportamiento de 42 híbridos Enano × Alto y Alto × Alto con la enfermedad; ciertos cruzamientos Enano × Alto resultan prometedores.

## Tolerance of the hybrid coconut Local × Rennell to New Hebrides disease

C. CALVEZ (1), J. L. RENARD (2), G. MARTY (3)

## INTRODUCTION

Coconut growing on a large scale began in the New Hebrides around the turn of the century.

The plantations made with the local variety are old, and have received little maintenance, so the yield is rarely over 1 ton copra/ha. The main aim of opening a Research station for coconut, apart from developing appropriate growing techniques, was thus to improve the local variety and introduce planting material of various origins, to constitute a gene

collection, the indispensable basis for the creation of high-yielding hybrids.

There is no doubt about the success of such a program [9]; unfortunately, in the New Hebrides the cultivars introduced were struck by a wilt the origin of which is still unknown, thus compromising the plan for the extension of a high-yielding Dwarf × Tall hybrid. Manciot (4) has the merit of having been the first to study this disease in connection with the agronomic factors. Renard [11] reviewed the situation in 1974, Grylls [7] made a study of it in 1976.

## I. — BACKGROUND

In December 1962, the first Green Dwarf (5), Niu-Leka (5), Red Dwarf and Rennell seeds were introduced into the Research station and planted on a 9-ha plot.

In 1965, wilt appeared on the Red Dwarfs, 18 months after planting, then the symptoms occurred on Rennell, Niu-Leka and Green Dwarf.

(1) Director of the I. R. H. O. Station at Saraoutou, B. P. 89, Santo (Vanuatu).

(2) Director of the Phytopathology Department, I. R. H. O., B. P. 8 Dabou (Ivory Coast).

(3) Field Manager, I. R. H. O., B. P. 89, Santo (Vanuatu).

(4) Director of the I. R. H. O. Station at Saraoutou from 1962 to 1977.

(5) These are in fact illegitimate coconuts which do not have the expected phenotype.

The same symptoms appeared 20 months after planting on the Malayan Talls, planted in 1965 on the plot next to the previous one.

The disease was then observed from 1968 to 1971 on other islands, always in introduced varieties. Mortality was heavy, and sometimes reached nearly 90 p. 100 of the plants 7 years after planting for some varieties, for example MRD, whereas the NHT was untouched.

New comparative hybrid tests were set up in 1969 on two plots (P33, P43); 4 Dwarf × Tall hybrids (MRD × MLT, MRD × PYT, MRD × WAT; MRD × RLT), 3 Tall × Tall hybrids (NHT × RLT (6); RLT × SNT, RLT × MLT) and 3 NHT, MVT and RLT varieties were studied in these experiments (see the code of the introductions. Table I).

## II. — SYMPTOMATOLOGY OF THE DISEASE

### 1. — On Malayan Red Dwarf.

The yellowing of the leaflets at the base of a middle leaf of the crown (generally rank 7 to 13) is the first visible sign of the disease. This coloration spreads towards the tip of the leaf and also affects the nearby leaves (2 and 3).

The leaf gradually turns brown from the tip of the leaflets then dries up from the top to the bottom; the stalk breaks at a variable distance from the stem; the leaves at the base of the crown remain green longer, so that even when all the middle leaves hang down along the stem, the coconut has a lower stage of green to green-yellow leaves, which are more or less horizontal, and a tuft of erect leaves at the top (Fig. 1).

In a later stage, the lower leaves turn yellow, then brown and dry out. Only the young leaves remain. Their growth is very much slowed down, and leaf I is often stunted. The few leaves which remain in this state for a few weeks finally turn yellow and dry out completely.

Closer observations show that as soon as the first signs of yellowing occur, the leaflets are covered with small brown spots, round and sometimes zoned. Moreover, the yellowing is not uniform; in the first stage, in particular, the half of the leaf least exposed to the sun remains green longer than the other (Fig. 2).

The edges of the stalks of the yellowing leaves decay; drying mounts from the base and up to the level at which the first leaflets are inserted (Fig. 3). Then the whole thickness of the stem is affected, as well as the fibrous tissue around the stem. Sometimes, especially in rainy periods, the spathes of the young inflorescences in the axil of these leaves turn brown prematurely from the top down, then rot entirely. The spathes already visible do not open.

On the young inflorescences, the tips of the spikelets dry up rapidly, and the very young nuts or flowers turn brown and fall. The nuts already formed develop slowly but remain fixed to the diseased tree for some time.

Total drying of the crown and the death of the coconut generally occur with no sign of rot in the bud. At most, in some cases, there is the start of external stem-rot in the zone where the tissues are only a little woody, at the site of leaf scars left by the lowest leaves of the crown which fell prematurely. Apart from this case, the stem presents no external or internal symptoms.

The root system of the trees which show the first symptoms is healthy. At an advanced stage of the disease, the rootlets begin to dry up, then the secondary and primary roots are affected by a dry, brown rot, which starts at the tips. Towards the end, when the coconut has only a terminal leaf bunch left, 20 to 50 p. 100 of the roots are brown at the level of the root bulb, and all the roots rot quickly. This development indicates that the appearance of these symptoms is not due to rotting of the root system, but to the lack of chlorophyll assimilation causing root asphyxia. Note that no insects were observed inside the roots.

### 2. — On other varieties.

The Red Dwarf presents the most typical and marked symptoms of the disease.

The general appearance of a diseased coconut in the other sensitive varieties is similar to that of the Red Dwarf. However, in some cases, the symptoms are slightly different. For example, on RLT, the foliage is « bronzed » and the first leaves to be affected are generally those at the base, as is the case for the RLT × SNT hybrid. The necroses which appear on the edges of the leaf stalk begin about 50 cm from the first leaflets, and not where they are inserted as is the case for the Red Dwarf.

On the convex side of the leaf stalk, the oily green spotting, normal on a healthy RLT coconut, is more pronounced on a sick tree.

(6) Plants from artificial pollination carried out at Saraoutou with pollen from Belonna trees, planted at Yandina and considered to be very close if not identical to Rennell.

MRD × RLT present similar symptoms to MRD.

The trees from the other varieties generally survive longer than the Red Dwarf. In that case, leaf emission is reduced and the stem shrinks in diameter as the bud continues to grow. The leaves fall, and the stem turns green in the empty spaces left. The tree dies slowly due to lack of leaf emission.

Contrary to the Red Dwarfs, which inevitably die from the disease, there is sometimes remission and even complete recovery in RLT.

## III. — VARIETAL SENSITIVITY

Comparative hybrid tests were planted in 1969 in two designs: on plot 33, the hybrids and cultivars are planted in individual rows; on plot 43, they are planted in elementary plots of 18 plants (6 plants × 3 rows).

On plot 33, the first cases appeared during the first half of 1973, on the Eastern edge of the plot. The disease spread from East to West, the South-Western zone of the plot being affected last; as it spread, the NHT × NHT and the NHT × RLT were spared (Fig. 4 and Table II). The crosses with MRD are the most sensitive, and those with NHT the most tolerant (Fig. 5).

On plot 43, the first diseased trees appeared in 1974. From 1974 to 1976, the disease developed quite slowly, then it spread rapidly on trees of Markham Valley origin. In 1978, the first cases appeared on RLT and RLT × SNT. As in the case of plot 33, the New Hebrides origin introduced notable tolerance into the crosses, whereas the Red Dwarf and RLT predispose the crosses to sensitivity. The Markham Valley origin is very sensitive (Fig. 6). Note also that at the same age (10 years) more than 50 p. 100 of the MLT, planted in 1962 on plot 01, were affected by the disease. In replantings on the same plot, an average 3.3 p. 100 of the Dwarf × Tall and 8.8 p. 100 of the Red Dwarfs planted in 1974 were diseased at 5 years old.

## IV. — COMPARISON WITH OTHER COCONUT DISEASES (Table III — opposite)

There are many coconut diseases throughout the world. Lethal yellowing is undoubtedly responsible for the heaviest damage. Precocious nut fall and yellowing from the lowest to the high-est leaves are the most characteristic symptoms of the disease, which occurs in Jamaica [6], Florida and West Africa, in Togo [3], as well as in Ghana and the Camerouns [4], where it is known as Kaincope disease and Kribi disease respectively. Cadang-Cadang [1] in the Philippines generally appears on old coconuts and is marked by yellowing of the foliage and by the persistence of stipules on the leaves; this disease kills the tree very slowly. Dry bud rot [8, 10, 12, 13], mainly a nursery disease, which can sometimes affect one or two year old coconuts in plantation. Symptoms are drying up of the spear and a dry, corky-looking rot of the bud, which cause slow and centrifugal yellowing of the leaves. The plant only dies 6 to 8 months after the first symptoms appear. The general term « wilt » covers diseases associated with different organisms; in the case of red ring, it is a nematode; in the case of Hartrot, it is a phytomonas, but there are still many wilts of which the cause is unknown (Trinidad, India).

Among the large group of coconut diseases, New Hebrides wilt has very specific symptoms. Yellowing begins on a middle leaf at about the upper third of the crown, and proceeds centrifugally at first towards the lower leaves, then centripetally towards the younger ones. The fact that the nuts do not fall is an additional symptom which clearly distinguishes New Hebrides disease from the lethal yellowings and from dry bud rot [2]. Contrary to different wilts which first appeared on local coconut, New Hebrides disease first occurred on introduced planting material and is unknown on New Hebrides Tall. The sensitivity of this same NHT to Lethal Yellowing in Jamaica on the one hand, and the extreme sensitivity of MRD to New Hebrides disease compared to its tolerance to Lethal Yellowing on the other hand, are features which, added to differing symptoms, clearly distinguish Lethal Yellowing from New Hebrides wilt and make this disease unlike other known coconut diseases elsewhere in the world.

## V. — PRODUCTION DATA

Mass selection, conducted since 1962 on NHT, and the exploitation of the heritability of certain production factors, have improved the productivity of the local coconut, and with the selections now being proposed for the development programs, it is possible to obtain 2.5 t copra/ha.

The yield of the NHT × RLT hybrid is higher than that of the selected NHT by about 30 p. 100, and this hybrid is now being extended; the increase is due both to the larger number of nuts, and to the improvement in copra content (Table IV).



TABLE III. — Characteristics of some lethal coconut diseases

Diseases	Jamaican lethal yellowing Kaincope disease Kribi disease	Cadang-Cadang	Dry bud rot	New Hebrides disease
Characteristic early symptoms	Nuts fall. The border of the spikelets on the inflorescences of leaves 9-8 turn brown prematurely.	Bronze-yellow colouring of lower leaves due to bright yellow spots on leaflets. Stipules remain, even on leaves detached from stem.	In nursery and when young, reduced spear growth, yellow to light green contiguous spots on spear.	Oily brown-yellow spots on leaflet at base of middle leaf. Leaf stalk edge dries out.
Evolution of symptoms	Lower leaves turn yellow then brown, and dry out, coppery-brown necrosis on leaflets of young leaves.	Centripetal development (upwards) of symptoms.	Spear dries out, leaves turn yellow (centrifugal) then brown and dry out.	Middle leaves turn completely yellow, then dry out and break. First lower, then upper leaves turn yellow. Remission on RLT.
Inflorescences and nuts	Nuts fall, inflorescences dry out.	Many small nuts produced, then yield drops slowly.	Disease unknown on adult trees.	Nuts do not fall.
Internal symptoms	At very late stage : rot develops at spear base.	—	Corky dry rot in bud under growing point, spots on petioles and rachis of young leaves.	No internal symptoms.
Varietal sensitivity	Numerous sensitive cultivars, while MRD and MAYPAN rather tolerant, rare before 5 years old.	Local Philippine, no performance test, appears on old trees.	MRD, RLT, MYD sensitive. WAT fairly tolerant.	NHT, NHT × RLT resistant. MRD, MVT, RLT sensitive.
Death	3-6 months.	Very slow.	Rather slow (3-8 months).	Varies according to planting material.
Causal or associated agent	Mycoplasmas.	Viroids.	May be mycoplasmas.	Unknown.
Vectors	Unknown.	Unknown.	Delphacidae.	Unknown.

This represents a good practical result as regards improvement of the productivity of the New Hebrides coconut groves. Furthermore, it is as resistant as NHT to cyclones.

#### VI. — RESEARCH ON THE ETIOLOGY OF THE DISEASE

No observations have yet enabled the exact nature of the disease affecting the introduced varieties to be defined, in spite of the implantation of experimental designs.

The results of leaf analyses carried out on healthy and diseased coconuts confirm that the disease is not related to nutritional imbalances in major elements or micro-nutrients. Nor is there any connection between the presence of the disease and the nature of the soil.

Analyses have shown that there are few nematodes in the soils, which contain parasitic germs like *Meloidogyne*, *Rotylenchus*, *Helicotylenchus* and *Xiphinema*. Various nematocides were applied, and the results confirm that the nematofauna, a possible virus vector, is not linked to the appearance of the disease.

Isolations were carried out in all parts of the plant with disease symptoms, to seek for parasite fungi. A certain number were found, but they are very common, and could never provoke such sudden wilting of the coconut.

It was impossible to transmit the disease mechanically through implants taken from the stem or the stalks of inflorescences of diseased coconuts and « grafted » onto healthy trees.

MRD treated with tetracycline have not yet shown any remission of the symptoms.

An approach using electronic microscopy was tried [5]. The examination of negative stainings, the study of thin sections under the electronic microscope, did not reveal any virus-type particles, nor procaryotic organisms (mycoplasmas, bacteria, Rickettsia) in the diseased coconuts; and there was no structural alteration in the wood-and-bast bundles characteristic of the presence of such organisms.

In addition to observations in the field on about 40 hybrids and varieties, current research bears on tetracycline treatment of the trees with early symptoms of the disease, on increased antibiotic doses (48 g terramycine per year in 6 injections) as well as on the study of the possible role of insects (trials in cages, injections of systemic insecticides in the stems). A first inventory of the fauna in the coconut groves and its environment showed there were 150 *Homoptera* represented by 21 species and 7 families.

#### CONCLUSION

The studies of the New Hebrides coconut disease have not yet enabled its precise nature to be defined, nor can it be thought that it is of the same type as the lethal yellowings observed in Africa or Jamaica.

However, even before the causal agent has been identified, it has been possible to arrive at interesting practical results by showing the resistance of the NHT × RLT hybrid, whose yield is over 30 p. 100 higher than that of the improved local coconut. This result justifies the I. R. H. O.'s policy and efforts in its search for more productive and disease-resistant varieties.