

# Les techniques de traitements dans les plantations de palmiers à huile en Côte d'Ivoire :

## Méthodes et appareillages (1)

R. PHILIPPE (2), C. de BERCHOUX (3) et D. MARIAU (4)

**Résumé.** — Au cours de son développement, le palmier à huile peut être infesté par des maladies, être attaqué par des ravageurs ou par des déprédateurs. On doit adapter le mode de traitement et l'appareillage en fonction du stade végétatif du palmier et de la surface colonisée par l'agent nuisible, et tenir compte du type de plantation : palmeraies industrielles de grandes dimensions, palmeraies villageoises petites et dispersées. Au jeune âge, les pulvérisateurs mécaniques à pression entretenue et pneumatiques à dos suffisent pour traiter les insectes nuisibles au feuillage ou au bulbe du plant. En pépinière, 5 000 plants peuvent ainsi être traités par jour et par appareil. Sur jeunes cultures, le rendement journalier obtenu est d'environ 2 ha par opérateur. Sur les plantations âgées, de 2 à 4 ans, les interventions chimiques peuvent être effectuées à l'aide de pulvérisateurs pneumatiques à jet porté diffus ; le rendement horaire est alors de 4 à 5 ha. Sur les plantations âgées de 5 ans et plus, on peut réaliser les traitements avec un pulvérisateur du type « Fludair canons jumelés ». Le rendement est de 2 à 2,5 ha/h, à 3 km/h environ. Les poudreuses portées permettent de traiter 20 à 25 ha/jour. Dans des parcelles de 5 à 8 ans, difficilement accessibles pour un tracteur, on a recours aux pulvérisateurs pneumatiques à dos transformés en poudreuses ; le rendement est de 5 ha/jour/appareil. Une méthode originale a été mise au point pour lutter contre *Coelaenomenodera minuta* Uhman, dont les larves sont mineuses des feuilles. L'intervention consiste à introduire dans le stipe un insecticide systémique ; les rendements sont de 4 ha traités/jour/équipe. Ces moyens de traitements terrestres contre les ravageurs du feuillage ne permettent d'intervenir que sur des superficies infestées ne dépassant pas 100 ha. Au-delà de cette limite, on doit recourir à des moyens plus rapides : les traitements aériens. Des poudrages et des pulvérisations réalisés à l'aide d'un avion ou d'un hélicoptère ont donné de très bons résultats. Le rendement moyen est dans les deux cas d'environ 55 ha par heure de vol. Le coût des traitements par voie terrestre avec « Fludair canons jumelés », par voie endothermique et par voie aérienne varie de 19 à 26 000 F CFA/ha. Toutefois, le traitement par voie systémique est réalisé en une seule fois alors qu'avec les autres modes d'intervention, on doit traiter trois fois à 15 jours d'intervalle, à cause des sorties échelonnées des *Coelaenomenodera* adultes. Les traitements contre les chenilles défoliatrices ne nécessitent, par contre, qu'une seule intervention par voie terrestre ou aérienne ce qui réduit le coût du traitement à 6 900-8 600 F CFA/ha.

### INTRODUCTION

A tous les stades de développement, le palmier à huile est susceptible d'être atteint d'une maladie (Cercosporiose surtout, Anthracnose et Helminthosporiose à un degré moindre), ou d'être victime des insectes défoliateurs appartenant à différents genres de lépidoptères, de coléoptères, d'orthoptères, et des insectes piqueurs-suceurs (homoptères).

Au début de la pré-pépinière, la plantule de palmier ne possède que deux feuilles cylindriques, et vers la fin de la pépinière le plant est pourvu d'une série de feuilles pennées. Après sa mise en place définitive, le plant possède 7 à 9 feuilles ; le nombre et la taille des feuilles augmentent avec l'âge : 1 an = 9 à 13 feuilles, 3 ans = 25 à 36 feuilles, 4 ans = 36 à 38 feuilles, 5 ans = 38 à 43 feuilles ; à partir de la 5<sup>e</sup> année, le nombre de feuilles se stabilise à 40 environ, compte tenu des élagages. La voûte foliaire devient importante, en l'assimilant à une demi-sphère et en considérant la longueur de la feuille 4 comme son rayon, on peut donc estimer ainsi le volume du feuillage : 5 ans = 180 à 255 m<sup>3</sup>, 6 ans = 255 à 310 m<sup>3</sup>, 7 ans = 310 à 360 m<sup>3</sup>, 8 ans = 360 à 370 m<sup>3</sup>, 9 ans = 370 à 375 m<sup>3</sup>, 10 ans et plus = 375 m<sup>3</sup> environ.

Par conséquent, lors de la pullulation d'une espèce défoliatrice, ou autre ravageur (insectes piqueurs-suceurs, insectes creusant des galeries), les interventions chimiques seront réalisées avec un appareillage adapté au stade végétatif des palmiers et également à l'importance de la surface infestée par les ravageurs.

En outre, il existe deux types de palmeraies : les plantations industrielles et les plantations villageoises. Les premières ont une superficie de plusieurs milliers d'hectares ; elles sont facilement accessibles grâce à un réseau de pistes et à un bon entretien des parcelles, exception faite des plantations dans lesquelles sont localisées des zones marécageuses. Par contre, les plantations villageoises, de quelques hectares en général, et souvent éparpillées, sont d'un accès parfois difficile (entretien souvent négligé, relief du terrain généralement accidenté : fortes pentes...). Ainsi, le mode d'intervention et le type d'appareillage devront être également choisis en fonction de ces deux catégories de plantations.

### TRAITEMENTS PAR VOIE TERRESTRE

#### 1. — En pépinière.

##### a) Appareillage.

— Les pulvérisateurs mécaniques à dos à jet projeté (Fig. 1) conviennent parfaitement au traitement des jeunes plants ; ils permettent à la fois un mouillage satisfaisant du feuillage, peu important à ce stade, et une application localisée au niveau du bulbe.

(1) Communication présentée aux Sixièmes Journées de Phytologie et de Phytopharmacie circum-méditerranéennes ; 25-28 mai 1981 à Perpignan (France).

(2) Service Entomologie de l'I.R.H.O., Station de La Mé, B.P. 13, Bingerville (Côte d'Ivoire).

(3) Directeur de la Station de La Mé

(4) Département Entomologie de l'I.R.H.O., Station Cocotier Marc-Delorme, 07 B.P. 13, Abidjan 07 (Côte d'Ivoire).



FIG. 1. — Traitement des jeunes plants avec un pulvérisateur mécanique à dos à jet projeté (*Treatment of young plants with a compressed air automatic knapsack sprayer*).

Ces appareils sont caractérisés par la faible capacité de leur réservoir (15 l environ). Le principe consiste à introduire la solution insecticide sous pression dans un cylindre fixé dans le fond du réservoir, grâce à un piston manœuvré manuellement ; la colonne de liquide comprime l'air existant dans le cylindre, celui-là refoule ensuite la solution dans un tube plongeur communiquant à l'extérieur avec une lance ou une rampe de pulvérisation [19]. En général, on utilise des buses à chambre de turbulence à jet conique creux ; les pastilles interchangeables et pourvues d'une ouverture de différents diamètres, permettent d'obtenir des gouttelettes selon une gamme de finesse qui couvre bien tous les besoins.

— *Les pulvérisateurs pneumatiques à jet porté* (Fig. 2) conviennent également pour le traitement de ces jeunes plants ; ils permettent un mouillage très satisfaisant de la face inférieure des folioles. Leur principe de pulvérisation

consiste à diviser en gouttelettes une veine liquide obtenue au niveau d'une tuyère, grâce à un courant d'air à grande vitesse ; ce dernier est fourni par un ventilateur centrifuge entraîné par un moteur (3 à 5 CV) de 4 000 à 7 000 tours/min. Ces appareils ont un débit compris entre 0,2 et 5 l/min.

#### b) Méthode.

Le faible volume foliaire des plants de pépinière se prête facilement à un mouillage parfait dans un temps assez bref. On traite par ruissellement en prenant soin de mouiller les faces inférieure et supérieure des jeunes feuilles. Dans le cas d'un traitement localisé au bulbe, le jet sera uniquement dirigé à ce niveau-là de manière à bien imprégner cet organe de la solution insecticide. Pour un jeune plant en début de pépinière, 20 ml de solution insecticide ou fongicide suffisent pour assurer un bon mouillage ; vers la fin de la pépinière, cette quantité augmente jusqu'à 100 ml. Les besoins en eau pour traiter un hectare de pépinière (soit 18 000 plants environ) varient donc de 400 à 2 000 l.

#### c) Rendement.

On peut traiter 5 000 plants par jour et par appareil.

#### d) Coût à l'hectare.

— Prix d'achat d'un pulvérisateur à jet projeté .....	15 445 F CFA
Charge d'amortissement sur 3 ans .....	34 F CFA
Pièces détachées et entretien .....	12 F CFA
Main-d'œuvre (4 hommes/ha) .....	5 000 F CFA
Protection du personnel .....	68 F CFA
Total (sans pesticide) .....	5 114 F CFA

## 2. — Jeunes cultures : de la mise en place jusqu'à la 1<sup>re</sup> année.

#### a) Appareillage.

Les mêmes types d'appareils décrits ci-dessus conviennent parfaitement au traitement de ces jeunes palmiers au début de la plantation jusqu'à l'âge de 1 an.

#### b) Méthode.

Le mouillage des plants est encore nécessaire et facile à réaliser dans un temps raisonnable. Pour des plants âgés de quelques mois, on doit utiliser 300 à 400 ml de solution par plant pour obtenir un bon mouillage, soit un débit de 40 à 60 l/ha. Durant la 1<sup>re</sup> année de plantation, le traite-



FIG. 2. — Traitement des jeunes cultures avec un pulvérisateur pneumatique à jet porté diffus (*Treatment of young crops with an air-carrier sprayer with air-blast nozzles*).

ment convenable d'un plan nécessite 500 à 700 ml de solution, soit un débit de 70 à 100 l/ha.

### c) Rendement.

Le contrat peut être fixé à 2 ha par opérateur, qu'il soit muni d'un pulvérisateur à dos à jet projeté ou à jet porté.

### d) Coût à l'hectare.

— Prix d'achat d'un pulvérisateur à jet projeté ..... 15 445 F CFA

Charges d'amortissement sur 3 ans :	
Surface traitée annuellement = 150 ha ..	34 F CFA
Pièces détachées et entretien .....	12 F CFA
Main-d'œuvre .....	730 F CFA
Citerne de 2 000 l (1 500 000 F CFA)	
Charges d'amortissement sur 10 ans (15 000 ha) .....	
Transport = 1 heure de tracteur/jour (5 appareils et personnel) .....	330 F CFA
<b>Protection du personnel :</b>	
Bottes (3 750 F), durée d'utilisation = 1 an .....	25 F CFA
Tenue de protection (6 000 F), durée d'utilisation = 1 an .....	40 F CFA
Divers .....	20 F CFA
<b>Total (sans pesticide) .....</b>	<b>1 291 F CFA</b>

— Prix d'achat d'un pulvérisateur à jet porté ..... 86 160 F CFA

Charges d'amortissement en 5 ans :	
Surface traitée annuellement = 150 ha ..	115 F CFA
Pièces détachées et entretien .....	58 F CFA
Jerrican (3 000 F CFA), amortissement sur 2 ans .....	10 F CFA
Carburant .....	290 F CFA
Main-d'œuvre + protection du personnel + citerne + transport .....	2 000 F CFA
<b>Total (sans pesticide) .....</b>	<b>2 473 F CFA</b>

## 3. — Jeunes cultures : 2 à 4 ans.

### a) Appareillage.

Les palmiers ont 3 à 5 m de hauteur et ne possèdent pas encore un volume foliaire important. On peut donc employer les pulvérisateurs pneumatiques à jet porté diffus utilisés pour le traitement des vergers.

Ces appareils portés ou tractés sont actionnés par la prise de force d'un tracteur (puissance absorbée de l'ordre de 25 à 35 CV) et sont munis de rampe semi-circulaire ou de déflecteurs orientables et interchangeables. Ils peuvent débiter 30 à 40 000 m<sup>3</sup> d'air/h à une vitesse de 110 à 180 km/h et ont une portée de 10 à 12 m [3].

### b) Méthode.

On effectue un passage par interligne dégagée, à la vitesse de 3 km/h.

Le chauffeur du tracteur assure les traitements ; il est assisté d'un aide pour les remplissages et la préparation des mélanges. Les arrêts durent en moyenne 30 min.

Le débit nécessaire à un bon traitement est de l'ordre de 100 à 300 l/ha.

### c) Rendement.

Il est équivalent à 4 ou 5 ha/h de traitement, soit 20 à 25 ha par journée normale de travail, compte tenu des temps de remplissage.

### d) Test d'un pulvérisateur à jet porté.

— Description. — Composé d'une rampe semi-circulaire équipée sur chaque côté de 6 buses orientables, la pulvérisation peut être effectuée sur un ou deux côtés à la fois, commandée par le conducteur du tracteur. Le ventilateur axial, entraîné par la prise de force du tracteur à 540 tours/min, fournit 40 000 m<sup>3</sup> d'air/h à une vitesse voisine de 125 km/h, la vitesse de rotation du ventilateur étant de 2 400 tours/min. Une pompe à trois pistons assure un débit maximal de 90 l/min à la pression maximale de 60 kg/cm<sup>2</sup> pour une vitesse de la prise de force de 220 tours/min. On utilise généralement les pressions de 20 à 40 kg/cm<sup>2</sup>. Le réservoir en résine de polyester stratifié a une capacité de 1 000 l, il a un indicateur de niveau et un agitateur à palettes. L'appareil mesure 5 m au total avec le dispositif d'attache et pèse 1,6 t en charge ; il est tiré par un tracteur de 60 CV environ.

— Résultats obtenus (rapport interne non publié). — Sur des plantations de 2 à 3 ans, l'efficacité est très satisfaisante avec ce type d'appareil, en utilisant un débit de 100 à 150 l/ha et une dose de 0,5 à 1 l de parathion/ha pour lutter contre les larves mineuses de *Coelaenomenodera minuta* Uhman. Par contre, dans une parcelle de 4 ans, l'efficacité se maintient dans l'interligne, alors que dans l'andain elle baisse sensiblement (Tabl. I).

TABLEAU I. — Indices moyens de *Coelaenomenodera* et taux de mortalité après traitement

(Mean index of infestation by *Coelaenomenodera* and death rate after treatment)

Age (ans-yrs) .....	2 (a)	3 (b)	4 (c)
<b>P. 100 mortalité globale (overall death rate)</b>			
— Interligne (Interrow) .....	100	100	95,4
— Andain (Windrow) .....	100	99,6	76,4
<b>Indices larves + nymphes (Index larvae and pupae)</b>			
— avant (before) .....	76,1	35,2	35,0
— après (after) .....	0	0	2,0
<b>Indices adultes (Index adults)</b>			
— avant (before) .....	11,9	14,2	5,0
— après (after) .....	1,0	0,8	1,2

(a) 100 l eau (water) + 0,5 l parathion/ha ;  
 (b) 100-150 l eau (water) + 0,5-1 l parathion/ha ;  
 (c) 250-300 l eau (water) + 1-1,5 l parathion/ha.

— Conclusions sur ce type d'appareils. — Leur entretien réduit rend leur utilisation très économique ; toutefois, mis à part les défauts mécaniques intrinsèques à chaque appareil de ce type, il convient d'observer que leur puissance ne permet d'intervenir à pleine efficacité que dans une tranche d'âge très restreinte (2 à 3 ans).

L'intérêt de ce type d'appareil est cependant accru si l'on peut brancher une ou deux lances à main pour traiter éventuellement la flèche d'une manière localisée, dans le cas d'une attaque de pyrales.

## 4. — Cultures en rapport : 5 ans et plus.

### a) Appareillage.

A ce stade de développement, les palmiers acquièrent leur masse foliaire de l'âge adulte. Les palmes qui s'enche-

vêtrent d'un palmier à l'autre, forment une voûte qui augmente la difficulté de traitement. Le dispositif de plantation des palmiers ne permettant le passage des engins terrestres qu'un interligne sur 2, un seul côté de chaque ligne de palmiers est accessible par les appareils. Par conséquent, il est donc nécessaire de disposer d'un engin de traitement par voie terrestre qui puisse permettre de pulvériser d'une manière homogène la couronne foliaire des palmiers en un minimum de passages par interligne pour assurer une bonne efficacité du traitement ainsi qu'un rendement horaire satisfaisant.

Plusieurs appareils de traitement ont été testés de 1965 à 1971 : Swisatom 2 000 [6] ; Dustor Evrard 67 L et 87 L [5] ; Stromboli XP 10 [2] ; B.S.E. Super Bangui [1, 7] ; Tecnomat « Fludair canons jumelés » [4, 8]. Ces tests ont permis de mettre en évidence les caractéristiques essentielles que doit posséder un appareil destiné à traiter des palmiers de 5 ans et plus (hauteur : 3 à 20 m) :

- débit et vitesse de l'air élevés permettant un brassage énergétique des palmes, sans toutefois les traumatiser, afin d'avoir une bonne répartition de l'insecticide sur toutes les spires foliaires ;

- dispositif de pulvérisation interchangeable pour traiter des palmiers d'âges différents ;

- encombrement réduit pour faciliter la pénétration dans les jeunes palmeraies ;

- largeur de traitement de 8 m pour diminuer le nombre de passages par interligne et éviter un « balayage » permanent de la voûte foliaire ;

- tuyères de pulvérisation orientables par un système hydraulique commandé à partir du siège de l'opérateur ;

- appareil robuste qui s'entretient facilement [4].

### b) Méthode de traitement avec un Tecnomat « Fludair canons jumelés » (Fig. 3).

On effectue deux passages par interligne ; les deux canons peuvent être orientés unilatéralement ou bilatéralement. Si les tuyères pulvérisent sur les 2 côtés à la fois, on traite au premier passage la voûte foliaire de l'interligne et, au second, les palmes situées dans l'andain des lignes voisines. Par contre, si les canons sont disposés du même côté, on traite au passage la demi-voûte foliaire dans l'interligne et celle située dans l'andain de la ligne voisine. Dans ce cas, on peut aussi utiliser un canon rectangulaire dirigé dans l'interligne et un circulaire orienté vers l'andain pour traiter des palmiers de 10 à 15 ans, ainsi que les bordures de ces parcelles.

Les débits nécessaires pour obtenir une bonne efficacité varient de 200 à 600 l de solution/ha suivant l'âge des palmiers :

- de 5 à 10 ans, 300 à 400 l/ha suffisent pour assurer une bonne répartition de l'insecticide dans la couronne foliaire ;

- de 10 à 20 ans, il faudrait 400 à 550 l/ha ;

- et au-delà de 20 ans, un débit voisin de 600 l/ha est nécessaire pour obtenir une bonne efficacité.

Le vent n'a pas d'action bien sensible lors des traitements des plantations âgées de 5 à 10 ans car l'appareil possède un débit et une vitesse d'air très élevés. Son influence devient importante sur les bordures des parcelles âgées de 10 à 20 ans, surtout si ces dernières sont situées en lisière de la plantation. Par contre, dans le cas de palmiers très hauts (> 20 ans), le vent a une très grande influence sur la pulvérisation et celle-ci doit être effectuée de préférence très tôt le matin, de 5 h à 7 h.



FIG. 3. — Traitement des cultures très âgées avec un pulvérisateur Tecnomat « Fludair canons jumelés » doté de déflecteurs circulaires (Treatment of very old crops with a Tecnomat « Fludair Twin Nozzle » sprayer with circular baffle plates).

### c) Résultats de quelques traitements avec le « Fludair canons jumelés ».

— 1<sup>er</sup> exemple : *Coelaenomenodera minuta* Uhman.

Le traitement est dirigé contre les adultes ; le propoxur est utilisé à la dose de 190 à 240 g/ha. Les adultes ont été dénombrés avant et 1 jour après traitement sur les palmes de niveaux 9, 17 et 25, prélevées alternativement au niveau de l'andain et dans l'interligne (Tabl. II).

— 2<sup>e</sup> exemple : Chenilles défoliatrices (*Hesperidae*).

On a utilisé la deltaméthrine à la dose de 10 à 15 g/ha. Les chenilles ont été comptées avant et 1 à 4 jours après

TABLEAU II. — Efficacité des traitements au propoxur sur (*Efficiency of propoxur treatment of*) *Coelaenomenodera*

Age de la parcelle (ans) ( <i>Age of plot -yrs.</i> )	8	16	50
Nomb. d'adultes vivants ( <i>No. of living adults</i> )			
— avant traitement ( <i>before</i> )	504	803	372
— après traitement ( <i>after</i> )	13	19	35
Réduction de la population ( <i>Population reduction</i> ) (p. 100)	97,4	97,6	91

TABLEAU III. — Efficacité des traitements à la deltaméthrine sur (*Efficiency of deltamethrine treatment of*) *Hesperidae*

Age de la parcelle (ans) ( <i>Age of plot - yrs</i> )	15	18
Nombre de chenilles vivantes ( <i>No. of living caterpillars</i> )		
— avant traitement ( <i>before</i> )	293	240
— après traitement ( <i>after</i> )	9	8
Réduction de la population ( <i>Population reduction</i> ) (p. 100)		
	97	96,7

traitement sur des palmes de niveaux 9, 17, 25, prélevées alternativement au niveau de l'andain et dans l'interligne (Tabl. III).

#### d) Rendement.

Il est de 2 à 2,5 ha/h de traitement ce qui équivaut, pour une journée normale de travail, à 15 ha au total, compte tenu des temps de remplissage et de parcours de la parcelle traitée à la citerne, qui est habituellement placée au centre de la zone traitée. En général, les horaires de traitement sont les suivants : 5 h à 11 h 30 — 16 h à 20 h.

#### e) Autres appareils et méthodes de traitements terrestres.

— *Emploi de poudreuses portées par un tracteur.* — Il avait été testé un modèle qui permet d'obtenir un rendement de 5 à 7 ha/h [13]. Cependant, ce modèle a été abandonné à la suite de nombreux essais qui avaient révélé des insuffisances au niveau du débit et de la puissance.

Par ailleurs, un autre type de poudreuse de fabrication italienne a été testé dans une plantation industrielle. Les premiers résultats obtenus lors des applications d'HCH (5 kg/ha) contre les adultes de *Coelaenomenodera* sont assez satisfaisants. Cet appareil permet de traiter 20 à 25 ha/jour.

Néanmoins, pour toutes les poudreuses testées, on a été obligé d'apporter quelques modifications au niveau de la sortie de la poudre : adaptation d'un diffuseur dans le cas des arbres assez hauts.

— *Emploi de poudreuses à moteur dorsal.* — Il s'agit des pulvérisateurs pneumatiques à dos, transformés en poudreuses grâce à des accessoires adéquats prévus à cet usage. Un tube en P.V.C., de diamètre intérieur égal à 6 cm et 2 m de longueur, a été ajouté pour servir de rallonge et porter le nuage de poudre à une certaine hauteur.

L'opérateur traite une ligne sur deux en poudrant 8 kg de Synexa 25 (HCH) par interligne, soit environ 20 kg de poudre/ha. Mais il est très difficile de maîtriser le débit car il varie en fonction de la vitesse de déplacement de l'opérateur et la poudre a souvent tendance à se tasser dans le réservoir. Le déplacement s'effectue toujours dans le sens contraire au vent qui doit être très faible ; le nuage de poudre se dirige ainsi très lentement vers la ligne voisine. Le traitement doit être fait très tôt le matin et à la tombée de la nuit en l'absence de vent assez fort.

Cependant, cette méthode ne peut être appliquée que dans des parcelles de 5 à 8 ans (hauteur de stipe 1,5 à 2 m maximum) inaccessibles à un tracteur (sols tourbeux, fortes pentes, interlignes mal dégagés ou très accidentés, et d'une manière générale en plantations villageoises...). La hauteur des palmiers est, dans ce cas, un facteur limitant pour une bonne efficacité des traitements (Tabl. IV).

Le rendement journalier obtenu est de l'ordre de 5 ha/appareil.

TABLEAU IV. — Efficacité des traitements à l'HCH avec des poudreuses pneumatiques à dos sur les adultes de *Coelaenomenodera*

Hauteur	de 1,5 à 2 m	> 2 m
Age des parcelles	4 et 7 ans	12 ans
Nombre moyen d'adultes vivants/palme		
— avant traitement	5,74	8,87
— après traitement	0,15	1,08
Réduction de la population (p. 100)		
	97,4	87,8

— *Traitement endotherapique* (Fig. 4). — Une méthode originale a été mise au point pour lutter surtout contre *C. minuta* Uhman dont les larves sont mineuses des feuilles ; leurs dégâts peuvent entraîner une perte de 50 p. 100 de la production des palmiers sur deux ans, soit 6 tonnes de régimes/ha sur deux ans en cas de défoliation très forte des palmiers.

L'intervention consiste à introduire, à l'aide de seringues à remplissage automatique, un insecticide systémique dans deux trous diamétralement opposés que l'on effectue dans le stipe des palmiers infestés par ce ravageur. Les perforations sont réalisées à l'aide de perceuses T.A.S. modèle T.E.D. 23, animées par un moteur deux-temps, à un cylindre (1,2 CV), qui tourne à 7 000 tours/min. Le carburant est un mélange de 1 part d'huile moteur et de 25 parts d'essence ordinaire. Un embrayage centrifuge permet de faire tourner le mandrin à 250-325 tours/min après une forte réduction. L'appareil pèse environ 4 kg et mesure 26 cm × 20 cm × 37 cm avec, en plus, un foret en acier trempé de 12-13 mm de diamètre et 20 cm de longueur totale.

L'insecticide migre ensuite par l'intermédiaire de la sève brute dans la couronne foliaire, tue les larves et surtout les adultes qui se nourrissent du parenchyme foliaire toxique [15, 17].

Ce mode de traitement nécessite une équipe de 9 personnes et ne permet d'obtenir qu'un rendement de 4 à 6 ha/jour/équipe. Les opérateurs qui introduisent l'insecticide doivent porter des masques modèle RC 93 ainsi que des gants en latex, élastiques, résistant à tous les solvants et s'adaptant bien aux mains. Cette méthode se révèle très efficace (mortalité voisine de 100 p. 100) mais la réalisation est très délicate et nécessite une surveillance sans faille. En outre, la protection des perforations doit être soigneusement effectuée : actuellement, des chevilles en plastique sont utilisées ainsi que du goudron végétal pur.



FIG. 4. — Traitement endotherapique : phase de perforation (*Endotherapeutic treatment : drilling the holes*).

Le traitement systémique ne nécessite pas une détermination précise de la date de traitement contre le *Coelaenomenodera*, contrairement aux traitements par pulvérisation ou poudrage terrestre. Par ailleurs, on ne réalise qu'un seul traitement par voie systémique au cours du cycle des adultes alors que trois applications espacées de 15 jours chacune sont nécessaires avec les pulvérisateurs ou poudreuses terrestres. Autres avantages du traitement systémique, il n'est pas polluant pour l'environnement et aucun résidu d'insecticide n'a été retrouvé dans l'huile extraite des régimes provenant des palmiers traités. Enfin, jusqu'à ce jour, aucune chute de production n'a été observée sur ces palmiers.

#### f) Coût à l'hectare.

Il varie de 19 000 à 31 000 F CFA ; le traitement systémique et le poudrage à l'aide des appareils à dos coûtent moins cher que le traitement par pulvérisation lorsque l'on opère en plantations industrielles. Par contre, en plantations villageoises, le coût des traitements est plus élevé car le kilométrage des véhicules est plus important, compte tenu de l'éloignement et de la dispersion des parcelles villageoises (Tabl. V).

## TRAITEMENTS PAR VOIE AÉRIENNE

### 1. — Appareillage.

#### a) Avion.

Les appareils utilisés sont du type Piper Brave 300 ou Piper Pawnee D 235, pouvant respectivement transporter des charges de 600 à 375 kg de poudre. Ils sont dotés d'une poudreuse en acier inoxydable, ou en aluminium (type Venturi) dans le cas d'un traitement par poudrage d'HCH [18].

On peut également disposer sur ces modèles d'avion d'un système de pulvérisation par micronairs (2 sur chaque aile) [19].

#### b) Hélicoptère (Fig. 5).

Les traitements sont réalisés avec un appareil Bell modèle 47 G2 capable de transporter des charges de 208 l de solution insecticide. Le système de pulvérisation est représenté par deux rampes latérales, chacune mesurant 2,45 m et portant 18 buses, ainsi qu'une rampe arrière centrale d'une longueur de 3,35 m et dotée de 12 buses. Ces dernières, à cônes creux, sont équipées de pastilles interchangeable permettant de varier le débit grâce aux différents diamètres de sortie, tout en conservant une pression convenant au résultat recherché ; un système anti-gouttes permet d'éviter des pertes de produits au niveau des buses lors de l'arrêt de pulvérisation. Celle-ci se réalise par une pompe qui est montée sur le relais des accessoires du moteur et commandée par l'intermédiaire d'un embrayage électromagnétique.

### 2. — Méthode.

En règle générale, le traitement est effectué dans le sens Nord-Sud qui permet de suivre l'alignement des palmiers ; cependant, on recherche aussi la plus grande longueur pour les surfaces à traiter afin de diminuer le nombre de virages exécutés par les aéronefs. Enfin, on pourra dans tous les cas traiter les bordures des parcelles dans le sens Est-Ouest. Les limites de la zone à traiter sont matérialisées par deux balises montées sur un camion ou un tracteur. On les déplace dans le sens contraire des vents dominants et on les immobilise toutes les deux lignes. Le traitement peut être accompli bande après bande ou par passage en « carrousel » [10].

Le vent et la température ont une grande influence sur la

TABLEAU V. — Coût des traitements par voie terrestre contre (*Cost of ground-level treatments of*) *Coelaenomenodera*

Nature des frais (Type of expenses)	Prix de revient ( <i>Cost price</i> ) (F CFA/ha)				
	Poudrage HCH avec poudreuse à dos ( <i>Dusting with HCH with knapsack duster</i> )		Traitement endothérapique avec : ( <i>Endotherapeutic treatment with</i> ) monocrotophos		Traitement par pulvérisation avec un « Fludair canons jumelés » avec : ( <i>Spraying with « Fludair Twin-Nozzle » using</i> ) propoxur
	I	II	I	II	
Produit ( <i>Product</i> ) . . . . .	5 200	5 200	12 470	12 470	2 500
Amortissement appareil de traitement + pièces détachées + carburant + divers ( <i>Depreciation of appliance + spare parts + fuel + miscellaneous</i> ) . . . . .	475	475	2 975	2 975	2 730
Main-d'œuvre + divers ( <i>Labour + miscellaneous</i> ) . . . . .	1 125	625	3 200	2 800	800
Kilométrage véhicule + heures de tracteur ( <i>Kilometrage vehicle + hours of tractor</i> ) . . . . .	3 500	1 000	3 500	1 000	1 675
	10 300	7 300			7 705
Prix de revient total ( <i>Total cost price</i> ) . . . . .	× 3 tours ( <i>times</i> ) 30 900 F CFA	× 3 tours ( <i>times</i> ) 21 900 F CFA	22 145 F CFA	19 245 F CFA	× 3 tours ( <i>times</i> ) 23 115 F CFA

I = Plantation villageoise (*Smallholding*) ; II = Plantation industrielle (*Industrial plantation*).

FIG. 5 — Traitement par hélicoptère dans le sens Nord-Sud (Treatment by helicopter in a N-S direction)



bonne réalisation des traitements aériens. La vitesse du vent doit être inférieure à 25 km/h pour une pulvérisation, et à 8 km/h pour un poudrage ; en outre, le vent ne doit pas souffler par rafales [12]. Les fortes températures peuvent entraîner une évaporation rapide lors d'une pulvérisation de solution aqueuse insecticide et une turbulence qui nuit à la bonne répartition de la poudre ou à la retombée normale du brouillard huileux.

La réalisation des traitements aériens nécessite une organisation rationnelle du terrain d'atterrissage et du chantier de traitement proprement dit. Le matériel indispensable pour l'approvisionnement de l'avion diffère suivant la nature de l'insecticide employé ; s'il s'agit d'un poudrage, on utilise une trémie en acier de 1 m<sup>3</sup> pouvant recevoir 600 kg de poudre [18]. Dans le cas d'une pulvérisation, on doit disposer de deux cuves de 3 000 l pour la préparation des solutions insecticides ainsi que d'une moto-pompe centrifuge auto-amorçante de 30 m<sup>3</sup>/h et d'un système de tuyauterie [10]. Quant au chantier de traitement, des balises mobiles et fixes sont nécessaires pour délimiter d'une manière précise la superficie à traiter.

### 3. — Comparaison des traitements par avion et par hélicoptère.

Lors d'une pulvérisation par avion contre les adultes de *Coelaenomenodera* (250 g de propoxur/ha, 30 à 40 l de solution/ha), on a obtenu une réduction de population de 100 p. 100 sur 45 p. 100 de la superficie totale traitée (500 ha) ; de 97 p. 100 sur 35 p. 100 de cette surface (387 ha) ; de 73 p. 100 sur la surface restante (218 ha). Ce dernier résultat, plus faible, provient du fait que les palmiers de bordure ne sont pas bien traités lorsque l'avion est obligé de prendre rapidement de l'altitude pour éviter les grands arbres situés à la fin des lignes de traitement. En outre, l'efficacité est réduite lorsque les palmiers se trouvent dans un creux ou un bas-fond car l'avion ne peut pas voler au ras de ceux-ci.

Par contre, avec un hélicoptère et la même dose d'insecticide par hectare, mais avec un débit plus faible (20 à 25 l/ha), la réduction des populations d'adultes de

*Coelaenomenodera* est bien meilleure : 98 à 100 p. 100 de mortalité sur l'ensemble de la surface traitée (418 ha).

Il existe parfois quelques irrégularités au niveau de l'efficacité du traitement mais elles sont de nature différente de celles obtenues par avion. L'efficacité de la pulvérisation par hélicoptère est amoindrie lorsque l'appareil vole à plus d'un mètre au-dessus des palmiers ; dans ce cas, l'effet du rotor est annulé et le produit pulvérisé subit une dérive. En outre, il arrive que le pilote rencontre parfois des palmiers plus hauts (de quelques mètres) que ses voisins sur un passage de traitement ; ceux-ci l'obligent à monter ce qui entraîne une mauvaise répartition du produit insecticide sur les palmiers plus courts qui seront moins bien traités.

D'autres critères techniques permettent de comparer ces deux types d'aéronefs et de constater que, dans la plupart des cas, l'hélicoptère est préférable à l'avion (Tabl. VI).

### 4. — Rendement horaire.

Il dépend beaucoup de la distance entre l'aire d'atterrissage et le lieu de traitement ; plus elle est faible, plus le temps de vol improductif pour parcourir cette distance est court, ce qui améliore le rendement horaire des appareils (Tabl. VII). Toutefois, l'hélicoptère a l'avantage pour les parcelles morcelées, alors que l'avion traite plus rapidement de grandes surfaces.

### 5. — Coût à l'hectare.

Il se révèle plus coûteux par hélicoptère que par avion (Tabl. VIII), l'hectare traité par le premier appareil revient dans l'ensemble 1,3 fois plus cher qu'avec le second. Dans les deux cas, l'insecticide utilisé représente 49 à 64 p. 100 du coût à l'hectare pour le poudrage, et 32 à 42 p. 100 pour la pulvérisation. Le prix de revient de l'hélicoptère à l'hectare traité représente 58 p. 100 du coût total, alors que celui de l'avion est équivalent à 44 p. 100 dans le cas de la pulvérisation. La main-d'œuvre et divers autres frais (kilométrage des véhicules, heures de tracteur...) ne sont qu'une proportion assez faible du coût global (10 à 14 p. 100).

TABLEAU VI. — Caractéristiques techniques des traitements par avion et par hélicoptère

Caractéristiques	Avion		Hélicoptère
Charge utile en pesticide	5 à 600 l		200 l
Vitesse de traitement	150 km/h		40 à 80 km/h
Virage	30 s à 1 min		5 à 7 s
Terrain d'atterrissage	grande dimension		très faible dimension
Evolution en terrain : — accidenté — morcelé	impossible impossible		possible possible d'où meilleure adaptation pour traiter des plantations villageoises
Visibilité	moyenne		bonne
Temps d'immobilisation au sol pour l'approvisionnement en pesticide	poudrage 13 à 17 min	pulvérisation 4 à 6 min	1 à 2 min
Nombre d'opérateurs nécessaires :	poudrage	pulvérisation	
— balisage	4	4	4
— aire d'atterrissage	8	6	6

TABLEAU VII. — Rendement horaire de l'avion et de l'hélicoptère en fonction de la distance entre l'aire d'atterrissage et le lieu de traitement

Distance moyenne entre aire d'atterrissage et lieu de traitement	Rendement horaire moyen (ha/h)
	par avion (150 km/h)
30 km	16 à 37 (poudrage)
jusqu'à 7 km	— poudrage : 53 à 74
	— pulvérisation : 55 à 73
	par hélicoptère (80 km/h)
4,2 km	45
3,7 km	55
2,9 km	60
2 km	64
inférieur ou égal à 1 km	70 à 85

### III. — POLITIQUE DES TRAITEMENTS CONTRE LES RAVAGEURS DU PALMIER À HUILE

En Côte d'Ivoire, les traitements chimiques sont essentiellement dirigés contre les défoliateurs des palmiers : les chenilles défoliatrices (hespérides, limacodides, notodontides, zygaenides) et surtout l'hispine *C. minuta* Uhman. Les chenilles peuvent s'attaquer aux jeunes cultures dès leur mise en place ainsi qu'aux vieilles plantations, alors que l'hispine n'effectue ses dégâts que sur des palmiers âgés de 5 ans et plus. Les jeunes cultures sont parfois victimes des attaques de curculionides dont les larves creusent des galeries au niveau du bulbe ; des chenilles de pyrale peuvent perforer la flèche des jeunes palmiers. Dans ces cas, les traitements ne nécessitent pas un matériel très sophistiqué

et les pulvérisateurs à pression entretenue ou pneumatiques suffisent à juguler leur pullulation. Quant aux attaques des chenilles défoliatrices, et surtout de l'hispine, il a été nécessaire de mettre au point un système d'intervention qui tienne compte de l'importance des attaques et de la situation des foyers de développement de ces ravageurs.

En règle générale, une seule intervention chimique suffit pour arrêter une pullulation de chenilles défoliatrices, alors que trois tours de traitement, espacés de 15 jours, sont nécessaires pour lutter contre les adultes de *C. minuta* dont les émergences sont échelonnées sur un mois à un mois et demi.

#### 1. — Superficie des foyers de pullulation inférieure à 100 ha.

##### a) Cultures de 2 à 4 ans.

*Terrain peu ou pas accidenté.*

— Utilisation des pulvérisateurs pneumatiques à jet porté diffus tiré ou porté par un tracteur ;

— Utilisation éventuelle des pulvérisateurs pneumatiques à dos. Leur nombre sera fonction de l'importance de la superficie infestée.

*Terrain accidenté* (fortes pentes, sols tourbeux).

— Utilisation des pulvérisateurs pneumatiques à dos.

##### b) Cultures de 5 à 8 ans.

*Terrain peu ou pas accidenté.*

— Traitement avec un pulvérisateur de grande puissance, tracté (type « Fludair canons jumelés ») ou avec une poudreuse à grand débit, portée par un tracteur.

*Terrain accidenté.*

— Emploi de pulvérisateurs pneumatiques à dos transformés en poudreuse et munis d'un tube-rallonge de 2 m.

##### c) Cultures de 9 ans et plus.

*Terrain peu ou pas accidenté.*

— Utilisation d'un pulvérisateur tracté ou d'une poudreuse portée par un tracteur ;



TABLEAU VIII. — Coût des traitements aériens contre (*Cost of aerial treatments of*) *Coelaenomenodera*

Nature des frais ( <i>Type of expenses</i> )	Prix de revient/ha traité ( <i>Cost price/ha treated</i> ) (F CFA/ha)			
	Poudrage HCH/avion ( <i>Dusting with HCH - plane</i> )		Pulvérisation/avion ( <i>Spraying - plane</i> )	Pulvérisation par hélicoptère ( <i>Spraying - helicopter</i> )
	Piste atterrissage très éloignée ( <i>Landing strip very far away</i> )	Piste atterrissage proche ( <i>Landing strip close</i> )		
Produit ( <i>Product</i> ) . . . . .	5 200	5 200	2 500	2 500
Appareil de traitement ( <i>Appliance used for treatment</i> ) . . . . .	4 345	2 045	2 550	4 600
Main-d'œuvre + divers ( <i>Labour + miscellaneous</i> ) . . . . .	625	625	340	340
Kilométrage véhicule + heures de tracteur ( <i>Kilometrage vehicle + hours use of tractor</i> ) . . . . .	350	180	440	440
	10 520	8 050	5 830	7 880
Prix de revient total ( <i>Total cost price</i> ) . . . . .	× 3 tours ( <i>times</i> ) 31 560 F CFA	× 3 tours ( <i>times</i> ) 24 150 F CFA	× 3 tours ( <i>times</i> ) 17 490 F CFA	× 3 tours ( <i>times</i> ) 23 640 F CFA

— Traitement par voie endotherapique en introduisant dans le stipe, par deux perforations opposées, un insecticide systémique.

*Terrain accidenté.*

— Traitement par voie endotherapique.

## 2. — Superficie des foyers de pullulation supérieure à 100 ha.

— Traitement aérien (avion ou hélicoptère). Le choix de ces types d'appareils dépendra surtout de leur disponibilité.

L'expérimentation réalisée avec les différentes techniques de traitements aériens et terrestres a montré que des résultats comparables ont été obtenus au niveau de la réduction des populations d'insectes nuisibles au feuillage des palmiers [14]. L'utilisation des moyens aériens existants permet :

— une intervention et une exécution rapides qui rendent possible une lutte efficace contre une invasion de ravageurs sur une grande surface ;

— une réduction de 10 à 20 fois des quantités d'eau à transporter (pour les pulvérisations) par rapport à certains moyens terrestres classiques ;

— un travail réalisable quel que soit l'état du sol (terrain tourbeux ou inondé, fortes pentes, mauvais entretien des interlignes...) et dans des zones inaccessibles par voie terrestre [12].

Ces interventions chimiques ne peuvent être rationnelles que si un réseau de surveillance ou d'avertissements agricoles a été mis en place tant au sein des plantations industrielles que villageoises de palmiers à huile. La surveillance des niveaux de populations des différents ravageurs est nécessaire :

— pour déceler et localiser de façon précise dans les meilleurs délais le développement intensif d'un insecte nuisible ;

— pour fixer avec exactitude la date de l'intervention chimique ;

— pour apprécier avec précision l'efficacité d'un traitement par des comptages des populations de ravageurs avant et après traitement [9, 11, 16, 20] ;

— enfin pour adapter à tout moment la politique de traitement contre les ravageurs.

## CONCLUSION

La protection du palmier à huile fait appel à un ensemble de techniques et de moyens terrestres ou aériens. Le choix du mode de traitement et de l'appareillage dépend de l'âge des palmiers, de l'organe végétal attaqué, de la superficie colonisée par les ravageurs et du type de plantation : plantations industrielles de grandes dimensions possédant un réseau de pistes correct et dont l'entretien est le plus souvent soigné, ou plantations villageoises de petite superficie (3 à 5 ha), dispersées, parfois mal entretenues.

L'utilisation des moyens terrestres (pulvérisateurs tractés, poudreuses portées par un tracteur, traitement par voie endotherapique) dépend de la nature du terrain et de l'âge des palmiers ; la zone attaquée par un ravageur devra, dans ce cas, être de taille modeste (inférieure à 100 ha) afin que l'intervention puisse être réalisée dans les limites de temps déterminées par la biologie des divers ennemis en cause.

Les moyens aériens (avion et hélicoptère) se révèlent nécessaires et indispensables pour juguler les pullulations d'insectes nuisibles sur de grandes surfaces en un minimum de temps.

Le prix de revient à l'hectare traité par les appareils terrestres et aériens varie de 19 à 32 000 F CFA pour une intervention à 3 reprises contre les adultes de *C. minuta* Uhman. Les chenilles défoliatrices sont éliminées par un seul traitement ce qui réduit le coût à 6 300-10 500 F CFA/ha.

D'autres appareils de traitements terrestres sont actuellement en cours d'essais (par exemple : les pulvérisateurs thermiques).

Le planteur peut, à l'heure actuelle, disposer d'une gamme assez étendue de matériels de traitement. Les études qui seront entreprises dorénavant auront pour objet de réduire les coûts de traitements, d'améliorer le rendement du matériel tant sur le plan de la qualité du traitement que sur celui de sa fiabilité.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] BESOMBES J. P. (1968). — Essais de traitements antiparasitaires des palmeries adultes avec le B.S.E « Bangui spécial ». *Oléagineux*, 23, N° 12, p. 715-720.
- [2] — (1970). — Essais du Stromboli X P10. I.R.H.O., rapport intérieur non publié.
- [3] — (1972). — Le matériel de traitements insecticides en plantation de palmiers à huile. *Oléagineux*, 27, N° 10, p. 479-481.
- [4] BESOMBES J. P., MARIU D. (1971). — Traitement sanitaire des plantations de palmiers à huile à l'aide du pulvérisateur « Fludair canons jumelés ». *Tecnoma Oléagineux*, 26, N° 11, p. 675-681.
- [5] CHEZE B. (1968). — Compte rendu d'essai du pulvérisateur Duster Evrad 67 L., C.E.E.M.A.T., rapport ronéotypé non publié, 7 p.
- [6] — (1969). — Mission en Côte d'Ivoire du 8 au 24 janvier 1969, C.E.E.M.A.T., rapport ronéotypé non publié, 74 p.
- [7] — (1969). — Compte rendu des essais du pulvérisateur B.S.E. Super Bangui à La Mé (Côte d'Ivoire). C.E.E.M.A.T., rapport ronéotypé non publié, 6 p.
- [8] — (1970). — Essais du pulvérisateur Tecnoma « Fludair canons jumelés » en Côte d'Ivoire. C.E.E.M.A.T., rapport ronéotypé non publié, 11 p.
- [9] DUFOUR F., PHILIPPE R. (1980). — Surveillance sanitaire des jeunes cultures en Afrique de l'Ouest. *Oléagineux*, 35, N° 2, p. 85-88.
- [10] GENTY P. (1977). — Traitements aériens des plantations industrielles de palmiers à huile : I. Le matériel et l'organisation. *Oléagineux*, 32, N° 1, p. 5-7 ; II. La réalisation. *Oléagineux*, 32, N° 2, p. 51-54.
- [11] — (1978). — Contrôles sanitaires des plantations adultes de palmiers à huile en Amérique latine. *Oléagineux*, 33, N° 11, p. 549-553.
- [12] HERBLOT (1966). — Utilisation de l'aéronef en agriculture, l'aviation agricole dans le monde. Application à l'agriculture tropicale, principalement celle des pays tropicaux d'exportation française. *Mach. agric. trop.*, N°s 15 et 16, p. 3-68.
- [13] LAFAILLE J. P. (1965). — Essai d'un Lachazette modèle HA20. I.R.H.O., rapport intérieur non publié.
- [14] MARIU D., BESOMBES J. P., MORIN J. P. (1973). — Efficacité comparée des traitements aériens et terrestres en plantation de palmiers à huile. *Oléagineux*, 28, N° 4, p. 167-174.
- [15] MARIU D., PHILIPPE R., MORIN J. P. (1979). — Méthode de lutte contre *Coelaenomenodera* (Coleoptera, Hispididae) par injection d'insecticides systémiques dans le stipe du palmier à huile (fr.-angl.). *Oléagineux*, 34, N° 2, p. 51-58.
- [16] MORIN J. P., PHILIPPE R. (1978). — Contrôles sanitaires des plantations adultes de palmiers à huile en Afrique de l'Ouest. I. Contrôles ordinaires. *Oléagineux*, 33, N° 6, p. 277-281 ; II. Contrôles spéciaux. *Oléagineux*, 33, N° 8-9, p. 429-434.
- [17] PHILIPPE R., DIARRASSOUBA S. (1979). — Méthode de lutte contre *Coelaenomenodera* par introduction d'insecticide systémique dans le stipe du palmier à huile. *Oléagineux*, 34, N° 5, p. 229-233.
- [18] — (1980). — Méthode de lutte contre *Coelaenomenodera* par poudrage aérien de HCH. *Oléagineux*, 35, N° 4, p. 187-192.
- [19] WEBER R. (1979). — Les appareils de traitement phytosanitaire en milieu tropical : Les pulvérisateurs. *Mach. agric. trop.*, N° 68, p. 3-27.
- [20] WOOD J. B. (1968). — Assessment of insect pest populations by census techniques. In : Pest of oil palms in Malaysia and their control, p. 56-63. Kuala Lumpur : Incorporated Society of Planters

## SUMMARY

## Treatment techniques in oil palm plantations in the Ivory Coast : Methods and appliances.

R. PHILIPPE, C. de BERCHOUX and D. MARIU, *Oléagineux*, 1983, 38, N° 6, p. 349-363.

In the course of its development, the oil palm may be infested with diseases, or attacked by pests. The method of treatment and appliances used must be adapted according to the stage of growth of the palm and the surface area infested by the harmful agent, and to the type of plantation : industrial plantations of large surface area, or small and widely dispersed smallholdings. For young palms, hand-operated sprayers and automatic knapsack sprayers are sufficient for treating insects harmful to the leaves or the root bulb. In the nursery, 5,000 plants may be treated per day and per appliance. For young plants, an average 2 ha daily can be covered by one operator. For 2-4 year-old palms, chemical treatment may be given using automatic air-carrier sprayers with air-blast nozzles ; the hourly rate is 4-5 ha in this case. For palms aged 5 years and over, treatment can be given with a spray of the « Fludair Twin-Nozzle » type. The rate is about 2-2.5 ha/h, at about 3 km/h. Power dusters allow about 20-25 ha/day to be treated. In plots of 5-8 year-old palms, inaccessible to tractors, automatic knapsack sprayers converted into dusters can be used ; in this case the rate is about 5 ha/day/appliance. An original method has been devised for controlling *Coelaenomenodera minuta* Uhman, whose larvae are leaf-mining. Treatment consists of injecting a systemic insecticide into the stem ; the rate of treatment is 4 ha/day/team. These means of treatment at ground-level against leaf-eating pests allow only surface areas of less than 100 ha to be treated. For larger areas, more rapid aerial treatment must be resorted to. Dusting and spraying from a plane or helicopter has given very good results. In both cases, about 55 ha/h of flying can be treated. The cost of ground-level treatment with a « Fludair Twin-Nozzle », systemic or aerial treatment, varies from 19-26,000 F CFA/ha. However, systemic treatment involves a single operation, whereas other means of treatment must be undertaken three times at two-week intervals, on account of the staggered emergence period of adult *Coelaenomenodera*. Treatment of leaf-eating caterpillars, however, requires only one operation, whatever method is used, thus reducing the cost of treatment to 6,900-8,600 F CFA/ha.

## RESUMEN

## Técnicas de tratamiento en las plantaciones de palma africana en Costa de Marfil : Métodos y equipos.

R. PHILIPPE, C. de BERCHOUX y D. MARIU, *Oléagineux*, 1983, 38, N° 6, p. 349-363.

Durante su desarrollo la palma africana puede sufrir infestaciones de enfermedades, ataques de plagas o depredadores. Hay que adaptar el sistema de tratamiento y el equipo en función de la etapa vegetativa de la palma y de la superficie colonizada por el insecto nocivo, considerándose el tipo de plantación : palmerales industriales extensos, palmerales aldeanos pequeños y dispersos. En las palmas jóvenes los pulverizadores mecánicos de presión mantenida manualmente y los pulverizadores neumáticos de mochila bastan para tratar los insectos nocivos para el follaje o el bulbo de la palma. Así se puede tratar en el semillero 5 000 plantones al día por aparato. En los cultivos jóvenes el rendimiento diario obtenido es de poco más o menos 2 ha por cada operador. En las plantaciones de 2 a 4 años de edad, las intervenciones químicas pueden efectuarse con pulverizadores neumáticos con chorro transportado difuso, siendo entonces de 4 a 5 ha el rendimiento por hora. En las plantaciones de 5 años de edad y más, se puede realizar los tratamientos con un pulverizador de tipo « Fludair de cañones emparejados », con rendimiento de 2 a 2,5 ha/hora, a razón de unos 3 km/h. Los espolvoreadores de tractor permiten tratar de 20 a 25 ha/día. En parcelas de 5 a 8 años, de acceso difícil para un tractor, se utilizan pulverizadores neumáticos de mochila transformados en espolvoreadora ; el rendimiento es de 5 ha/día/aparato. Se ha puesto a punto un método original de lucha contra *Coelaenomenodera minuta* Uhman, cuyas larvas minan las hojas. La intervención consiste en introducir en el estipe un insecticida sistémico ; los rendimientos son de 4 ha tratadas/día/equipo. Estas formas de tratamientos terrestres contra las plagas de las hojas sólo permiten intervenciones en superficies infestadas que no sean mayores de 100 ha. Más allá de este límite hay que utilizar medios más rápidos, o sea tratamientos aéreos. Espolvoreos y pulverizaciones realizados con un avión o con un helicóptero han dado resultados muy buenos. El rendimiento medio es de unas 55 ha por hora de vuelo en ambos casos. El costo de los tratamientos terrestres con « Fludair de cañones emparejados » por vía sistémica y por vía aérea varía de 19 a 26 000 F CFA/ha. Ahora bien, el tratamiento sistémico se hace de un golpe, y con los otros modos de intervención se debe hacer 3 tratamientos con intervalo de 15 días, por las salidas escalonadas de los *Coelaenomenodera* adultos. En cambio los tratamientos contra las larvas defoliadoras no necesitan sino una intervención terrestre o aérea, lo cual abarata el costo del tratamiento hasta 6 900 a 8 600 F CFA/ha.

# Treatment techniques in oil palm plantations in the Ivory Coast :

## Methods and appliances (1)

R. PHILIPPE (2), C. de BERCHOUX (3) and D. MARIAU (4)

### INTRODUCTION

At all stages of its development, the oil palm may be affected by a disease (mainly *Cercospora* leaf spot, and, to a lesser degree, Anthracnose and *Helminthosporium*) or it may be the victim of leaf-eating insects from the *Lepidoptera*, *Coleoptera* or *Orthoptera*, or stinging-sucking insects (*Homoptera*).

At the beginning of the prenursery stage, the oil palm plantlet has only two cylindrical leaves, and by the end of the nursery stage the plant has a series of pinnate leaves. After permanent planting, the plant has 7-9 leaves; the number and size of leaves increase with age: 1 year, 9-13 leaves; 3 years, 25-36 leaves; 4 years, 36-38 leaves; 5 years, 38-43 leaves. After the fifth year, the number of leaves stabilizes at about 40, accounting for pruning. The leaf canopy becomes large: if it is assimilated to a sphere, and the length and breadth of leaf 4 are considered, leaf volume can be calculated: 5 years = 180-255 m<sup>3</sup>; 6 years = 255-310 m<sup>3</sup>; 7 years = 310-360 m<sup>3</sup>; 8 years = 360-370 m<sup>3</sup>; 9 years = 370-375 m<sup>3</sup>; 10 years and over = 375 m<sup>3</sup>.

Consequently, during the swarming of a leaf-eating species or other pests (stinging-sucking and gallery-boring insects), chemical treatment must be given using apparatus suited to the stage of growth of the palms, according to the surface area infested by the pests.

There are also two types of oil palm plantations: industrial plantations and smallholdings. The former have a surface area of several thousand ha, and, unless plantations are located in marshy areas, a system of tracks and well-kept plots means that they are easily accessible. However, smallholdings, often only a few ha, and usually scattered, are not easily accessible (upkeep often neglected, land generally uneven: steep slopes). The type of treatment and the equipment used must therefore also be chosen according to the type of plantation involved.

### I. — GROUND-LEVEL TREATMENT

#### 1. — In the nursery.

##### a) Appliances.

— *Hand-operated compressed-air knapsack sprayers* (Fig. 1) are ideally suited to the treatment of young plants; the few leaves existing at this stage can be satisfactorily wetted, and local treatment can be given to the root bulb.

This apparatus has a reserve tank of very low capacity (about 15 l). An insecticide solution is introduced under pressure into a cylinder fixed at the bottom of the tank, using a manually-operated piston; the column of liquid compresses the air within the cylinder, which then forces the solution into a plunger tube communicating on the outside with a nozzle or a spray boom [19]. Hollow cone swirl-nozzles are generally used; the interchangeable spray discs, equipped with openings of different diameters, allow a range of droplet sizes to suit all requirements to be obtained.

— *Automatic air-carrier sprayers* (Fig. 2) are also suitable for treatment of these young plants; the underside of the leaflets can be very satisfactorily wetted. Their method of spraying consists of dividing a jet of liquid obtained through a nozzle into droplets,

using a high-speed air current; this current is provided by a centrifugal fan driven by a motor (3-5 h.p.) at 4,000-7,000 rpm. These appliances have a delivery of 0.2-5 l/min.

##### b) Method.

The low leaf volume of nursery plants means that it is possible to wet them perfectly in a fairly short time. Treatment is given by run-off, taking care to ensure that both the upper and lower surfaces of the young leaves are wetted. For local treatment of the root bulb, the jet is directed only towards this organ, so that it becomes well impregnated with the insecticide solution. For a young plant at the beginning of the nursery stage, 20 ml of insecticide or fungicide solution are sufficient to ensure proper wetting; at the end of this stage, the quantity increases to 100 ml. The volume of water required to treat 1 ha of nursery (i.e., about 18,000 plants) varies from 400-2,000 l.

##### c) Rate.

It is possible to treat 5,000 plants/day/appliance.

##### d) Cost per hectare.

— Purchase price of a compressed air sprayer	15,445 F CFA
Depreciation over 3 years	34 F CFA
Spare parts and maintenance	12 F CFA
Labour (4 men/ha)	5,000 F CFA
Protection of personnel	68 F CFA
Total	5,114 F CFA (without pesticide)

#### 2. — Young plants: from planting to the first year.

##### a) Appliances.

The types of apparatus described above are extremely suitable for treating these young palms from the time of planting up to the age of 1 year.

##### b) Method.

Wetting of plants is still necessary, and can be easily achieved in quite a short time. For plants a few months old, 300-400 ml solution/plant should be used, i.e. 40-60 l/ha. During the first year of planting, adequate treatment of one plant requires 500-700 ml of solution, i.e., 70-100 l/ha.

##### c) Rate.

The contract may be fixed at 2 ha/operator, whether he is equipped with a compressed air knapsack sprayer or an air-carrier sprayer.

##### d) Cost per hectare.

— Purchase price of a compressed air sprayer	15,445 F CFA
Depreciation over 3 yrs :	
Surface area treated per yr = 150 ha	34 F CFA
Spare parts and maintenance	12 F CFA
Labour	730 F CFA
2,000-l tank (1,500,000 F CFA)	
Depreciation over 10 yrs (15,000 ha)	100 F CFA
Transport = 1 hr by tractor/day (5 appliances and personnel)	330 F CFA
Protection of personnel :	
Boots (3,750 F) duration of use : 1 yr	25 F CFA
Protective clothing (6,000 F) duration of use : 1 yr	40 F CFA
Miscellaneous	20 F CFA
Total	1,291 F CFA (without pesticide)

(1) Paper presented at the Sixth « Journées de Phytatrie et de Phyto-pharmacie circum-méditerranéennes »; 1981, 25-28 May, Perpignan (France).

(2) Entomology service, I.R.H.O. La Mé Station, B.P. 13, Bingerville (Ivory Coast).

(3) Director, I.R.H.O. La Mé Station.

(4) Entomology Department, I.R.H.O. Marc-Delorme Coconut Station, 07 B.P. 13, Abidjan 07 (Ivory Coast).

— Purchase price of an air-carrier sprayer ..	86,160 F CFA
Depreciation over 5 yrs :	
Surface area treated per yr = 150 ha .....	115 F CFA
Spare parts and maintenance .....	58 F CFA
Jerrycans (3,000 F CFA) depreciation over 2 yrs .....	10 F CFA
Fuel .....	290 F CFA
Labour + protection of personnel + tank + transport .....	2,000 F CFA
Total .....	2,473 F CFA
	(without pesticide)

### 3. — Young trees 2-4 years old.

#### a) Appliances.

The palms are 3-5 m high and do not yet have a large leaf volume. The automatic air-carrier sprayers used for orchards can therefore be used.

These mounted or tractor-drawn appliances are operated by the power take-off of a tractor (power requirement about 25-35 h.p.) and are equipped with a semi-circular boom or with interchangeable adjustable deflectors. Their delivery is 30-40,000 m<sup>3</sup> air/h at a speed of 110-180 km/h, and their range is 10-12 m [3].

#### b) Method.

The appliance passes once along the cleared interrow, at a speed of 3 km/h.

The tractor driver is responsible for the treatment, and has an assistant to help with preparing mixtures and filling. Work is interrupted on average for 30 min.

The volume required for a satisfactory treatment is about 100-300 l/ha.

#### c) Rate.

4-5 ha can be treated per hour, i.e., 20-25 ha for a normal day's work, taking filling time into account.

#### d) Testing an air-carrier sprayer.

— *Description.* — This sprayer, consisting of a semi-circular boom equipped with 6 adjustable nozzles on each side, can be used on one or two sides at a time, and is controlled by the tractor driver. The axial flow fan, driven by the power take-off of the tractor, at 540 rpm, provides 40,000 m<sup>3</sup>/h at a speed close to 125 km/h, and the rotation speed of the fan is 2,400 rpm. A 3-piston pump provides a maximum delivery of 90 l/min at a maximal pressure of 60 kg/cm<sup>2</sup> for a 220 rpm speed of the power take-off. Pressure of 20-40 kg/cm<sup>2</sup> is generally used. The laminated polyester resin tank has a 1,000-l capacity, a level indicator, and a paddle-type agitator. The appliance is 5 m in total length with the coupling, and weighs 1.6 t when loaded ; it is drawn by a tractor of about 60 h.p.

— *Results obtained (unpublished internal report).* — For 2-3-year-old plantings, this type of appliance, using a delivery of 100-150 l/ha and a concentration of 0.5-1 l parathion/ha, is very efficient for the control of the mining larvae of *Coelaenomenodera minuta* Uhman.

However, in a 4-year-old plot, efficiency was maintained in the interrow, but decreased significantly in the windrow (Table I)

— *Conclusions for this type of appliance.* — The limited maintenance required makes this appliance very economical to use. However, apart from the mechanical defects inherent to any appliance of this type, it should be noted that it is only powerful enough to be fully effective over a very limited age range (2-3 yrs).

This type of appliance becomes more useful if one or two hand lances can be attached, so that the spear may be treated locally in case of *Pyralis* attacks.

### 4. — Palms of bearing age — 5 yrs and over.

#### a) Appliances.

At this stage of their development, the palms acquire their adult leaf mass. The fronds, which are entangled from one palm to another, form a canopy, making treatment difficult. Since the planting layout of the palms means that only every other interrow is accessible to land vehicles, only one side of each row of palms can be reached by the appliances. Consequently, machines used for ground-level treatment must be able to spray the crown of the palms homogeneously, passing a minimum number of times along the interrow, so that efficient treatment and a good hourly rate are achieved.

Between 1965 and 1971 several appliances were tested :

- Swissatom 2 000 [6],
- Duster Evrard 67 L and 87 L [5],
- Stromboli XP10 [2],
- B.S.E. Super Bangui [1, 7],
- Tecnomia « Fludair Twin-Nozzle » [4, 8].

These tests served to bring out the main features required of an appliance for treating oil palms aged 5 yrs and over (height = 3-20 m) :

- Rapid delivery and high air-speed, shaking fronds without damaging them, so that the insecticide is evenly distributed over all the leaf whorls ;
- Interchangeable spraying device for treating palms of different ages ;
- Modest size, to allow entry into young palm plantations ;
- 8 m radius of treatment to reduce number of passages per interrow and avoid constant « sweeping » of the leaf canopy ;
- Spray nozzles adjustable by a hydraulic device controlled from the operator's seat ;
- Strong, easily maintained machine [4]

#### b) Method of treatment with a « Fludair Twin-Nozzle » (Fig. 3).

The appliance passes twice down each interrow ; the two nozzles can be unilaterally or bilaterally directed. If one nozzle is pointed on each side, the leaf canopy over the interrow is treated the first time, and the fronds in the windrow the second time. However, if both nozzles are pointed in the same direction, the half of the leaf canopy over the interrow and the one situated in the neighbouring windrow are treated at the same time. In this case, a rectangular nozzle may be directed at the interrow, and a circular nozzle at the windrow, for treating 10-15 year-old palms, and the edges of these plots.

The delivery required for satisfactory efficiency varies from 200-600 l solution/ha, according to the age of the palms :

- 5-10 yrs, 300-400 l/ha are sufficient to ensure satisfactory distribution of the insecticide over the leaf crown ;
- 10-20 yrs, 400-550 l/ha ;
- over 20 yrs, about 600 l/ha are required for efficient treatment.

Wind does not have any significant effect on the treatment of 5-10 year-old palms, since the appliance has a rapid delivery and a high air-speed. However, it has a greater influence on the edges of 10-20 year-old plots, especially if these are located at the edge of the plantation. But in the case of very high palms (over 20 years old), the wind strongly influences spraying, which should be performed preferably very early in the morning (5-7 a.m.).

#### c) Results of some treatments using the « Fludair Twin-Nozzle ».

##### — 1st : *C. minuta* U.

Treatment is directed against adults ; propoxur is used at a dose of 190-240 g/ha. Adults were counted before, and one day after treatment, on fronds at levels 9, 17 and 25, taken alternately from the windrow and the interrow (Table II).

##### — 2nd : *Leaf-eating caterpillars* (Hesperiidae).

Deltamethrine was used at a dose of 10-15 g/ha. Caterpillars were counted before, and 1-4 days after treatment, on fronds at levels 9, 17 and 25, taken alternately from the windrow and the interrow (Table III).

#### d) Rate.

The rate of treatment is 2-2.5 ha/h, i.e., 15 ha total for a normal working day, including filling time and time taken for the journey between the plot treated and the water tank, which is generally placed in the centre of the area to be treated. Treatment is usually undertaken between 5-11.30 h, and 16-20 h.

#### e) Other appliances and methods of ground-level treatment.

— *Tractor-mounted dusters.* — A model was tested that worked at a rate of 5-7 ha/h [13], but it was abandoned after numerous tests, revealing deficiencies in delivery and power.

Another type of duster, made in Italy, was tested on an industrial plantation. The first results obtained with applications of HCH (5 kg/ha) against adult *Coelaenomenodera* were quite satisfactory. 20-25 ha/day can be treated using this machine.

However, it was necessary to make some alterations to the powder delivery of all dusters tested ; a diffuser was fitted for use on high trees.

— *Motor knapsack dusters.* — Automatic knapsack sprayers are converted to dusters, using special accessories provided for this purpose. A PVC tube, 2 m long, with an internal diameter of 6 cm, is added as an extension, so that the dust cloud is carried to a certain height.

The operator treats every other row, dusting 8 kg Synexa (HCH) per interrow, i.e., about 20 kg powder/ha. But it is very difficult to control delivery, since it varies according to the speed at which the operator moves, and the powder often tends to settle in the tank. The operator moves against the wind, which must be very light; the dust cloud drifts very slowly towards the next row. Treatment should be undertaken very early in the morning and at nightfall if the wind is not very strong.

However, this method of treatment can only be used in 5-8 year-old plots (maximum height of stem 1.5-2 m) that are inaccessible to tractors (boggy ground, steep slopes, poorly cleared or very uneven interrows, smallholdings in general). In this case, the height of the palms is a limiting factor for the efficiency of treatments (Table IV)

About 5 ha/day/appliance can be treated.

TABLE IV. — Efficiency of HCH treatment of adult *Coelaenomenodera* using automatic knapsack dusters

Height	1.5-2 m	Over 2 m
Age of plots	(4 and 7 yrs)	(12 yrs)
Mean no. of living adults per frond		
— before treatment	5.74	8.87
— after treatment	0.15	1.08
Population reduction (p. 100)	97.4	87.8

— *Endotherapeutic treatment* (Fig. 4). — An original method has been devised for controlling *C. minuta* U., whose larvae are leaf-mining; damage caused by these insects can lead to the loss of 50 p. 100 of the yield of oil palms over 2 years, i.e., 6 t bunches/ha over 2 years if serious defoliation occurs.

The operation consists of injecting a systemic insecticide with a multi-dose syringe into two diametrically opposed holes made in the stem of palms infested by this pest. The holes are made with a T.A.S. drill, model T.E.D. 23, driven by a 2-stroke single cylinder engine (1.2 h.p.), turning at 7,000 rpm. It is fuelled with 1 part motor oil and 25 parts ordinary petrol. A centrifugal clutch allows the shaft to turn at 250-300 rpm after strong deceleration. The appliance weighs about 4 kg and its dimensions are 26 cm × 20 cm × 37 cm, plus a hardened steel drill of 12-13 mm diameter and 20 cm total length.

The insecticide then migrates into the leaf crown via the sap, and kills the larvae, and in particular the adults feeding on the toxic parenchyma of the leaves [15, 17].

This type of treatment requires a team of 9 persons, and not more than 4-6 ha/day/team can be achieved. The operators introducing the insecticide must wear model RC 93 masks and latex gloves that are elastic, fit well, and are resistant to all solvents. This method is very efficient (death rate close to 100 p. 100), but it is a very delicate operation and needs constant supervision. Moreover, the holes made in the stem must be carefully protected; at present, plastic pegs and undiluted vegetable tar are used.

For systemic treatment, it is not necessary to determine the exact date of treatment against *Coelaenomenodera*, in contrast to ground-level spraying or dusting. Also, only one systemic treatment is required during the adult life cycle, whereas three applications at 2-week intervals are necessary for ground-level spraying and dusting. Systemic treatment has the further advantage of not polluting the environment, and no trace of insecticide has been found in oil extracted from bunches from treated palms. Lastly, no drop in yield from these trees has been observed to date.

#### f) Cost per hectare.

The cost per ha varies from 19,000-31,000 F CFA; systemic treatment and dusting with knapsack dusters are cheaper than

spraying on industrial plantations. However, on smallholdings the cost of treatment is higher, since vehicles must cover a greater distance, on account of the isolation and wide dispersal of the plots (Table V).

## II. — AERIAL TREATMENT

### 1. — Appliance.

#### a) Plane.

The aircraft used are of the Piper Bravo 300 or Piper Pawnee D 235 type, that can carry loads of 600 and 375 kg of powder, respectively. They are equipped with a stainless steel or aluminum duster (Venturi type) for dusting with HCH [18].

These types of aircraft can also be provided with a micronair spraying system (2 on each wing) [19].

#### b) Helicopter (Fig. 5).

A Bell 47 G2, that can carry 208 l of insecticide solution, is used for treatment. The spraying system consists of two lateral booms, each 2.45 m long, with 18 nozzles, and a central boom placed aft, 3.35 m long, with 12 nozzles. The latter are hollow cone nozzles, provided with interchangeable spray discs, and delivery can be varied by using outlets of different diameters, while preserving sufficient pressure to obtain the desired result; an anti-drip system avoids the loss of products from the nozzles after spraying stops. This system uses a pump mounted on the accessory unit of the engine, and it is operated by an electro-magnetic clutch.

### 2. — Method.

As a rule, treatment is carried out from North to South, following the rows of palms; however, the area treated should be as long as possible, so that the aircraft do not have to turn so often. In all cases, the edges of plots may be treated from East to West. The extremities of the zone to be treated are shown by two markers mounted on a lorry or tractor. They are moved against the prevailing wind, and are brought to a standstill every other row. The treatment may be carried out strip by strip, or in a « roundabout » fashion [10].

Wind and temperature strongly influence the satisfactory execution of aerial treatments. Wind speed should be less than 25 km/h for spraying, and 8 km/h for dusting, and there should be no gusts [12]. High temperatures may lead to rapid evaporation when an aqueous insecticide solution is being sprayed, and also to turbulence, preventing powders from being evenly distributed and oil spray from falling normally.

Aerial treatment requires rational organization of the landing strip and the work site itself. The material needed for stocking the plane differs according to the type of insecticide used; for dusting, a 1 m<sup>3</sup> stainless steel hopper, with a capacity of 600 kg of powder, is used [18]. For spraying, two 3,000-litre baths for preparing insecticide solutions, a self-priming centrifugal motor pump (30 m<sup>3</sup>/h) and a piping system are required [10]. On the site, movable and fixed markers are necessary to mark out accurately the area to be treated.

### 3. — Comparison of plane and helicopter treatments.

When adult *Coelaenomenodera* were sprayed from a plane (250 g propoxur/ha, 30-40 l solution/ha), a 100 p. 100 population reduction was obtained on 45 p. 100 of the total surface area treated (500 ha), 97 p. 100 on 35 p. 100 of this area (387 ha), and 73 p. 100 on the rest (218 ha). The latter result is less good since, when the plane gains height rapidly to avoid the tall trees at the end of the rows treated, the palms on the edges are not thoroughly treated. Moreover, efficiency is reduced when the palms are in a hollow or a valley bottom, since the plane cannot fly low enough.

However, using a helicopter, and the same dose of insecticide per ha, but a smaller delivery (20-25 l/ha), adult *Coelaenomenodera* populations can be much more effectively reduced: a 98-100 p. 100 death rate over the entire surface area (418 ha).

The efficiency of the treatment is sometimes inconsistent, but inconsistencies are different from those involved in treatment by plane. The efficiency of spraying by helicopter is decreased if it flies more than 1 m above the palms; in this case the effect of the

TABLE VI. — Technical characteristics of plane and helicopter treatments

Characteristics	Plane	Helicopter	
Useful load of pesticide	5-600 l	200 l	
Speed of treatment	150 km/h	40-80 km/h	
Turning	30 s-1 min	5-7 s	
Landing strip	large	very small	
Operation over : — uneven ground — widely dispersed plots	impossible impossible	possible possible (so more suitable for treating smallholdings)	
Visibility	fair	good	
Time spent on ground for filling up with pesticide	dusting 13-17 min	spraying 4-6 min	1-2 min
No. of operators required :	dusting	spraying	
— marking	4	4	4
— landing strip	8	6	6

rotor is cancelled out, and the product sprayed is deflected. Also, the pilot sometimes encounters palms a few metres higher than their neighbours ; in this case, he must gain height, meaning that the insecticide is unevenly distributed over the shorter palms, which are less thoroughly treated than the others.

Comparison of these two types of aircraft according to other technical criteria leads to the conclusion that, in most cases, a helicopter is preferable to a plane (Table VI).

#### 4. — Hourly rate.

The hourly rate depends greatly on the distance between the landing strip and the area treated ; the closer it is, the shorter the unproductive flying time to cover this distance will be, so the hourly rate is improved (Table VII). Helicopters are more suitable for widely dispersed plots, whereas planes can treat large areas more rapidly.

TABLE VII. — Hourly rates of planes and helicopters according to the distance between the landing strip and the area treated

Average distance between landing strip and area treated	Mean hourly rate (ha/h)
	by plane (150 km/h)
30 km	16-37 (dusting)
up to 7 km	— dusting : 53-74
	— spraying : 55-73
	by helicopter (80 km/h)
4.2 km	45
3.7 km	55
2.9 km	60
2 km	64
less than or equal to 1 km	70-85

#### 5. — Cost per hectare.

Helicopter treatment is more expensive than treatment by plane (Table VIII) ; the overall cost of treatment/ha using the former is 1.3 times that of the latter. In both cases, the insecticide used

represents 49-64 p. 100 of the cost per ha for dusting, and 32-42 p. 100 for spraying. For spraying, the cost of a helicopter per ha treated represents 58 p. 100 of the total cost, whereas a plane represents 44 p. 100. Labour and miscellaneous expenses (kilometrage of vehicles, hours of use of tractors...) represent only a fairly small proportion of the overall cost (10-14 p. 100).

### III. — OIL PALM PEST CONTROL POLICY

In the Ivory Coast, chemical treatments are mainly aimed at controlling defoliators of oil palms : leaf-eating caterpillars (*Hesperidae*, *Lumacodidae*, *Notontidae*, *Zygaenidae*) and, in particular, the *Hispidae* *C. minuta* U. The caterpillars may attack young palms as soon as they are planted, or older trees, whereas the *Hispidae* only damage palms aged 5 years and over. Young palms are sometimes subject to attack by *Curculionidae*, whose larvae burrow into the root bulb ; *Pyralis* caterpillars can pierce the spear of young trees. These treatments do not require any very sophisticated equipment, and hand-operated or automatic sprayers are sufficient for eliminating swarms. However, to control attacks of leaf-eating caterpillars, and particularly *Hispidae*, a system of treatment must be devised that takes into account the extent of attacks, and the location of foci where these pests develop.

As a rule, one chemical treatment is sufficient to stop a swarm of leaf-eating caterpillars, whereas three treatments, at two-week intervals, are required to control adult *C. minuta*, which emerge over a period of 1-1 1/2 months.

#### 1. — Focus of swarm less than 100 ha surface area.

##### a) 2-4 year-old palms.

*Even or fairly even ground.*

— Use of tractor-drawn or mounted automatic air-carrier sprayers ;

— Possible use of automatic knapsack sprayers. The number will depend on the surface area infested.

*Uneven ground* (steep slopes, boggy ground).

— Use of automatic knapsack sprayers.

##### b) 5-8 year-old palms.

*Even or fairly even ground.*

— Treatment with a high-powered sprayer (type « Fludair Twin-Nozzle » or with a high-delivery duster, mounted on a tractor.

*Uneven ground.*

— Use of automatic knapsack sprayers converted to dusters, with a 2 m extension tube.

c) *Palms aged 9 years and over.**Even or fairly even ground.*

- Use of a tractor-drawn sprayer, or tractor-mounted duster ;
- Endotherapeutic treatment, by injection of a systemic insecticide into two diametrically-opposed holes in the stem.

*Uneven ground.*

- Endotherapeutic treatment.

2. — **Focus of swarm greater than 100 ha surface area.**

— Aerial treatment (plane or helicopter). The choice of the types of aircraft depends on their availability

Experiments performed with different techniques of aerial and ground-level treatment have shown that comparable results have been obtained, in terms of reduction of the insect pest population on the leaves of palms [14]. By using existing means of aerial treatment, it is possible to :

- intervene and carry out treatment quickly, so that an invasion of pests over a large surface area may be controlled ;
- transport 10-20 times less water (for spraying) than for some classic methods of ground-level treatment ;
- carry out treatment regardless of the type of ground (boggy or flooded land, steep slopes, poorly maintained interrows...), and in areas inaccessible at ground level [12].

These chemical treatments can only be successful if a system of surveillance or an agricultural warning system has been set up, both in industrial oil palm plantations and on smallholdings. Surveillance of the population levels of different pests is necessary in order to :

- reveal and locate precisely intensive development of an insect pest as quickly as possible ;
- fix the exact date of chemical treatment ;

— evaluate accurately the efficiency of a treatment by population counts of pests before and after treatment [9, 11, 16, 20] ;

- adapt pest control policy at any time.

**CONCLUSION**

Protection of oil palms calls for a series of techniques and ground-level or aerial methods of treatment. The choice of the means of treatment and appliances used depends on the age of the palms, the organ attacked, the surface area infested by the pests and the type of plantation : large-scale industrial plantations with a good-quality track system, usually carefully maintained, and smallholdings of a few ha (3-5), widely dispersed, and often poorly maintained.

The use of ground-level treatment (tractor-drawn sprayers, tractor-mounted dusters, endotherapeutic treatment) depends on the type of ground and the age of the palms ; in this case, the area attacked by the pest must not be too large (less than 100 ha) so that treatment can be given within the time limits fixed by the life cycle of the pests concerned.

Aerial treatments (plane and helicopter) are necessary and indispensable for treating swarms of pests over a large surface area in the shortest possible time.

The cost per ha treated for ground-level and aerial appliances varies from 19-32,000 F CFA for a series of three treatments against adult *C. minuta* U. Leaf-eating caterpillars are eliminated by a single treatment, reducing the cost to 6,300-10,500 F CFA/ha.

Other types of appliances for ground-level treatment are now being tested (e.g., hot pneumatic sprayers).

At the present time, a fairly wide range of material for treatment is at the planter's disposal. Future studies will aim to reduce the cost of treatment, and to improve the efficiency of material from the point of view of both quality of treatment and reliability.

**Bibliographie**

**CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE LA VARIABILITÉ GÉNÉTIQUE  
DU PALMIER À HUILE (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ.). LE POLYMORPHISME ENZYMATIQUE**

**CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE GENETIC VARIABILITY  
OF THE OIL PALM (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ.). ENZYME POLYMORPHISM**

par M. GHESQUIÈRE, Thèse Docteur Ingénieur, Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay, France, 27 janvier 1983  
(146 p., 34 réf., 20 tabl., 12 fig.)

**RÉSUMÉ**

Parmi les nombreuses méthodes d'amélioration des plantes allogames, le choix de la sélection récurrente réciproque par l'I.R.H.O. (Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux) dans le cas du palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.), a dû largement tenir compte des caractéristiques biologiques de cette plante : pérennité, longueur du cycle, encombrement végétatif...

Cette méthode de sélection est basée sur des croisements entre deux groupes de palmiers composés de différentes origines. Cependant, les contraintes évoquées précédemment ont conduit à restreindre la base génétique des origines utilisées lors du 1<sup>er</sup> cycle de sélection et à limiter actuellement les possibilités d'introduction et d'évaluation de nouveau matériel pour le 2<sup>e</sup> cycle. D'autre part, l'affectation d'une origine de palmier dans l'un ou l'autre groupe du schéma a une importance fondamentale

puisqu'elle conditionne les croisements inter-origines qui seront entrepris par la suite et les chances d'obtenir des hybrides d'une bonne valeur.

La variabilité génétique et les relations entre origines constituent ainsi deux aspects essentiels de l'amélioration du palmier à huile. Une étude du polymorphisme enzymatique, au moyen des techniques d'électrophorèse, a donc été engagée dans cet esprit pour évaluer la variabilité génétique et ses niveaux d'organisation parmi quelques origines de palmier.

Le matériel végétal a été choisi parmi les origines du 1<sup>er</sup> cycle de sélection : La Mé pour la Côte d'Ivoire, Yangambi-Sibiti pour le Zaïre et Déli (Dabou, SOCFIN et Ulu Remis) pour l'Indonésie et la Malaisie. Quelques introductions du 2<sup>e</sup> cycle ont également été observées : Yocoboué (Côte d'Ivoire), Novo-Redondo, Salazar (Angola).