

Le dépérissement foliaire du cocotier par *Myndus taffini* (DFMT) : nouveaux résultats ⁽¹⁾

J. F. JULIA (2), M. DOLLET (3), J. RANGLES (4), C. CALVEZ (5)

Résumé. — Cette communication fait un rappel des recherches qui ont abouti à l'identification de l'Homoptera Cixiidae *Myndus taffini* comme vecteur du DFMT, un dépérissement connu seulement au Vanuatu où il affecte uniquement les variétés introduites et épargne le Grand de Vanuatu (GVT). Des expériences sur le nombre d'adultes de *M. taffini* nécessaires à la transmission du DFMT ont montré que les symptômes peuvent être obtenus facilement sur des jeunes plantules de Nain Rouge de Malaisie (NRM), même après une exposition très courte ou avec une quantité très limitée d'insectes introduits. Ces résultats semblent plus en faveur de l'hypothèse d'un agent causal de type viral que de celle d'un organisme du type mycoplasme ou, encore, d'une toxine. Deux essais du traitement d'arbres adultes et de plantules par l'oxytétracycline hydrochlorure n'ont pas mis en évidence un effet quelconque de l'antibiotique, et ont montré indirectement que le DFMT, au contraire des Jaunissements mortels d'Afrique et d'Amérique, n'est pas causé par un organisme du type mycoplasme. Les études sur la sensibilité au DFMT des cultivars et croisements de cocotiers, conduites directement en plein champ ou après exposition à *M. taffini* en cages à insectes, sont décrites et les difficultés pratiques rencontrées sont exposées. Un classement des différents types de cocotiers selon leur sensibilité au DFMT est proposé, sous réserve de certaines vérifications. Les résultats obtenus avant 1981 sur la résistance du Grand de Vanuatu (GVT) et la tolérance du croisement avec le Grand Rennell (GVT × GRL) sont confirmés. D'autres résultats se dessinent, notamment la haute tolérance manifestée jusqu'à présent par les hybrides entre le Nain Rouge « local » et le Grand Local (NRV × GVT).

INTRODUCTION

Rappel des recherches ayant amené la découverte du vecteur M. taffini en 1981-82.

En 1981, des expériences d'introduction d'insectes en cage avaient été entreprises, parallèlement à la réalisation d'un inventaire des espèces susceptibles de transmettre le dépérissement qui affecte au Vanuatu les variétés de cocotier introduites dans ce pays, mais qui épargne la variété Grand Local GVT.

L'inventaire n'avait permis de suspecter que *M. taffini*, nouvelle espèce, Homoptera Cixiidae, toujours présente en zone de foyer maladié avec des gradients superposables à ceux de la maladie. Les essais en cage ont ensuite confirmé que seul *M. taffini* transmettait la maladie sur plus de 90 p. 100 des cocotiers sensibles exposés en cage et ce, avec des délais d'incubation de l'ordre de 6 à 13 mois.

Ce sont les adultes de cet insecte qui fréquentent le feuillage des cocotiers alors que les larves se développent, sous terre, sur les racines du « Bourao », *Hibiscus tiliaceus*, qui est le seul site de ponte observé jusqu'ici.

MÉTHODES ET RÉSULTATS

1. — Etudes de la transmission du DFMT en cage.

Ces études ont pour but de définir l'infestation par *M. taffini* et la durée d'exposition qui suffisent pour obtenir

(1) Communication présentée à l'International Conference on Cocoa and Coconuts, 15-17 octobre 1984, Kuala Lumpur (Malaisie).

• Cette communication fait suite à l'article publié en 1982 : « *Myndus taffini* (Homoptera Cixiidae), vecteur du dépérissement foliaire des cocotiers au Vanuatu » [7].

(2) Entomologiste IRHO/CIRAD, Station de Saraoutou, B.P. 89 Santo (Vanuatu).

(3) Département Virologie, IRHO/CIRAD, B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex (France).

(4) Virologue, Waite Agricultural Research Institute, Adelaide (Australie)

(5) Directeur de la Station IRHO/CIRAD de Saraoutou, B.P. 89, Santo (Vanuatu).

100 p. 100 de transmission du DFMT sur la variété sensible NRM. Ces études peuvent permettre d'obtenir de précieux renseignements pour situer la nature de l'agent pathogène et, naturellement, pour la conduite en cage des tests de sensibilité de cultivars et croisements de cocotiers au DFMT.

a) Essai N° 51. — Nombre de *M. taffini* nécessaire à la transmission sur jeunes plantules de NRM mises en cages individuelles de 20 cm de diamètre.

Le NRM a bien sûr été choisi pour sa grande sensibilité au DFMT et parce qu'il manifeste le plus typiquement les symptômes de ce dépérissement. Il est important de démontrer la possibilité de transmission du DFMT sur plantule de 20 cm de hauteur car c'est un matériel très aisé à manipuler et qui peut être envoyé à des laboratoires de virologie. Dix répétitions ont été réalisées de septembre 82 à septembre 83 pour comparer au départ des doses de 1 500 à 2 500 insectes apportées par plant en 3 à 7 semaines (10 à 150 insectes/plantule/jour ouvrable) puis, par la suite et dans les mêmes conditions, des doses de 100 à 1 500 insectes/plant. La durée de survie des insectes a été de 4 jours en moyenne.

Le tableau I montre qu'au 15/4/1984 tous les plants soumis à *M. taffini* sauf un (dose 100 insectes introduits en juin 1983) ont été atteints par le DFMT. Les témoins sans *Myndus* sont tous restés indemnes.

La transmission sur jeunes plantules de NRM est donc aisément réalisable et la dose minimale nécessaire en cage individuelle pour l'obtention de 100 p. 100 de transmission est inférieure à 500 *M. taffini* introduits en 20 à 45 jours.

b) Essai N° 53. — Durée d'exposition nécessaire en grande cage pour la transmission du DFMT sur plants de NRM (Tabl. II).

Les temps d'exposition ont été choisis au hasard et donc indépendamment du nombre moyen d'insectes apportés par plant et par jour ; nombre qui, en fait, a été remarqua-

TABLEAU I. — Essai (Trial) N° 51 — Nombre de *M. taffini* nécessaire à la transmission du DFMT sur plantules en petites cages individuelles
(Number of *M. taffini* required for transmission of DFMT to seedlings in small individual cages).

0	Total d'insectes progressivement introduits (Total No of insects introduced progressively)								N° de répétition (Replication number) Dates et durée (jours) (Dates & duration-days)		
	100	250	500	750	1 000	1 500	2 000	2 500			
0	•	•	+	•	+	•	+	+	1 :	27/9-12/11/82	47
0	•	•	+	•	+	•	+	+	2 :	17/10-10/11/82	25
0	•	•	+	•	+	•	+	+	3 :	15/11-09/12/82	25
0	•	•	+	•	+	•	+	+	4 :	17/12/82-18/01/83	33
0	•	•	+	•	+	•	+	+	5 :	01/03-25/03/83	25
0	•	•	+	+	+	+	•	•	6 :	01/04-27/04/83	27
0	+	+	+	+	•	+	•	•	7 :	05/05-26/05/83	22
0	0	+	+	+	•	+	•	•	8 :	03/05-23/06/83	21
0	+	+	+	+	•	+	•	•	9 :	20/07-24/08/83	36
0	+	+	+	+	•	+	•	•	10 :	01/09-21/09/83	21
0/10	3/4	4/4	10/10	5/5	6/6	5/5	5/5	5/5	Nbre de transmissions/nbre de plants No of transmissions/No of plants		

- = dose non testée dans la répétition en cours (untested dose in current replication).
- 0 = dose testée, pas de transmission (tested dose, no transmission).
- +

+ = dose testée, transmission du DFMT (tested dose, transmission of DFMT).

blement stable : $24 \pm 1,6$. Chacun des lots de NRM utilisé comprenait 10 plants.

Tous les plants en essai, pour chacune des durées d'exposition comparées, ont contracté le DFMT. Dans les conditions de cette expérience en grande cage, la plus courte durée d'exposition à l'insecte, 5 jours, qui a correspondu à une infestation moyenne de 120 *M. taffini* par plant, s'est donc avérée suffisante pour l'obtention de 100 p. 100 de transmission du DFMT sur NRM.

Ce résultat confirme que la dose choisie dans les essais en grande cage, destinés à établir la sensibilité des cultivars et croisements de cocotier comparativement au NRM (1 500 insectes/plant apportés en 10 à 20 semaines d'exposition), correspond à une très forte épidémicité. Il justifie, par ailleurs, l'étude d'expositions à *M. taffini* égales ou inférieures à 24 h.

TABLEAU II. — Essai (Trial) N° 53. — Transmission du DFMT selon la durée d'exposition en grande cage
(Transmission of DFMT according to exposure time in large cages).

Objet (Treatment)	Exposition (Exposure)		Infestation cumulée (Cumulative infestation) moyenne (/plant)	DFMT (DFMT) P. 100 transmis 10 plants/objet (/treatment)
	Périod(e) 1983	Durée (Duration) (jours-days)		
A	20/07-04/08	15	360	100
B	5/08-10/08	5	120	100
C	5/08-16/08	10	240	100
D	10/08-11/09	31	744	100
E	16/08-06/09	20	480	100
F	6/09-30/09	25	600	100
G	12/09-30/09	20	480	100

c) Essai N° 54. — Etude de la probabilité de transmission du DFMT selon le nombre d'insectes introduits en une seule fois et maintenus seulement 24 h en petites cages individuelles.

Cet essai a été mis en place avant l'obtention des résultats de l'essai 53.

On a tenu compte des résultats qui se dessinaient dans l'essai 51 et utilisé les mêmes cages et des plantules de NRM de 20 cm de hauteur. Sur la suggestion du Dr Randles, l'exposition a été limitée à 24 h et les quantités d'insectes étudiées ont constitué une progression logarithmique. Les doses arrêtées ont été de 0, 25, 50, 100, 200, 400, 800 *M. taffini*/plant/24 h et 12 répétitions ont été réalisées fin septembre 1982.

Au 15/4/84, les résultats provisoires de l'essai 54 semblent montrer que la probabilité de transmission est proportionnelle au logarithme du nombre d'insectes introduits et maintenus 24 h (Fig. 1). Il n'y a pas eu de DFMT dans le contrôle « sans insecte ».

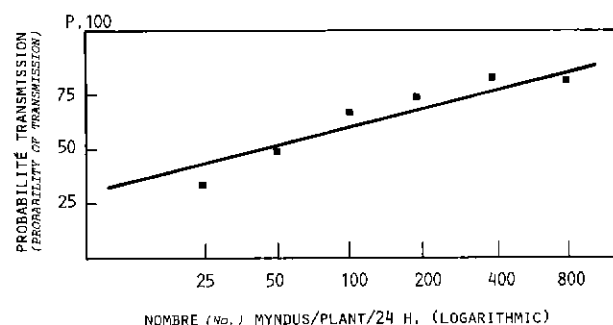


FIG. 1. — ES 54 — Probabilité de transmission du DFMT selon le nombre de *M. taffini* introduits pour un seul jour d'exposition (résultat provisoire) (Probability of transmission of DFMT according to number of *M. taffini* introduced in one day's exposure — provisional result).

Il semble que 2 400 « heures × *Myndus* » par plantule de NRM (100 insectes maintenus 24 h) suffisent pour l'obtention d'un minimum de 50 p. 100 de transmission en petites cages individuelles.

d) Essai N° 55. — Définition de la durée minimale du contact insecte-plantule pour l'obtention de la transmission du DFMT.

Il s'agissait de voir si la limitation de la durée du repas d'inoculation à une incidence sur la probabilité de transmission du DFMT.

Cet essai a été conduit fin septembre-début octobre 83, simultanément avec l'essai 54, mais avec des plants de NRM de 6 mois (seuls disponibles) dont les 4 premières feuilles ont été élaguées de façon à pouvoir être enfermées dans des cages individuelles de 20 cm de diamètre et 60 cm de hauteur (les feuilles plus âgées ont été coupées). On s'est proposé de comparer des expositions de 1 h, 6 h, 12 h, 24 h (suggestion du Dr Randles) et on a choisi de mettre dans chaque cas 400 insectes/cage.

Chaque exposition a été expérimentée sur 11 plants séparés en 2 lots respectivement testés à 2 ou 3 jours d'intervalles. Il y a eu un témoin sans insecte de 11 plants.

Là encore, les résultats sont encore provisoires ; de nouveaux cas de DFMT pourront se manifester. Mais il est acquis que plus de 45 p. 100 de transmission ont été obtenus dans chacun des objets ; et il n'est pas sûr que les différences soient sensibles en fin d'essai (Tabl. III). Le témoin sans insecte est resté sain.

D'un point de vue qualitatif, un repas contaminant limité à 1 heure peut suffire pour obtenir près de 50 p. 100 de transmission du DFMT dans les conditions de l'essai 55. On pense que la durée minimale du repas requise pour la transmission d'une maladie est plus courte pour les maladies virales que pour celles à mycoplasmes. Le résultat de l'essai est donc plutôt en faveur de l'hypothèse d'un virus comme agent causal.

Par ailleurs, la très faible « durée-dose » de 400 « heures × *Myndus* », qui s'est avérée efficace sur plants de pépinière de 6 mois (70 cm de hauteur), semble exclure l'hypothèse d'une toxine d'insecte ; mais ce point devra faire l'objet de vérifications.

2. — Essais de mise en évidence indirecte d'un pathogène de type mycoplasme.

Il existe en Amérique et dans certains pays d'Afrique de l'Ouest (Ghana, Togo, Cameroun) plusieurs maladies de type « Jaunissement mortel » qui sont toutes dues à des mycoplasmes ; vraisemblablement de souches différentes [4, 5, 6, 9].

Les organismes de type mycoplasme sont très sensibles à la tétracycline mais insensibles à la pénicilline. Du reste on a obtenu des rémissions de symptômes par traitement à la tétracycline en Floride (Lethal Yellowing) et au Togo (Maladie de Kaincopé) [9].

La découverte d'un insecte vecteur Cixiidae du genre *Myndus*, et dans le cas du Lethal Yellowing de la Jamaïque (*M. crudus*) et dans celui du dépérissement foliaire qui n'affecte que les cocotiers introduits au Vanuatu (*M. taf-fini*), laissait à penser à une possible analogie entre les pathogènes en cause dans ces maladies.

Pour le DFMT dont les symptômes et le spectre de sensibilité variétal sont caractéristiques, et différents des maladies de type Jaunissement mortel [2, 3], on n'a pas pu mettre en évidence la présence de mycoplasme [1].

Ce résultat négatif devait nécessairement être vérifié par des essais de traitements à la tétracycline. L'obtention de réduction de l'épidémicité et de rémission de symptômes de DFMT après traitement à la tétracycline aurait permis de suspecter soit un pathogène de type mycoplasme, difficile à détecter, soit une bactérie. Et des essais ultérieurs de traitements à la pénicilline auraient permis de confirmer soit une hypothèse bactérienne dans le cas d'un effet des traitements soit, dans le cas contraire, l'hypothèse d'une possible analogie entre le DFMT et les maladies à mycoplasme de type Jaunissement mortel.

a) Essai N° 44. — Injection de tétracycline sur cocotiers adultes.

Après plusieurs essais d'orientation non concluants, cet essai a été mis en place en août 1981 sur 5 lignes de 40 cocotiers très exposés aux attaques de DFMT (31 arbres au total avaient déjà été détruits par cette maladie). Les arbres de rangs pairs (88 en tout) ont été traités tous les 3 mois, d'août 1981 à février 1983 (7 traitements) avec, à chaque

TABLEAU III. — Essai (Trial) N° 55. — Définition de la durée minimale du contact insecte/plante pour l'obtention du DFMT
(Definition of minimum time of contact insect/plant to obtain DFMT).

Objet (Treatments)	Exposition (Exposure) heures-hours-Dates		Cas de transmission/total de plants testés (Cases transmission/ total plants tested)	
1 h	16 h 10-17 h 10 (4.10 p.m.- 5.10 p.m.)	30/09/83	3/5	5/11
	16 h 30-17 h 30 (4.30 p.m.- 5.30 p.m.)	04/10/83	2/6	
6 h	11 h 10-17 h 10 (11.10 a.m.- 5.10 p.m.)	30/09/83	4/5	6/11
	11 h 00-17 h 00 (11.00 a.m.- 5.00 p.m.)	04/10/83	2/6	
12 h	11 h 10-23 h 10 (11.10 a.m.-11.10 p.m.)	03/10/83	4/6	5/11
	11 h 10-23 h 10 (11.10 a.m.-11.10 p.m.)	06/10/83	1/5	
24 h	16 h 10-16 h 10 (4.10 p.m.- 4.10 p.m.)	03/10-04/10/83	3/6	6/11
	16 h 10-16 h 10 (4.10 p.m.- 4.10 p.m.)	06/10-07/10/83	3/5	

TABLEAU IV. — Essai (Trial) N° 44. — Injection de tétracycline sur NRM adultes
(Injection of tetracycline into adult MRD).

Période d'apparition des symptômes (Period when symptoms appeared)	Effets attendus des traitements (Expected effects of treatments)	Objet traité (88 arbres) (Treated - 88 trees)		Objet non traité (81 arbres) (Untreated - 81 trees)	
		Aug, Nov 81 - Feb, May, Aug, Nov 82 - Feb 83, Nbre d'arbres malades → Mortalité par DFMT (N° trees diseased → Death by DFMT)		Nbre d'arbres malades → Mortalité par DFMT (N° trees diseased → Death by DFMT)	
Avant le 1 ^{er} traitement (Before 1st treatment) 5/81 - 8/81	Seulement curatif (Curative only)	12 (13,6 %) ----->	12	12 (14,8 %) ----->	12
9/81 - 8/82	Préventif + curatif (Preventive + curative)	10 ----->	10	8 ----->	8
9/82 - 12/82	Surtout préventif (Mainly preventive)	1 ----->	1	1 ----->	1
1/83 - 7/83	Uniquement préventif (Preventive only)	7 ----->	7	6 ----->	6
Période couverte par traitement (Period covered by treatment) 9/81 - 7/83	Préventifs et/ou curatifs (Preventive and/or curative)	18 (20,5 %) ----->	18	15 (18,5 %) ----->	15

fois, 20 g de Terramycin Tree injection Formula (TTF) titrant 21,6 p. 100 d'oxytétracycline hydrochlorure. Cette dose, mélangée à 500 ml d'eau, a été injectée par gravité (elle est supérieure à la dose préconisée pour le Jaunissement mortel de Floride) [9]. Les arbres de rangs impairs ont constitué l'objet témoin non traité (81 arbres).

Le tableau IV montre l'absence de tout effet préventif ou curatif des traitements ; la maladie a même été légèrement plus importante dans l'objet traité (20,5 p. 100 contre 18,5). Aucune rémission n'a été enregistrée, ce qui est en complète contradiction avec les résultats obtenus en Floride, à la Jamaïque et dans certains pays d'Afrique pour le Jaunissement mortel [5, 6, 9].

b) Essai N° 50. — Traitements tétracycline sur des plants de NRM élevés en culture hydroponique, dans une grande cage et soumis à de nombreuses introductions de *M. taffini*.

Cet essai a commencé fin octobre 82 sur 20 plantules de 40 cm mises un mois auparavant en culture hydroponique. Le traitement tétracycline (300 mg de TTF dans 3 l d'eau de culture, mélange renouvelé tous les 10 jours) a concerné 10 plants du 13/10/82 au 15/9/83. Cette technique s'était avérée très efficace en Afrique pour prévenir les dégâts de blast sur jeunes plants. Les introductions d'insectes ont duré du 22/10/82 au 15/6/83 ; le nombre de *M. taffini* introduits a été supérieur à 3 000 par plant. Les premiers symptômes sont apparus fin avril 83 et tous les plants étaient atteints en juillet 83. L'évolution malade étant identique sur tous les objets, on a mis fin à l'essai fin septembre 83.

La conclusion est l'absence de tout effet des traitements tétracycline dans les conditions de l'essai.

Les résultats des essais N°s 44 et 50 ne permettent donc pas de retenir comme valable l'hypothèse d'un pathogène de type mycoplasme analogue à ceux qui provoquent les différents Jaunissements mortels d'Amérique et d'Afrique ; l'absence de mise en évidence de MLO en microscopie électronique, malgré des observations répétées, le laissait depuis longtemps entrevoir.

3. — Résultats d'études sur la sensibilité au DFMT de cultivars et croisements de cocotiers.

Jusqu'à fin 1981, on tentait d'établir la sensibilité des types de cultivars de cocotier présents d'après l'importance des dégâts enregistrés dans différentes parcelles de collection ou d'expériences génétiques.

Certaines de ces parcelles, sans qu'on ait pu le prévoir avant plantation, se sont avérées relativement indemnes de DFMT ; si bien que, les variétés connues comme sensibles y étant pratiquement épargnées, on ne pouvait pas juger de la sensibilité des autres types de cocotier en étude.

L'incidence des attaques de DFMT en plantation n'est pas souvent perceptible rapidement. Les NRM sont d'ordinaire les plus rapidement attaqués et presque tous les plants atteints meurent dans les 12 à 36 mois après apparition des symptômes. Pour le GRL, la propagation du DFMT et l'évolution des plants atteints sont beaucoup plus lentes ; il y a de nombreuses rémissions mais les plants guérissent souvent une production réduite et une plus grande sensibilité au vent.

Il faut au moins 4 années d'exposition aux attaques du DFMT au champ pour juger si un type de cocotier épargné (alors que le témoin sensible est affecté) a des chances de s'avérer hautement tolérant.

A ce jour, près de 50 variétés et croisements ont été observés en plantation, et près de 40 peuvent être classés (Tabl. V : Observations au champ, et Tabl. VI). Les résultats déjà publiés en 1980 sont confirmés : résistance du GVT, haute tolérance du GVT × GRL, grande sensibilité des hybrides de NRM.

La mise en évidence de cocotiers peu sensibles ou tolérants (NRV, NVB × GVT, NJM × GVT, NRV × GTG, NRV × GRT) et d'un hybride hautement tolérant (NRV × GVT) constitue un progrès très encourageant.

La découverte de la transmission du DFMT sur plants de pépinière exposés à *M. taffini* a justifié la mise en place de tests en cage destinés à établir la sensibilité des différents types de cocotiers à ce dépérissement et permettre ainsi de sélectionner les variétés ou croisements les plus tolérants.

Dans chaque test, on a utilisé une cage de 6 m × 5 m × 2 m et le NRM a été pris comme témoin des cultivars ou croisements à étudier (2 à 6 en plus du NRM, chacun étant représenté par 20 à 30 plants selon les essais). Les introductions d'adultes de *M. taffini* ont eu lieu chaque jour ouvrable, et ce, jusqu'à l'obtention d'un cumulé d'insectes/plant égal à 1 500, ce qui demande entre 10 et 20 semaines.

La dose de 1 500 *Myndus*/plant est, on le sait à présent, très largement supérieure à la dose minimale nécessaire pour l'obtention de 100 p. 100 de symptômes de DFMT sur NRM. Mais on est actuellement amené à inclure un second témoin, le NVB × GVT qui, jusqu'à présent, se

montre peu sensible au champ, et pour lequel cette dose de 1 500 *Myndus*/plant serait plus adaptée.

Dans tous les tests, on a obtenu 100 p. 100 de DFMT sur le témoin NRM et ce dans les 11 mois après le début des introductions d'insectes en cage. Il faut au minimum 2 ans pour avoir le même résultat sur le terrain et, le plus souvent, plus de 5 ans.

A ce jour, 21 types de cocotiers ont été testés en cage, dont un certain nombre de cultivars nouvellement introduits au Vanuatu. Ces plants, dont on avait prévu initialement le maintien en observation en pépinière pendant 13 mois après la fin de l'exposition en cage, montrent une

TABLEAU V. — Classement actuel des cultivars et croisements de cocotiers présents sur la Station de Santo (Vanuatu) selon leur sensibilité au DFMT (*Present classification of coconut cultivars and crosses on the Santo Station-Vanuatu according to their susceptibility to DFMT*).

Catégories	Observations au champ (<i>Field observations</i>)	Observations après tests en cage avec (<i>Observations after tests in cages with M. taffini</i>)
Très sensibles (<i>Very susceptible</i>)	NRM, NJM, NVB - (<i>MRD, MYD, BGD</i>) GML, GMV, GSN, GRL - (<i>MLT, MVT, SNT, RLT</i>) NRM × GRL, NRM × GSN, NRM × GML, NRM × GPY2, NRM × GOA, NRM × GRT, NRM × GTG - (<i>MRD × RLT,</i> <i>MRD × SNT, MRD × MLT, MRD × PYT2, MRD × WAT,</i> <i>MRD × RTT, MRD × TGT</i>) NJM × GOA, NJM × GRT, NJM × GTG, NJM × GRL - (<i>MYD × WAT, MYD × RTT, MYD × TGT, MYD × RLT</i>) NVE × GOA, NRC × GOA - (<i>EGD × WAT, CRD × WAT</i>) GRL × GSN - (<i>RLT × SNT</i>)	NRM, NJM, NVB, NVP2, NBN, NRC, GTN - (<i>MRD, MYD, BGD,</i> <i>PGD2, NBD, CRD, TNT</i>)
Sensibles (<i>Susceptible</i>)	GPY2, GOA - (<i>PYT2, WAT</i>) NJA × GSN, NJA × GRT, NJA × GRL, NJA × GML, GTG × NJA - (<i>AYD × SNT, AYD × RTT, AYD × RLT,</i> <i>AYD × MLT, TGT × AYD</i>) NRV × GRL, NRV × NRC - (<i>VRD × RLT, VRD × CRD</i>)	NJA - (<i>AYD</i>)
Peu sensibles ou tolérants (<i>Low susceptibility or tolerance</i>)	NVB × GVT, NJM × GVT, NRV × GTG, NRV × GRT ; NRV - (<i>BGD × VTT, MYD × VTT, VRD × TGT,</i> <i>VRD × RTT ; VRD</i>)	GBB - (<i>BBT</i>) NVB × GVT, NJM × GVT - (<i>BGD × VTT, MYD × VTT</i>)
Très tolérants (<i>Very tolerant</i>)	GVT × GRL, NRV × GVT - (<i>VTT × RLT, VRD × VTT</i>)	GVT × GRL, NRV × GVT GVT - (<i>VTT × RLT, VRD × VTT</i>)
Résistant	GVT - (<i>VTT</i>)	
Non encore classés, observations en cours ou programmées à court terme (<i>Not yet classed ;</i> <i>observations going on</i> <i>or programmed</i> <i>for near future</i>)	GTG, GRT, NNL, NVB × NRV, NRM × GVT, NNL × GVT, NJA × GVT ; GVT × NVP2, GVT × NRC - (<i>TGT, RTT, NLD, BGD × VRD, MRD × VTT, NLD × VTT, AYD × VTT ;</i> <i>VTT × PGD2, VTT × CRD</i>)	

TABLEAU VI. — Code variétal (*Variety code*)

Type variétal Nain	Dwarf types	Type variétal Grand	Tall types
NRM — Rouge Malaisie	MRD — <i>Malayan Red</i>	GVT — Grand Vanuatu	VTT — <i>Vanuatu Tall</i>
NJM — Jaune Malaisie	MYD — <i>Malayan Yellow</i>	GRL — Grand Rennell	RLT — <i>Rennell Tall</i>
NVB — Vert Brésil	BGD — <i>Brazil Green</i>	GOA — Grand Afrique de l'Ouest	WAT — <i>West African Tall</i>
NVE — Vert Guinée Equatoriale	EGD — <i>Equatorial Guinea Green</i>	GMV — Grand Markham Valley	MVT — <i>Markham Valley Tall</i>
NJA — Jaune Samoa	AYD — <i>Samoa Yellow</i>	GSN — Grand Salomon	SNT — <i>Solomon Tall</i>
NRC — Rouge Cameroun	CRD — <i>Cameroon Red</i>	GML — Grand Malaisie	MLT — <i>Malayan Tall</i>
NRV — Rouge Vanuatu	VRD — <i>Vanuatu Red</i>	GPY2 — Grand Rangiroa	PYT2 — <i>Rangiroa Tall</i>
NBN — Brun Papouasie	NBD — <i>Papua Brown</i>	GTN — Grand Tagnanan	TNT — <i>Tagnanan Tall</i>
NVP2 — Vert Catigan	PGD2 — <i>Catigan Green</i>	GBB — Grand Bay Bay	BBT — <i>Bay Bay Tall</i>
NNL — Niu Leka	NLD — <i>Niu Leka</i>	GTG — Grand Tonga	TGT — <i>Tonga Tall</i>
		GRT — Grand Rotuma	RTT — <i>Rotuma Tall</i>

tendance à la rémission beaucoup plus importante dans ces conditions qu'en plantation. Cette tendance se manifeste malgré un développement végétatif particulièrement réduit dans le cas des arbres malades des variétés très sensibles comme NRM et NJM.

Ce comportement inattendu rend l'interprétation des premiers tests difficile et fait que les résultats sont rapportés avec une certaine réserve (Tabl. V : Observations après tests en cage, et Tabl. VI). Cependant, il y a une bonne correspondance entre les résultats des observations au champ et ceux obtenus après tests en cage pour tous les cultivars et croisements qui ont pu être examinés dans ces deux situations.

Les tests en cage ont établi la grande sensibilité de nouvelles variétés : NVP2, NBN, NRC, GTN et paraissent confirmer la faible sensibilité ou la tolérance de NRV, NVB × GVT, NJM × GVT ainsi que le bon comportement du NRV × GVT, du GVT × GRL et du GVT. Le Grand de Bay-Bay, uniquement testé en cage, s'est montré aussi peu sensible que le NRV (symptômes tardifs ou incomplets et rapidement en régression). Ce bon comportement des NRV et GBB devra être vérifié mais on peut penser que ces cultivars ont des chances de transmettre par croisement des caractères de tolérance.

C'est bien ce qui apparaît dans le cas du NRV × GVT qui, dans les tests en cage, n'a pas manifesté jusqu'à présent le moindre symptôme de DFMT sur 70 plants testés (les GVT et les GVT × GRL sont restés indemnes eux aussi après les tests en cage).

Désormais, les arbres testés sont plantés au champ dès que possible après leur exposition en cage. Les conditions culturales de pépinière (arrosage, protection sanitaire) peuvent être la cause du ralentissement de l'évolution des cas de maladie.

Les observations faites à ce jour confirment qu'il est possible de mettre en évidence des cultivars et des croisements tolérants au DFMT. Cette possibilité a été fortement améliorée grâce à la découverte du vecteur et elle justifie

l'important programme d'introduction de matériel végétal en cours sur la Station de Recherche du Vanuatu.

CONCLUSION

Les études conduites à la Station IRHO de Santo au Vanuatu sur le dépérissement foliaire par *M. taffini* (DFMT) ont confirmé le rôle de cet insecte dans la transmission de cette maladie. Il a été établi que cette transmission est facilement obtenue sur jeunes plantules de Nain Rouge de Malaisie (NRM), même pour une durée d'exposition de l'ordre de une heure ou pour des introductions d'insectes adultes limités à 25 par plantules.

L'absence d'effet des traitements tétracycline sur des arbres et plants exposés au DFMT rend très improbable l'hypothèse d'une analogie entre le DFMT et les différents Jaunissements mortels d'Amérique et d'Afrique, qui sont dus à des organismes de type mycoplasme.

L'étude de la sensibilité variétale au champ a été complétée et accélérée grâce à la mise en place de tests de sensibilité au DFMT sur plants de pépinière élevés en cage avec introductions de *M. taffini*. D'importants résultats se dessinent ; en particulier, la haute tolérance jusqu'à présent manifestée par l'hybride entre le Nain Rouge local et le Grand Local : NRV × GVT.

La mise en évidence d'un ou plusieurs hybrides hauts producteurs et très tolérants à l'égard du DFMT reste bien évidemment le principal objectif des recherches. Les études entreprises pour l'identification de l'agent causal ne sont pas traitées dans la présente communication ; elles sont poursuivies en collaboration avec le WARI (Waite Agricultural Research Institute) de Adelaïde-Australie (Dr Randles). Cette collaboration a déjà permis de prouver que l'agent pathogène du DFMT est différent du viroïde responsable des maladies de Guam et du Cadang-Cadang, l'hypothèse d'un virus comme agent causal reste la plus probable ([10] Dollet et Randles, *non publié*).

BIBLIOGRAPHIE

- [1] DOLLET M. et TAFFIN G. de (1979). — Bilan de l'étude virologique de la maladie des cocotiers aux Nouvelles-Hébrides. *Doc. IRHO*, Nos 1437-1437 bis (bilingue fr.-angl.).
- [2] RENARD J. L. (1980). — Note de synthèse sur la maladie du cocotier au Vanuatu. *Doc. IRHO*, N° 1565.
- [3] CALVEZ C., RENARD J. L., MARTY G. (1980). — La tolérance du cocotier hybride Local × Rennell à la maladie des Nouvelles-Hébrides (bilingue fr.-angl.). *Oléagineux*, 35, N° 10, p. 443-451.
- [4] OLLAGNIER M., WESTSTEIJN G. (1961). — Les maladies du cocotier aux Iles Caraïbes Comparaison avec la maladie de Kaincopé au Togo. *Oléagineux*, 16, N° 12, p. 729-736.
- [5] DOLLET M., GIANOTTI J. (1976). — Maladie de Kaincopé, présence de mycoplasmes dans le phloème des cocotiers malades (bilingue fr.-angl.). *Oléagineux*, 31, N° 4, p. 169-171.
- [6] DOLLET M., GIANOTTI J., RENARD J. L., GHOSH S. K. (1977). — Etude d'un jaunissement léthale des cocotiers au Cameroun : la maladie de Kribi. Observations d'organismes de type mycoplasmes (bilingue fr.-angl.). *Oléagineux*, 32, N° 7, p. 317-322.
- [7] JULIA J. F. (1982). — *Myndus taffini* (Homoptera Cixiidae), vecteur du dépérissement foliaire des cocotiers au Vanuatu (bilingue fr.-angl.). *Oléagineux*, 37, N° 8-9, p. 409-414.
- [8] HOWARD F. W., NORRIS R. C. et THOMAS D. L. (1983). — Evidence of a transmission of palm lethal yellowing agent by a plant hopper, *Myndus crudus* (Homoptera Cixiidae). *Trop. Agric. Trin.*, 60, N° 3, p. 168-171.
- [9] Mc COY R. E., HOWARD F. W., TSAI S. H., DONSELMAN H. M., THOMAS D. L., BASHAM H., ATILAND R. A., ESKAFT F. M., BRITT L. and COLLINS M. E. (1983). — Lethal yellowing of palm. Univ. Florida, Gainesville. *Agric., Exp., Sta., Inst., Agric. Sci.*, U.S.A., Bull. N° 834, 100 p.
- [10] DOLLET M., GARGANI D., BOCCARDO G. (1981). — Recherches sur l'étiologie d'un dépérissement des cocotiers au Vanuatu, examen en microscopie électronique et comparaison des acides nucléiques d'arbres sains et d'arbres malades par électrophorèse sur gel de polyacrylamide. *Proc. Int. Conf. Trop. Crop Prot.*, Lyon, Fr., p. 65 (Abstr.).

SUMMARY

Foliar decay of coconut by *Myndus taffini* (FDMT) : New results.

J. F. JULIA, M. DOLLET, J. RANGLES, C. CALVEZ, *Oléagineux*, 1985, 40, N° 1, p. 19-27.

This paper reviews the research that has led to the identification of the Homoptera Cixiidae, *Myndus taffini* as the vector of FDMT, a wilt known only in Vanuatu, where it only affects introduced varieties, but not the Vanuatu Tall (VTT). Experiments on the number of adult *M. taffini* required for transmission of FDMT have shown that the symptoms could easily be obtained on young Malayan Red Dwarf (MRD) plantlets, even after very short exposure, or with very limited numbers of insects. These results seem more favourable to the hypothesis of a causal agent of the viral type than to that of a mycoplasma-like organism or a toxin. Two trials using oxy-tetracycline hydrochloride treatments of adult trees and plantlets showed no effect of the antibiotic and showed indirectly that FDMT (unlike American and African Lethal Yellowings) is not caused by a mycoplasma-like organism. Studies of the susceptibility to FDMT of coconut crosses and cultivars, performed directly in the field or after exposure to *M. taffini* in insect cages, are reported and the practical difficulties encountered are described. A classification of different types of coconut according to susceptibility to FDMT is proposed, subject to certain verifications. The results established before 1981 on the resistance of the Vanuatu Tall (VTT) and the tolerance of the cross with the Rennell Tall (VTT × RLT) are confirmed. Other important results have emerged, especially the high tolerance displayed to date by the hybrids between the « local » red Dwarf and the local Tall (VRD × VTT).

RESUMEN

Marchitamiento foliar del cocotero por *Myndus taffini* (DFMT) : nuevos resultados.

J. F. JULIA, M. DOLLET, J. RANGLES, C. CALVEZ, *Oléagineux*, 1985, 40, N° 1, p. 19-27.

En esta comunicación se recuerdan las investigaciones que llevaron a la identificación de Homoptera Cixiidae *Myndus taffini* como vector del DFMT, que es un marchitamiento conocido sólo en Vanuatu, donde hace estragos tan sólo en las variedades introducidas y evita el Grande de Vanuatu (GVT). Experimentos realizados sobre el número de adultos de *M. taffini* necesarios para transmitir el DFMT han mostrado que los síntomas pueden conseguirse fácilmente en plántulas jóvenes de Enano Rojo de Malasia (NRM), hasta después de una exposición muy breve o con una cantidad muy leve de insectos introducidos. Estos resultados parecen más a favor de la hipótesis de un agente causante de tipo vírico o todavía de una toxina. Dos ensayos del tratamiento de árboles adultos y de plántulas con oxitetraciclina hidróclorida no evidenciaron un efecto cualquiera del antibiótico, y han mostrado indirectamente que el DFMT no se debe a un organismo de tipo micoplasma, al contrario de los amarillamientos mortales de África y América. Se describen los estudios sobre la sensibilidad al DFMT de los cultivares y cruzamientos de cocotero realizados directamente en pleno campo o previa exposición a *M. taffini* dentro de jaula con insectos, y se refieren las dificultades prácticas encontradas. Se propone una clasificación de los diversos tipos de cocotero según su sensibilidad al DFMT, bajo reserva de ciertas verificaciones. Se confirman los resultados establecidos antes de 1981 sobre la resistencia del Grande de Vanuatu (GVT) y la tolerancia del cruzamiento con Grande Rennell (GVT × GRL). Se están perfilando otros resultados, principalmente la tolerancia alta manifestada hasta la fecha por los híbridos de Enano rojo « local » con Grande local (NRV × GVT).

Foliar decay of coconut by *Myndus taffini* (FDMT) : New results (1)

J. F. JULIA (2), M. DOLLET (3), J. RANGLES (4) & C. CALVEZ (5)

INTRODUCTION

Recapitulation of research leading to discovery of Myndus taffini in 1981-82.

In 1981, insect introduction experiments in cages were performed, and at the same time an inventory was taken of insects likely to transmit the wilt that, in Vanuatu, affects varieties of coconut introduced into the country, but spares the local Tall variety (VTT).

Using this inventory, it was possible to suspect only the new species *Myndus taffini* (Homoptera Cixiidae), which was always found in disease foci, with gradients superimposable on those of the disease. Cage trials then confirmed that *M. taffini* alone transmitted the disease on more than 90 % of the susceptible coconuts exposed in cages, after an incubation period of 6-13 months.

(1) Paper presented at the International Conference on Cocoa and Coconuts, 15-17 October 1984, Kuala Lumpur (Malaysia).

(2) Entomologist, IRHO-CIRAD, Saraoutou Station, B.P. 89, Santo (Vanuatu).

(3) Virology Dept., IRHO-CIRAD, B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex (France).

(4) Virologist, Waite Agricultural Research Institute, Adelaide (Australia).

(5) Director of IRHO-CIRAD Station, Saraoutou, B.P. 89, Santo (Vanuatu).

• This paper follows an earlier article : « *Myndus taffini* (Homoptera Cixiidae), vector of foliar decay of coconuts in Vanuatu » [7].

The adults of this species frequent the leaves of the coconut, whereas the larvae develop underground on the roots of the « bourao » (*Hibiscus tiliaceus*), which is the only laying site observed up to now.

METHODS AND RESULTS

1. — Studies of transmission of FDMT in cages.

The object of these studies was to define *M. taffini* infestation, and the length of exposure sufficient to obtain 100 % transmission of FDMT to the susceptible Malayan Red Dwarf (MRD) variety. These studies may enable precious information to be obtained concerning the nature of the pathogen, and, naturally, for the conduct of cage tests of the susceptibility of coconut cultivars and crosses to FDMT.

a) *Trial No. 51* : Number of *M. Taffini* required for transmission of the disease to young MRD plantlets in individual cages 20 cm in diameter.

The MRD was, of course, chosen on account of its great susceptibility to FDMT and because it shows the most typical symptoms of this wilt. It is important to demonstrate that the disease could be transmitted to a 20 cm-high plantlet, since this is very easily-manipulated material that can be sent to virology

laboratories. Ten replications were performed between September 1982 and September 1983 to compare, initially, 1,500-2,500 insects brought to each plant over a 3-7 week period (10-150 insects/plantlet/working day), and then, under the same conditions, 100-1,500 insects/plant. The insects survived four days on average.

Table I shows that up to 15/4/84 all plants subjected to *M. taffini*, except one (100 insects, introduced in June 1983), were affected by FDMT. The controls without *Myndus* remained unaffected.

Transmission to young MRD plantlets can thus be easily obtained, and, in individual cages, the minimum number of insects required to obtain 100 p. 100 transmission of the disease is less than 500 *M. taffini* introduced over a 20-45 day period.

b) Trial No. 53 : Exposure time necessary for the transmission of FDMT to MRD seedlings in large cages (Table II).

Exposure times were chosen at random, and therefore independently of the mean number of insects applied per plant and per day; in fact, this number was remarkably consistent: 24 ± 1.6 . Each batch of MRD used consisted of 10 plants.

All the plants in the trial, for each of the exposure times compared, contracted FDMT. Under the conditions of this experiment in large cages, the shortest exposure to the insect (5 days), corresponding to a mean infestation of 120 *M. taffini* per plant, proved sufficient to obtain 100 p. 100 transmission of FDMT to MRD.

This result confirms that the number of insects chosen for trials in large cages designed to test the susceptibility of coconut cultivars and crosses compared to the MRD (1,500 insects/plant during 10-20 weeks' exposure) corresponds to a very high epidemicity. It also justifies the study of exposures to *M. taffini* during 24 h or less.

c) Trial No. 54 : Study of the probability of FDMT transmission according to the number of insects introduced at one time and maintained for 24 h only in small individual cages.

This trial was set up before obtaining the results of trial No. 53. The results of trial No. 51 were taken into account, and the same cages were used, with 20 cm high MRD plantlets. On Dr. Randles' suggestion, exposure was restricted to 24 hours, and the quantities of insects studied constituted a logarithmic progression. The numbers chosen were 0, 25, 50, 100, 200, 400 and 800 *M. taffini*/plant/24 h, and 12 replications were performed. The trial took place at the end of September 1982.

On 15/4/84, the results of trial No. 54 appear to show that the probability of transmission is proportional to the logarithm of the number of insects introduced and maintained for 24 h (Figure 1). No FDMT was observed in the « insectless » control.

It appears that 2,400 « *Myndus* hours » on MRD plantlets (100 insects maintained for 24 h) are sufficient to obtain a minimum of 50 p. 100 transmission in small individual cages.

d) Trial No. 55 : Definition of the minimum insect-plant contact time required for FDMT transmission.

The object of this trial was to see whether limiting the contaminating feeding period had any influence on the probability of FDMT transmission.

This trial was performed at the end of September and beginning of October 1983, at the same time as trial No. 54 but using 6 month-old MRD seedlings (the only ones available), whose first four leaves had been pruned so as to fit into individual cages 20 cm in diameter and 60 cm high (The older leaves were cut). On Dr. Randles' suggestion, we compared exposures of 1, 6, 12 and 24 hours. In all cases, 400 insects were introduced into each cage.

Each experimental exposure was performed on 11 plants divided into two batches, tested at 2 or 3 days' interval.

There was one 11-plant insectless control. In this trial as well, results are still provisional; new cases of FDMT may occur. However, it is certain that more than 45 p. 100 transmission was obtained in each case, and differences will not necessarily be noticeable at the end of the trial (Table III). The insectless control remained healthy.

From a qualitative point of view, a contaminating feeding period limited to one hour may be enough to obtain almost 50 p. 100 transmission of FDMT under the conditions of trial 55. It is thought that the minimum feeding period required for transmission of disease is shorter for viral diseases than for mycoplasma diseases. The result of the trial therefore seems to point to the hypothesis of a virus as causal agent.

Also, the very short « dose-length » of 400 « *Myndus* hours » that proved effective on 6 month-old nursery plants (70 cm high) seems to exclude the hypothesis of an insect toxin, although this point should be checked.

2. — Trials for the indirect detection of a mycoplasma-like pathogen.

In America, and in some West African countries (Ghana, Togo, Cameroon) several diseases of the « Lethal Yellowing » type exist, all of which are caused by mycoplasma, probably of different strains [4, 5, 6, 9].

Mycoplasma-like organisms are very susceptible to tetracycline but insensitive to penicillin. Also, remission of symptoms has been obtained by tetracycline treatment in Florida (Lethal Yellowing) and Togo (Kaïnkopé disease) [9].

The discovery of a Cixiidae insect vector of genus *Myndus* both for Jamaica L. Y. (*M. crudus*) and for foliar decay that only affects the introduced varieties in Vanuatu (*M. taffini*) suggested a possible similarity between the pathogens involved in these diseases.

For FDMT, whose symptoms and susceptibility spectrum are characteristic, and different from those of Lethal Yellowing-like diseases [2, 3], it has not been possible to reveal the presence of mycoplasma [1].

This negative result obviously had to be checked by tetracycline treatment trials. Reduction of epidemicity and remission of FDMT symptoms after tetracycline treatment would have suggested either a hardly detectable mycoplasma-like pathogen or a bacterium, and further studies with penicillin would have confirmed either the bacterial hypothesis if the treatments had worked, or, if not, the hypothesis of a possible similarity between FDMT and mycoplasma diseases of the Lethal Yellowing type.

a) Trial No. 44 : Tetracycline injection in adult coconuts.

After several inconclusive guidance trials, this trial was set up in August 1981 on 5 rows of 40 coconuts severely exposed to attacks of FDMT (a total of 31 trees had already been destroyed by this disease). Trees in even-numbered rows (88 in all) were treated every three months, from August '81-February '83 (7 treatments), each time using 20 g Terramycin Tree Injection Formula (TTF), at a concentration of 21.6 p. 100 oxytetracycline hydrochloride (this is greater than the dose recommended for Florida L.Y. [9]). Trees in odd-numbered rows used as an untreated control (81 trees).

Table IV shows the lack of any preventive or curative effect of the treatments; there was a slightly greater incidence of the disease in the treated section (20.5 p. 100 as opposed to 18.5 p. 100). No remissions were recorded, in contrast to results obtained in Florida, Jamaica and some African countries for L.Y. [5, 6, 9].

b) Trial No. 50 : Tetracycline treatments of MRD seedlings raised in hydroponic culture, in a large cage, exposed to numerous *M. taffini* introductions.

This trial began at the end of October 1982, on 20 plantlets 40 cm high, placed in hydroponic culture one month previously. Ten plants received tetracycline treatment (300 mg TTF in 3 l of culture water, mixture renewed every 10 days) from 13/10/82 - 15/9/83. This technique has proved very effective in Africa to prevent Blast damage to young seedlings. The insect introductions took place from 22/10/82 - 15/6/83; more than 3,000 *M. taffini* per plant were introduced. The first symptoms appeared at the end of April '83 and by July '83 all plants were affected. Since the disease developed in the same way in all treatments, the trial was terminated at the end of September '83.

It was concluded that tetracycline treatments had no effect under the experimental conditions used. The results of trials 44 and 50 did not enable the hypothesis of a mycoplasma-like pathogen, similar to those responsible for American and African Lethal Yellowings, to be considered valid. This conclusion had long been suspected, because electron microscopic studies had failed to reveal any MLOs, despite repeated observations.

3. — Results of studies on the susceptibility of coconut crosses and cultivars to FDMT.

Up to the end of 1981, an attempt was made to establish the susceptibility of the types of coconut cultivars present depending on the severity of the damage recorded in the different collection or genetic experiment plots.

Some of these plots, although this could not have been foreseen before planting, proved fairly free of FDMT, to such an extent that, since varieties known to be susceptible were practically unaffected, it was not possible to evaluate the susceptibility of the other types of coconut being studied.

The incidence of FDMT attacks in plantations is not often detected quickly. The MRDs are usually the first to be attacked,

and almost all plants affected die within 12-36 months after appearance of the symptoms. For the Kennell Tall (RLT), the propagation of FDMT and the development of the disease in affected plants are much slower. Many remissions occur, but the yield of the cured plants is often reduced, and their susceptibility to wind damage is greater.

At least four years' exposure to FDMT in the field is necessary to judge whether an unaffected type of coconut (when the susceptible control is affected) is likely to prove highly tolerant.

Up to now, nearly 50 varieties and crosses have been observed in plantations, and nearly 40 can be classified (Table V : Observations in the field, and Table VI). The results already published in 1980 are confirmed : Resistance of the VTT, high tolerance of the VTT × RLT, and high sensitivity of MRD hybrids.

Slightly susceptible or tolerant coconuts have been observed (VRD, BGD × VTT, VRD × TGT, VRD × RTT) and one highly tolerant hybrid (VRD × VTT). This represents most encouraging progress.

The discovery of FDMT transmission to nursery plants exposed to *M. taffini* has justified the setting up of cage tests for establishing the susceptibility of the different types of coconut to this wilt, thus enabling the most tolerant varieties or crosses to be selected. In each test, a cage 6 m × 5 m × 2 m was used, and the MRD was taken as a control for the crosses or cultivars under study (2-6 types as well as the MRD, each represented by 20-30 plants, according to trials). Introductions of adult *M. taffini* were performed each working day, until a total of 1,500 insects/plant was reached. This required 10-20 weeks.

It is now known that a total of 1,500 *Myndus*/plant is far greater than the minimum number necessary to obtain 100 p. 100 FDMT symptoms in MRD. We have now decided to include a second control, the BGD × VTT, which has proved only slightly susceptible in the field up to now and a total of 1,500 *Myndus*/plant would be more suitable for this cross.

In all tests, 100 p. 100 FDMT was obtained on the MRD control within 11 months of the first insect introductions into the cage. A minimum of 2 years is required to obtain the same result in the field, and more generally, over five years.

To date, 21 types of coconuts have been tested in cages, including a certain number of cultivars introduced into Vanuatu. It was originally intended to keep these plants under observation in the nursery for 13 months after the end of the cage test. But in these conditions the plants showed a much greater rate of remission than in the plantation. This trend can be seen despite particularly poor vegetative development of diseased trees from particularly susceptible varieties such as MRD and MYD. This unexpected performance makes interpretation of the first tests difficult, and for this reason, the results are recorded with certain reservations (Table V : Observations after tests in cages, and Table VI). However, there is good agreement between the results of field observations and those obtained in cages for all the cultivars and crosses that have been examined in both situations.

The cage tests established the high susceptibility of new varieties : PGD2, NBD, CRD, TNT, and seemed to confirm the low susceptibility or tolerance of VTT, BGD × VTT, MYD × VTT, and the good performance of VTT × RLT and VTT. The Bay-Bay Tall, tested in cages only, appeared as little susceptible as the VRD (late or incomplete symptoms, rapid recovery). This good performance of the VRD and BBT should be checked but it may be noted that these cultivars are likely to transmit tolerance characters in crosses. This was the case with the VTT × VRD cross, since the 70 plants tested in cages have not yet shown any symptoms of FDMT (the VTT and VTT × RLT were also unaffected after cage tests).

From now onwards, the trees tested are planted in the field as soon as possible after exposure in cages. The growing conditions in the nursery (watering, phytosanitary protection) may be responsible for slowing down the development of FDMT.

Observations made to date confirm that it is possible to detect crosses and cultivars tolerant to FDMT. This possibility has been greatly improved by the discovery of the vector, and justifies the extensive programme of introduction of planting material presently under way at the Vanuatu Research Station.

CONCLUSION

The studies of foliar decay by *M. taffini* (FDMT) conducted at the IRHO's Santo Station in Vanuatu have confirmed the role of this insect in the transmission of the disease. It has been found that transmission to young MRD plantlets can be obtained easily, even after a short exposure of about one hour, or with insect introductions limited to 25 per plantlet.

The lack of any effect of tetracycline treatments of trees and seedlings exposed to FDMT means that FDMT is not the same as American and African Lethal Yellowings, which are caused by mycoplasma-like organisms.

The study of varietal susceptibility in the field was completed and made quicker and easier by the setting up of FDMT tests using nursery plants raised in cages with introductions of *M. taffini*. Important results have emerged, especially the high tolerance displayed up to now by the hybrids between the « local » Red Dwarf and the local Tall : VRD × VTT.

The discovery of one or more high-yielding hybrids that are very tolerant to FDMT remains, of course, the main aim of this research. The studies undertaken for the identification of the causal agent are not dealt with in this paper : they are conducted in collaboration with the Waite Agricultural Research Institute, Adelaide, Australia (Dr. Randles). This collaboration has already enabled it to be proved that the pathogenic agent of FDMT is different from the viroid responsible for Guam and Cadang-Cadang diseases, but the hypothesis of a virus as the causal agent remains the most likely ([10] Dollet & Randles, unpublished).

