

# Etude de l'incidence des ravageurs sur les inflorescences femelles du palmier à huile en Afrique de l'Ouest

## *Study of pest incidence on female oil palm inflorescences in West Africa*

R. PHILIPPE<sup>(1)</sup>

**Résumé.** — Les inflorescences femelles peuvent être attaquées par trois ravageurs : *Prosoestus minor* Mshl et *Prosoestus sculptilis* Faust (Curculionidae) et *Elaeidiphilos adustalis* Hampson (Pyralidae). Le cycle biologique de ces insectes a été étudié. Ceux-ci détruisent les stigmates ou creusent une galerie au niveau du gynécée de la fleur femelle. En général, les inflorescences femelles sont attaquées par au moins deux espèces de ravageurs parmi lesquelles *P. minor* se révèle le plus fréquent et le plus abondant. Cette espèce est accompagnée de *P. sculptilis*, de *E. adustalis* ou parfois de ces deux espèces en même temps. L'incidence de leurs attaques a été étudiée d'une manière théorique par des introductions d'insectes, puis dans les conditions naturelles à l'aide d'une échelle de notation visuelle. Leurs dégâts entraînent toujours une baisse très significative du poids de fruits sur le poids de régimes. Le taux de pulpe sur fruits n'est pas affecté. Par contre, le taux d'huile sur pulpe fraîche peut l'être en cas de fortes attaques de *P. sculptilis*. La diminution du taux d'extraction d'huile à l'usine peut être, par voie de conséquence, sensible. Les essais de traitements chimiques montrent qu'il est possible de protéger efficacement les inflorescences femelles contre les attaques de tels insectes en pulvérisant régulièrement de l'Evisect S sur toutes les inflorescences femelles.

**Mots clés.** — Insectes nuisibles, biologie, lutte chimique, Curculionidae, Pyralidae, inflorescences femelles, palmier à huile, taux d'extraction d'huile, pourcentage de fruits, Afrique de l'Ouest

### INTRODUCTION

On sait que de nombreux insectes visitent les inflorescences femelles au moment de leur floraison. Plusieurs espèces d'*Elaeidobius* contribuent très largement à la pollinisation du palmier à huile (Syed R.A., 1978). Cependant, deux espèces de Coléoptères et une espèce de Lépidoptère causent des dommages au niveau des stigmates et du gynécée des fleurs femelles entraînant leur destruction ou leur avortement.

Le présent article tente d'analyser les conséquences de ces attaques sur le taux de nouaison, sur le taux d'extraction d'huile des régimes et d'étudier les possibilités de lutte contre ces ravageurs.

### DESCRIPTION

#### *Prosoestus minor* Mshl (Coleoptera, Curculionidae)

L'insecte a été décrit par Marshall en 1935 (Stylops, IV, p. 137). La longueur du corps est égale à 2,5 - 3,5 mm. L'adulte

**Abstract** — Female inflorescences may be attacked by three pests: *Prosoestus minor* Mshl and *Prosoestus sculptilis* Faust (Curculionidae) and *Elaeidiphilos adustalis* Hampson (Pyralidae). The biological cycle of these insects was studied. They destroy the stigma or mine a gallery in the gynæcium of female flowers. In general, female inflorescences are attacked by at least two pest species, of which *P. minor* is the most frequent and most numerous. This species is accompanied by *P. sculptilis* or *E. adustalis*, or sometimes both species at the same time. Attack incidence was studied theoretically by insect introduction, then under natural conditions, using a visual observation scale. Damage caused by these insects invariably leads to very significant falls in the fruit weight:bunch weight ratio. The mesocarp/fruit weight is not affected, but the oil/fresh mesocarp rate can be in the event of severe *P. sculptilis* attacks. As a result, there can be a considerable reduction in oil extraction rates at the mill. Trials of chemical treatments show that it is possible to provide female inflorescences with effective protection against attack by such insects by spraying all the female inflorescences regularly with Evisect S.

**Key words** — Harmful insects, biology, chemical control, Curculionidae, Pyralidae, female inflorescences, oil palm, oil extraction rate, fruit percentage, West Africa.

### INTRODUCTION

Numerous insects are known to visit female inflorescences at the time of flowering. Several *Elaeidobius* species play a major role in oil palm pollination (Syed R.A., 1978). However, two coleopteran and one lepidopteran species cause damage on the stigma and gynæcium, leading to their destruction or abortion.

This article attempts to analyze the impact of these attacks on fruit set rate and oil extraction rate and to study the possibilities of controlling these pests.

### DESCRIPTION

#### *Prosoestus minor* Mshl (Coleoptera, Curculionidae)

This insect was described by Marshall in 1935 (Stylops, IV, p. 137). Its body is 2.5-3.5 mm long. The adult is brown with a dark thorax and rust coloured extremities (Fig. 1).

est brun avec un thorax sombre et des extrémités ferrugineuses (Fig. 1). La tête a une ponctuation rugueuse. Le rostre est à peu près égal au thorax. Le prothorax est un peu plus large que long, progressivement rétréci de la base à l'apex ; Les élytres sont oblongs et largement arrondis à l'apex ; les stries sont profondes et à gros points rapprochés (Lepesme, 1947 - Alibert, 1938).

***Prosoestus sculptilis* Faust (Coleoptera, Curculionidae)**

L'insecte a été décrit par Faust en 1899 (Ann. Soc. Ent. Belg., XIII, p. 409). La longueur du corps est égale à 4,5 mm. L'adulte est noir, glabre au-dessus (Fig. 2). La tête a une ponctuation dense. Le rostre est plus long que le thorax. Le prothorax est un peu plus court que large. Les côtés sont parallèles en arrière, rétrécis en courbe vers l'avant, à ponctuation grossière et dense, mêlée de petits points fins. Les élytres sont égaux au thorax à la base et parallèles. Les stries sont matérialisées par des gros points et les interstries sont très finement coriacées (Lepesme, 1947 - Chevalier, 1935).

***Elaeidiphilos adustalis* Hampson (Lepidoptera, Pyralidae)**

L'insecte a été décrit par Hampson en 1917 (Nov. Zool., XXIV, p. 46). Le mâle a une envergure de 18 à 22 mm et la femelle de 26 à 30 mm (Fig. 3). Le corps est grisâtre ; la tête, le thorax, l'abdomen et les ailes sont gris-brun, faiblement rougeâtres ; les ailes antérieures sont légèrement nuancées de noir avec une petite plage d'écailles noires, et possèdent des traces d'une ligne noire postmédiane obliquement incurvée ainsi qu'une série terminale de points noirs ; les ailes postérieures sont gris cendré (Lepesme, 1947 - Alibert, 1938 - Ghesquiere, 1943).

The head is covered in rough spots. The rostrum is more or less equal to the thorax. The prothorax is wider than it is long, narrowing, from the base to the apex. The wing cases are oblong, rounded off at the apex; the striae are deep, with large spots close together (Lepesme, 1947 - Alibert, 1938).

***Prosoestus sculptilis* Faust (Coleoptera, Curculionidae)**

This insect was described by Faust in 1899 (Ann. Soc. Ent. Belg., XIII, p. 409) The body is 4.5 mm long. The adult is black, hairless on its upper side (Fig. 2). The head is covered with dense spots. The rostrum is longer than the thorax. The prothorax is slightly shorter than it is wide. The sides are parallel at the back, curving towards the front, with large, dense spots, mixed with smaller spots. The wing cases are equal to the thorax at the base and parallel. The striae take the form of large spots and the interstriae are very fine and leathery (Lepesme, 1947 - Chevalier, 1935).

***Elaeidiphilos adustalis* Hampson (Lepidoptera, Pyralidae)**

This insect was described by Hampson in 1917 (Nov. Zool., XXIV, p. 46). The male has a wingspan of 18 to 22 mm and the female 26 to 30 mm (Fig. 3). The body is greyish; the head, thorax, abdomen and wings are greyish-brown, slightly reddish, the forewings are slightly shaded with black, with a small patch of black scales, and have traces of an obliquely curved postmedian black line and a terminal row of black spots; the hind wings are ash grey (Lepesme, 1947 - Alibert, 1938 - Ghesquiere, 1943).



FIG. 1. — Adulte de *Prosoestus minor* — (*Prosoestus minor* adult)



FIG. 2. — Adulte de *P. sculptilis* — (*P. sculptilis* adult)

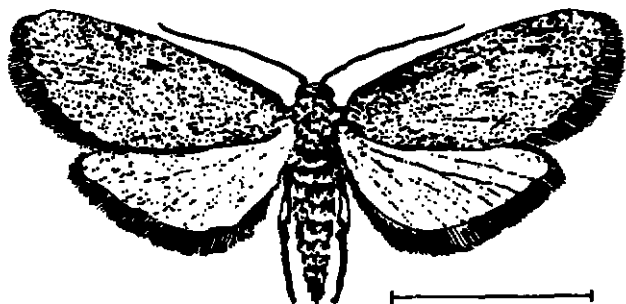


FIG. 3. — Adulte d'*Elaeidiphilos adustalis* — (*Elaeidiphilos adustalis* adult) (in Lepesme, 1947)



FIG. 4. — Stigmates attaqués par les adultes de *Prosoestus* sp — (*Stigmata* attacked by *Prosoestus* sp adults)

## BIOLOGIE

### *Prosoestus minor* Mshl

Les femelles de cette espèce perforent avec leur rostre les stigmates des fleurs femelles (Fig. 4) pour consommer et déposer dans les trous leurs oeufs. Les larves creusent des galeries jusqu'à la base du style (Fig. 5) où la nymphose se réalise (Tabl. I). Les adultes pénètrent dans l'inflorescence femelle dès que les spathe sont ouvertes mais les fleurs femelles ne sont attaquées qu'au moment de leur épanouissement.

Le comptage mensuel des adultes effectué sur 18 à 20 inflorescences femelles 1 jour après la pleine floraison, montre que les populations de ce ravageur subissent une augmentation en février-mars-avril 1991, puis en septembre-octobre-novembre 1991. Cependant, en 1992, ces populations ont connu une baisse appréciable durant la première période. Ceci laisse supposer qu'il existe des fluctuations cycliques des insectes au cours d'une même année et aussi d'une année à l'autre (Fig. 6).

### *Prosoestus sculptilis* Faust

Les adultes de cette espèce perforent également les stigmates des fleurs femelles (Fig. 4) mais les oeufs sont déposés à la base des stigmates ou du style. Les larves creusent une galerie descendante tout autour du gynécée (Tabl. I). Si la larve termine son développement, la fleur femelle peut être coupée en deux. Dans le cas contraire, l'attaque aura pour effet de perturber le développement de la pulpe qui ne contiendra pas ou peu d'huile (Fig. 7). Il est, cependant, difficile de déceler de visu

## BIOLOGY

### *Prosoestus minor* Mshl

The females of this species pierce the stigmata of female flowers with their rostrum (Fig. 4) to feed and lay their eggs in the hole. The larvae mine galleries as far as the base of the style (Fig 5), where pupation takes place (Table I). The adults penetrate the female inflorescence as soon as the spathe open, but the female flowers are not attacked until they in turn open.

Monthly adult counts on 18 to 20 female inflorescences 1 day after full flowering showed that populations of this pest increased in February-March-April 1991, then in September-October-November 1991. However, in 1992, population levels fell significantly during the first period. This suggests that there are cyclical fluctuations in the number of insects within a given year and from one year to the next (Fig 6).

### *Prosoestus sculptilis* Faust

The adults of this species also pierce the stigmata of female flowers (Fig. 4), but the eggs are laid at the base of the stigmata or the style. The larvae mine a downward gallery all around the gynæcium (Table I). If the larvae develop fully, the flower can be cut in two. If not, the attack still hinders the development of the mesocarp, which will contain little, if any, oil (Fig. 7). However, it is difficult to detect



FIG. 5. — Galerie larvaire de *Prosoestus minor* — (*Prosoestus minor* larval gallery)

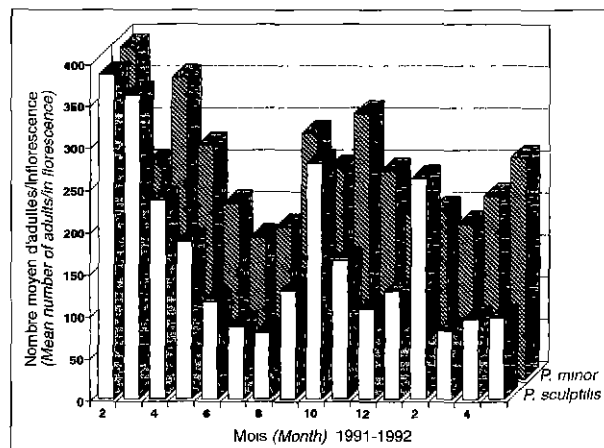


FIG. 6 — Populations de *Prosoestus minor* et de *Prosoestus sculptilis* dans les inflorescences femelles — (*Prosoestus minor* and *Prosoestus sculptilis* populations in female inflorescences)

TABLEAU I. — Cycle biologique des *Prosoestus* sp — (*Biological cycle of Prosoestus* sp)

Stades (Stages)	<i>Prosoestus minor</i>		<i>Prosoestus sculptilis</i>	
	Durée (jours) (Duration—days)	Largeur capsules céphaliques (Head capsule width) (mm)	Durée (jours) (Duration—days)	Largeur capsules céphaliques (Head capsule width) (mm)
Incubation des oeufs — (Egg incubation)	1		1-1,5	
1er stade larvaire — (1st larval instar)	2	0,40-0,50	4	0,50-0,65
2e stade larvaire — (2nd larval instar)	3	0,55-0,65	5	0,70-0,85
3e stade larvaire — (3rd larval instar)	4	0,70-0,80	11-14	0,90-1,05
Nymphose — (Pupation)	4		3-4	
Préoviposition — (Pre-egg laying)	4-5		6-7	
Développement total — (Total development)	18-19		30-35,5	
Sex-ratio — (Sex-ratio)	0,54		0,43	

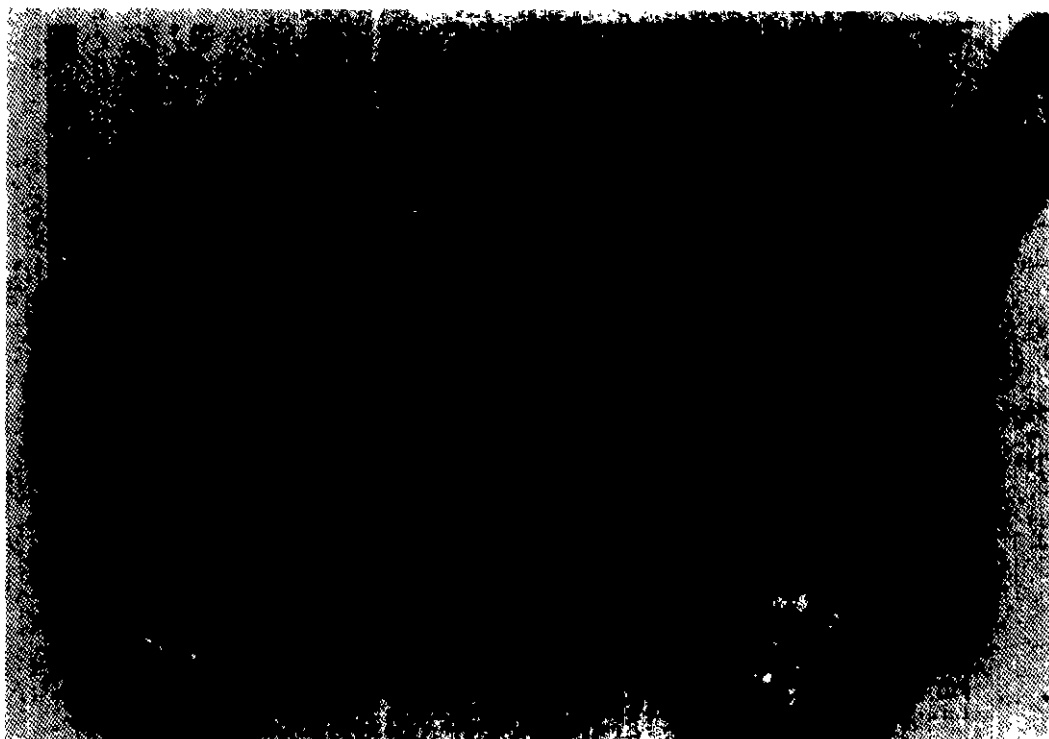


FIG. 7. — Galeries larvaires de *Prosoestus sculptilis* — (*Prosoestus sculptilis* larval galleries)

les attaques des larves de *P. sculptilis* car les galeries larvaires sont masquées par les sépales.

Les comptages des adultes de *P. sculptilis* ont été réalisés en même temps que ceux de *P. minor*. Il apparaît également à peu près les mêmes périodes annuelles de pullulation : février-mars et octobre. L'importance de leurs populations varie aussi d'une année à l'autre (Fig. 6).

#### ***Elaeidiphilos adustalis* Hampson**

L'oviposition se réalise 1 à 2 jours après l'émergence des adultes. L'incubation des oeufs est de 1 à 2 jours. Les larves se développent pendant 4 semaines environ en grignotant la base du style ou/et les stigmates des fleurs femelles même non encore ouvertes. Les larves de dernier stade mesurent environ 1,5 cm de long. Elles fabriquent un cocon et restent à l'état de prénymphe pendant 2 à 6 jours avant d'entrer en nymphose qui dure 7 à 13 jours ce qui entraîne un développement total de 38 à 49 jours. Les adultes vivent moins d'une semaine.

Les déjections des jeunes chenilles qui ont une forme sphérique ainsi que la présence de cocons en soie entourés de celles-ci, peuvent faciliter la détermination de ce type d'attaque. Parfois, une inflorescence femelle peut être entièrement recouverte de fils de soie (Fig. 8). Si ces attaques sont réalisées avant la fertilisation des fleurs femelles, on peut obtenir un nombre élevé de fruits parthénocarpiques sans huile.

Les chenilles se développent également sur les inflorescences mâles mais l'importance des dégâts n'est pas connue.

#### **ANALYSE DE L'INCIDENCE DES ATTAQUES EN CONDITIONS EXPERIMENTALES**

##### **Méthode**

Les inflorescences femelles sont ensachées avant leur floraison dans des sacs en toile spéciale aérée qui ne laisse pas passer le pollen. Les adultes de *Prosoestus minor* sont lâchés par groupe de 100 et 300 avec autant de femelles que de mâles dans ces sacs quelques jours avant la floraison. Les lâchers de *Prosoestus sculptilis* adultes sont effectués par lot de 100,

*P. sculptilis* larva attacks visually, as the larval galleries are hidden by the sepals.

Adult *P. sculptilis* counts were carried out at the same time as those for *P. minor*. Outbreaks were identified at around the same time. February-March and October. Population levels also vary from one year to the next (Fig.6).

#### ***Elaeidiphilos adustalis* Hampson**

Egg-laying takes place 1 to 2 days after adult emergence, and the incubation period is 1 to 2 days. The larvae take around four weeks to develop, nibbling away at the base of the style and/or the stigmata of female flowers, even those not yet open. Final instar larvae are around 1.5 cm long. They build a cocoon and spend 2 to 6 days in pre-pupa form before pupation, which lasts 7 to 13 days, i.e. a total development cycle of 38 to 49 days. The adults live less than a week.

The excreta of the young caterpillars, which are spherical, and the presence of silken cocoons surrounded by them can facilitate determination of this type of attack. Female inflorescences can sometimes be entirely covered with silken threads (Fig. 8). If the attacks take place before female flower pollination, a high number of parthenocarpic fruits without oil may be obtained.

The caterpillars also develop on male inflorescences, but the extent of the damage is not known.

#### **ANALYSIS OF ATTACK INCIDENCE UNDER EXPERIMENTAL CONDITIONS**

##### **Method**

The female inflorescences were bagged before flowering using special aerated pollen-proof canvas bags. The *Prosoestus minor* adults were released into the bags in groups of 100 and 300, with equal numbers of males and females, a few





FIG. 8. — Jeune régime fortement attaqué par les chenilles d'*Elaeidiphilos adustalis* — (Young bunch severely attacked by *Elaeidiphilos adustalis* caterpillars)

300 ou 900 (sex-ratio = 0,5 environ) soit au moment de l'ouverture des spathes, soit au moment de la floraison débutante ou complète. Une pollinisation artificielle a été ensuite réalisée avec un mélange talc + pollen au moment de la pleine floraison. Ces adultes et leurs descendances sont récupérés dans un sachet en plastique transparent placé sur la partie supérieure du sac. Les régimes verts sont analysés deux mois après la floraison des 10 inflorescences femelles qui composent chaque objet d'étude.

### Résultats et discussion

#### • *Prosoestus minor*

Les adultes séjournent en moyenne 14 j (13 à 18 j) dans une inflorescence femelle. Le nombre de descendants par femelle vivante est très variable (1 à 8) puisque l'âge des femelles n'est pas connu.

Il semble que l'action nuisible de cette espèce est de rendre non réceptifs au pollen les stigmates des fleurs femelles, de perturber la germination du grain de pollen ou la progression du tube pollinique par leur activité nutritionnelle et celle de ponte (perforation des stigmates avec leur rostre). En outre, les résultats laissent supposer que l'effet nuisible ne dépend pas du nombre d'adultes testés mais plutôt de la rapidité d'épanouissement des inflorescences femelles (Tabl. II).

L'impact de *P. minor* est d'autant plus important que la floraison est progressive mais cette incidence ne semble pas dépendre seulement du nombre des adultes lâchés mais de leur vigueur. Les ravageurs sont restés en moyenne 14 jours (12 à 19 jours) dans l'inflorescence femelle avant de la quitter. Ces résultats démontrent bien que les attaques précoces de *P. minor* peuvent empêcher la fertilisation des fleurs femelles par les grains de pollen (Tabl. II).

#### • *Prosoestus sculptilis*

Les adultes séjournent plus longtemps (8 à 15 jours) dans une inflorescence femelle lorsqu'ils sont lâchés avant sa floraison. Lâchés en début de floraison, ils y restent pendant 4 à 9 jours. Par contre, lâchés en pleine floraison, ils la

days before flowering. *Prosoestus sculptilis* adults were released in groups of 100, 300 or 900 (sex ratio = approx. 0.5), at the time the spathes opened, at the start of flowering or once the inflorescences were in full flower. Artificial pollination was then carried out, using a talc + pollen mixture, when the inflorescences were in full flower. The adults and their progenies were recovered in a transparent plastic bag placed on the upper part of the bag. Green bunches were analyzed two months after the 10 female inflorescences in each treatment flowered.

### Results and discussion

#### • *Prosoestus minor*

The adults spent 14 days on average (13 to 18 days) on the female inflorescence. The number of progenies per live female varied considerably (1 to 8), since the age of the females was not known.

The harmful effect of this pest would seem to be that it renders the stigmata of female flowers unreceptive to pollen, hinders pollen grain germination or pollen tube development by feeding and egg-laying (piercing the stigmata with its rostrum). Furthermore, the results suggest that the harmful effect is not governed by the number of adults tested, but rather by the speed at which the female inflorescences open (Table II).

*P. minor* has a greater impact the longer the flowering period, but this does not seem to depend on the number of adults released alone, but also on their vigour. The pests spent an average of 14 days (12 to 19 days) on the female inflorescence before leaving it. These results clearly show that early *P. minor* attacks can prevent female flower fertilization by pollen grains (Table II).

#### • *Prosoestus sculptilis*

The adults spent longer (8 to 15 days) on female inflorescences if released before flowering. When released at the

TABLEAU II. — Incidence des attaques de *P. minor* sur le taux de nouaison des régimes — (*P. minor attack incidence on bunch fruit set rate*)

Objets (nombre régimes/objet) ( <i>Treatments - No. of bunches/treatment</i> )	Moyenne taux de nouaison ( <i>Mean fruit set rate</i> ) (%)	% attaques / F.P. ( <i>% attacks / P.F.</i> )	% F.P. sains ( <i>% healthy P.F.</i> )	Durée floraison (jours) ( <i>Flowering period - days</i> )
0 <i>P. minor</i> (10 régimes) (10 bunches)	93,45 C.V. = 1,8 (a)	0		
100 <i>P. minor</i> (10 régimes) (10 bunches)	78,3 C.V. = 25,9 (b)	17,25 C.V. = 95,1		
300 <i>P. minor</i> (10 régimes) (10 bunches)	86,5 C.V. = 10,6 (a,b)	12,0 C.V. = 72,9		
100 <i>P. minor</i> (6 régimes) (6 bunches)	92,4 C.V. = 1,5	5,5 C.V. = 21,4	2,0 C.V. = 17,0	1
(1 régime) (1 bunch)	77,1	20,2	2,7	2
(3 régimes) (3 bunches)	50,5 C.V. = 9,4	39,7 C.V. = 5,5	9,8 C.V. = 58,4	3
300 <i>P. minor</i> (4 régimes) (4 bunches)	94,0 C.V. = 0,8	4,6 C.V. = 8,9	1,3 C.V. = 38,5	1
(6 régimes) (6 bunches)	81,5 C.V. = 4,3	16,9 C.V. = 19,3	1,5 C.V. = 34	2

C.V. = coefficient de variation — (*C.V. = coefficient of variation*)

4 régimes = 4 régimes mûrs analysés — (*4 bunches = 4 ripe bunches analyzed*)

F.P. = fruits parthénocarpiques — (*P.F. = parthenocarpic fruits*)

(a,b) = test *t* de Student significatif au seuil de 0,05 — (*a,b = Student's t test significant at the 0.05 threshold*)

quittent au bout de 2 à 8 jours. Le nombre de descendants par femelle vivante varie en fonction du moment des lâchers d'adultes : 3 à 7 adultes avant ou en début de la floraison et seulement 1 à 2 adultes pour un lâcher effectué pendant la floraison.

L'importance numérique des ravageurs entraîne une baisse significative du taux de nouaison des régimes quel que soit le stade de la floraison des inflorescences femelles où les insectes ont été lâchés. Cependant, pour un même nombre d'adultes, leur influence est moins forte sur la nouaison lorsqu'ils ont été mis en présence des fleurs femelles en pleine floraison (Tabl. III).

start of flowering, they stayed for 4 to 9 days. However, if released when the inflorescence was in full flower, they left it after 2 to 8 days. The number of progenies per live female varied according to when the adults were released: 3 to 7 adults before or at the start of flowering and only 1 to 2 adults for releases during the flowering period.

Large numbers of pests led to a significant fall in fruit set rate, irrespective of the stage of flowering of the female inflorescences on which they were released. However, for a given number of adults, they had less of an impact on fruit set when released on female inflorescences in full flower (Table III)

## ANALYSE DE L'INCIDENCE ET NOTATION VISUELLE DES ATTAQUES EN CONDITIONS NATURELLES

### Observations des jeunes régimes de 3 à 4 semaines

#### • Méthode

Une échelle de notation établie arbitrairement en fonction de l'intensité de l'attaque sur les jeunes régimes, a été mise au point pour analyser l'impact de ces attaques sur les différents paramètres de qualité de ces mêmes régimes une fois arrivés à maturité :

- 1 : jeune régime très faiblement attaqué
- 2 : jeune régime moyennement attaqué
- 3 : jeune régime fortement à très fortement attaqué

Cette note est précédée par une initiale pour indiquer la nature de l'attaque prédominante : (C) pour Chenilles ou (P) pour *Prosoestus*.

Les jeunes régimes de 3 semaines environ ont été notés puis repérés par une étiquette portant les mentions de la

## ANALYSIS OF INCIDENCE AND VISUAL OBSERVATION OF ATTACKS UNDER NATURAL CONDITIONS

### Observations on young bunches aged 3 to 4 weeks

#### • Method

A marking scale, drawn up arbitrarily according to attack intensity on young bunches, was developed to analyze the impact of these attacks on the different quality parameters of the bunches once ripe:

- 1: young bunch very slightly attacked
- 2: young bunch moderately attacked
- 3: young bunch severely to very severely attacked

This mark was preceded by an initial to indicate the dominant type of attack: (C) for caterpillars or (P) for *Prosoestus*.

TABLEAU III. — Incidence des attaques de *P. sculptilis* sur le taux de nouaison — (*P. sculptilis* attack incidence on bunch fruit set rate)

Nbre adultes lâchés (No. of adults released)	Avant floraison (Before flowering)			Début floraison (Start of flowering)			Plaine floraison (Full flowering)		
	%FPA (%APF)	%FPS (%HPF)	%NN (%FR)	%FPA (%APF)	%FPS (%HPF)	%NN (%FR)	%FPA (%APF)	%FPS (%HPF)	%NN (%FR)
100 (10 R) (10 B)	27,3	11,2	61,5 (20,4) (a)	29,9	9,1	60,9 (10,1) (a)	3,4	8,8	87,9 (6,5) (a)
300 (10 R) (10 B)	41,2	5,6	53,1 (23,2) (a,b)	38,5	10,7	50,8 (16,4) (b)	5,2	6,8	87,9 (1,1) (a)
900 (10 R) (10 B)	47,4	8,8	43,8 (15,7) (b)	55,1	9,8	35,1 (29,0) (c)	32,6	10,6	56,7 (30,2) (b)

10 R = 10 régimes — (10 B = 10 Bunches)

%FPA = pourcentage de fruits parthénocarpiques attaqués — (%APF = percentage of attacked parthenocarpic fruits)

%FPS = pourcentage de fruits parthénocarpiques sains — (%HPF = percentage of healthy parthenocarpic fruits)

%NN = taux de nouaison — (%FR = fruit set rate)

(a,b) = test t de Student significatif au seuil de 0,01 — (a,b = Student's t test significant at the 0 01 threshold)

(20,4) = coefficient de variation — (20 4 = coefficient of variation)

TABLEAU IV. — Analyse des attaques de ravageurs sur jeunes régimes — (Analysis of pest attacks on young bunches)

Catégories d'attaques (Categories of attack)	Valeurs observées moyennes sur 10 régimes (Mean values observed for 10 bunches)				
	% attaques (% attacks)	% F (%F)	%P (%M)	% H/P (%O/M)	%HPL (%OPL)
<i>Prosoestus</i> P1 faible (slight)	19,4 C.V. = 39,4 (a)	71,2 C.V. = 5,2 (a)	80,3 C.V. = 5,0 (a)	54,4 C.V. = 5,9 (a)	31,1 (a)
<i>Prosoestus</i> P2 moyenne (moderate)	20,8 C.V. = 37,4 (a)	71,0 C.V. = 2,7 (a)	81,1 C.V. = 6,4 (a)	56,0 C.V. = 5,3 (a)	32,2 (a)
<i>Prosoestus</i> P3 forte (severe)	40,8 C.V. = 26,3 (b)	66,0 C.V. = 8,6 (b)	83,3 C.V. = 3,7 (a)	52,5 C.V. = 6,8 (b)	28,8 (b)
Chenilles C1 faible (Caterpillars C1 slight)	25,8 C.V. = 28,5 (a)	72,1 C.V. = 3,7 (a)	82,1 C.V. = 3,3 (a)	55,5 C.V. = 6,3 (a)	32,8 (a)
Chenilles C2 moyenne (Caterpillars C2 moderate)	29,5 C.V. = 41,9 (a)	73,7 C.V. = 4,4 (a)	81,5 C.V. = 5,5 (a)	56,3 C.V. = 3,8 (a)	33,8 (a)
Chenilles C3 forte (Caterpillars C3 severe)	51,9 C.V. = 20,4 (b)	60,0 C.V. = 17,5 (b)	79,3 C.V. = 11,6 (a)	55,1 C.V. = 5,9 (a)	26,2 (b)

C.V. = coefficient de variation — (C.V. = coefficient of variation)

% F = pourcentage de fruits noués — (%F = percentage of set fruit)

%P = pourcentage de pulpe sur fruits — (%M = percentage mesocarp/fruit)

%H/P = pourcentage d'huile sur pulpe — (%O/M = percentage oil/mesocarp)

%HPL = pourcentage d'huile produite au laboratoire (%F\* %P\* %HP/P) — (%OPL = percentage oil produced in the laboratory (%F\* %M\* %O/M))

(a,b) = plus petite différence significative au seuil de 0,01 — (a,b = least significant difference at the 0 01 threshold)

TABLEAU V. — Analyse des attaques de ravageurs sur jeunes régimes (2e série) — (Analysis of pest attacks on young bunches — 2nd serie)

Attaques <i>Prosoestus</i> sp (Prosoestus sp attacks)	%F moyen (Mean %F)
P1 (a)	68,3
P2 (a)	68,1
P3 (b)	62,7
Attaques <i>E. adustalis</i> ( <i>E. adustalis</i> attacks)	
C1 (a)	69,4
C2 (a)	69,7
C3 (b)	60,3

(a,b) = test t de Student significatif au seuil de 0,01 — (a,b = Student's t test significant at the 0 01 threshold)



ligne, de l'arbre, de la date de contrôle, de la note et de la nature de l'attaque. Dans une première série d'analyses, 10 jeunes régimes de chacun des six types d'attaque ont été repérés. Ils sont ensuite coupés à pleine maturité lorsque 10 fruits environ se détachent de chacun de ces régimes. Les épillets sont séparés de la rafle avec une hachette, puis sont triés en ligne ainsi que les fruits détachés afin d'obtenir deux parts égales. L'une d'elles sert à l'analyse du taux d'extraction d'huile au laboratoire qui nécessite le calcul du pourcentage du poids de fruits sur le poids de régimes (%F), du pourcentage de pulpe sur fruits (%P) et du pourcentage d'huile sur pulpe (%H). La seconde moitié est destinée à l'analyse du taux d'attaques de chaque ravageur. Seules les attaques des ravageurs constatées sur fruits parthénocarpiques blancs (= sans huile) ou rouges (= avec un peu d'huile) sont comptabilisées car celles situées sur fruits noués n'ont pas eu d'incidence néfaste. Une seconde série de 20 autres jeunes régimes de chacune de ces 6 catégories ont été repérés et à maturité, seul le pourcentage du poids de fruits sur le poids de régimes (%F) a été analysé.

#### • Interprétation des résultats

Les dégâts causés par les trois ravageurs influencent d'une manière très importante le développement des futurs régimes (Tabl. IV). Il est très facile de distinguer un régime très faiblement ou moyennement attaqué d'un régime fortement à très fortement infesté alors que les deux premières catégories d'attaques ne se distinguent pas entre elles. Il n'existe pas de plus petite différence significative au niveau de l'importance de la pulpe entre les trois catégories d'attaques. Le test statistique révèle aussi que les attaques des chenilles n'influent pas sur le taux d'huile sur pulpe. Par contre, les fortes attaques de *Prosoestus sp* entraînent une baisse significative du taux d'huile sur pulpe. Parmi les 10 régimes de la catégorie P3, 8 présentent des attaques de *P. sculptilis*. Sur l'ensemble des fruits attaqués par *Prosoestus sp*, les fruits de 2 régimes ont moins de 10% d'attaques de *P. sculptilis*, ceux de 3 régimes ont 10 à 25% d'attaques et ceux de 3 autres 50 à 75% d'attaques.

Les 30 mesures de chaque type d'attaques ont été considérées globalement pour calculer une corrélation entre le pourcentage de fruits sur régimes (en poids) et le pourcentage d'attaques de *Prosoestus sp* ou de chenilles. Dans le cas des premiers ravageurs, l'équation de régression ( $Y (\%F) = -0,24 X (\% \text{ Attaques de } Prosoestus sp) + 75,9$ ;  $r = -0,727$  très significatif au seuil de 0,0005 avec 28 ddl) permet d'estimer les valeurs suivantes :

- 0% attaques de *Prosoestus sp*, %F = 76%
- 25% attaques de *Prosoestus sp*, %F = 70%
- 50% attaques de *Prosoestus sp*, %F = 64%

Par contre, pour les chenilles, l'équation de régression ( $Y (\%F) = -0,29 X (\% \text{ Attaques de } E. adustalis) + 79,3$ ;  $r = -0,663$  très significatif au seuil de 0,0005 avec 28 ddl) donne les valeurs suivantes :

- 0% attaques de *E. adustalis*, %F = 79%
- 25% attaques de *E. adustalis*, %F = 72%
- 50% attaques de *E. adustalis*, %F = 65%

Ainsi, il apparaît que les *Prosoestus sp* ont une incidence légèrement plus importante sur le pourcentage de fruits (%F) que les chenilles.

Les résultats de la seconde série confirment les précédents (Tabl. V). Les erreurs d'appréciation des attaques de *Prosoestus sp* peuvent se situer entre 15 et 30% alors que celles des notations d'attaques de Pyrales sont un peu plus faibles (10 à 20%) puisqu'il est plus facile d'apprécier l'importance de la population de chenilles par la présence de fourreaux soyeux entourés de petites boules de déjection.

*The young bunches, aged around 3 weeks, were observed, then identity marked with a label bearing the row number, tree number, observation date, mark and type of attack. In a first series of analyses, 10 young bunches with each of the 6 types of attack were identified. They were then cut when fully ripe, when around 10 fruits were detached from each bunch. The spikelets were separated from the bunch stalk with a hatchet, then sorted in a row, along with the detached fruits, to obtain two equal groups, one of which was used to analyze the oil extraction rate in the laboratory, which necessitated calculation of the fruit weight percentage over bunch weight (%F), the percentage of mesocarp over fruit (%M) and the percentage of oil over mesocarp (%O). The other group was used to analyze the rate of attack by each pest. Only pest attacks on white parthenocarpic fruits (no oil) or red parthenocarpic fruits (a little oil) were counted, as those on set fruits had no adverse effect. A second series of 20 other young bunches from each of the 6 categories was identified and when ripe, only the fruit weight/bunch weight percentage (%F) was analyzed.*

#### • Result interpretation

*The damage caused by the three pests had a very significant effect on future bunch development (Table IV). It is extremely easy to distinguish between a very slightly or moderately attacked bunch and a severely to very severely affected bunch, whereas the first two categories of attack cannot be distinguished from one another. There was no least significant difference between the three categories of attack as regards the amount of mesocarp. The statistical test also revealed that caterpillar attacks do not affect the oil/mesocarp rate. However, severe *Prosoestus sp* attacks led to a significant fall in the oil/mesocarp rate. Of the 10 bunches in category P3, 8 showed signs of attack by *P. sculptilis*. Of all the fruits attacked by *Prosoestus sp*, the fruits of 2 bunches had less than 10% *P. sculptilis* attacks, those of 3 bunches 10 to 25% attacks and the other 3 50 to 75% attacks.*

*The 30 measurements of each type of attack were considered overall to calculate a correlation between the fruit/bunch percentage (in terms of weight) and the percentage of *Prosoestus sp* or caterpillar attacks. In the case of the former, the regression equation ( $Y (\%F) = -0,24 X (\% \text{ Prosoestus sp attacks}) + 75,9$ ,  $r = -0,727$ , highly significant at the 0,0005 threshold with 28 DF) made it possible to estimate the following values:*

- 0% *Prosoestus sp* attacks, %F = 76%
- 25% *Prosoestus sp* attacks, %F = 70%
- 50% *Prosoestus sp* attacks, %F = 64%

*However, for caterpillars, the regression equation ( $Y (\%F) = -0,29 X (\% \text{ E. adustalis attacks}) + 79,3$ ;  $r = -0,663$ , highly significant at the 0,0005 threshold with 28 DF) gives the following values.*

- 0% *E. adustalis* attacks, %F = 79%
- 25% *E. adustalis* attacks, %F = 72%
- 50% *E. adustalis* attacks, %F = 65%

*Prosoestus sp would therefore seem to have a slightly greater impact on fruit percentage (%F) than the caterpillars.*

*The results of the second series confirmed those given above (Table V). Possible errors in *Prosoestus sp* attack assessment can be estimated at between 15 and 30%, whereas those in observing pyralid attacks are a little lower (10 to 20%), as it is easier to assess caterpillar populations due to the existence of silken sheaths surrounded by small balls of excreta.*

Il apparaît donc possible de noter les attaques de ravageurs des jeunes régimes âgés de 3 à 4 semaines.

Si les attaques sont faibles à moyennes (en moyenne 20% d'attaques de *Prosoestus* sp ou 30% d'attaques de chenilles), le pourcentage du poids de fruits sur le poids des régimes (%F) serait de 70% +/- 2%.

Si elles sont fortes (en moyenne 40% d'attaques de *Prosoestus* sp ou 50% d'attaques de chenilles), le %F serait de 60% à 65%.

La réalisation d'une surveillance phytosanitaire au niveau des jeunes régimes de 3 à 4 semaines pourra permettre de prédire leur devenir et de déterminer la période des interventions chimiques. L'échelle de notation des attaques de ravageurs peut être simplifiée :

- P (= *Prosoestus* sp) ou C (Chenilles) suivant la dominance de l'attaque observée sur le jeune régime de 3 à 4 semaines.
- 1 : attaque faible à moyenne
- 2 : attaque forte à très forte

Il suffit de prendre en observation tous les arbres d'un certain nombre de couples de lignes qui ne changeront pas d'un contrôle mensuel à l'autre, par exemple lignes 1/2, 11/12, 21/22, 31/32, 41/42, etc.

### Observations des régimes mûrs

#### • Méthode

De décembre 1991 à mai 1992, 18 régimes ont été prélevés tous les mois dans une parcelle de 5 à 6 ans sur sables tertiaires et analysés individuellement suivant la technique décrite ci-dessus pour confirmer l'incidence des attaques des ravageurs sur le pourcentage du poids de fruits sur le poids des régimes au cours d'une année.

Ensuite, une échelle de notation visuelle a été établie arbitrairement en fonction de la nouaison du régime :

- 0 = régime presque entièrement mal noué
- 1 = régime mal noué sur environ la moitié du volume
- 2 = régime mal noué sur le quart du volume
- 3 = régime entièrement bien noué

Les régimes mûrs sont immédiatement notés après la coupe et mis individuellement dans des sacs en jute avec tous les fruits détachés. Ensuite, une analyse complète est réalisée pour évaluer tous les paramètres utiles comme dans l'analyse précédente. En outre, les attaques de tous les ravageurs ont été considérées d'une manière globale.

#### • Interprétations des résultats

Les attaques des insectes nuisibles agissent sur le pourcentage du poids de fruits sur le poids de régimes :  $r = -0,5874$  ;  $n = 108$  ;  $ddl = 106$  ; très significatif au seuil de 0,001 (Fig. 9). Par contre, les attaques des ravageurs n'ont aucune incidence sur le pourcentage de pulpe sur fruits, ni sur le pourcentage d'huile sur pulpe.

Le test de l'échelle de notation visuelle montre que les poids des régimes de la catégorie 0 se distinguent bien des trois autres. Il n'apparaît pas, par contre, de différence significative entre les catégories 1 et 2 et entre 2 et 3. La différence est néanmoins significative entre 1 et 3 (Tabl. VI).

Sur le plan nouaison numérique et attaques des ravageurs, les catégories de régimes diffèrent significativement entre elles. Cependant, les attaques de ravageurs sont toutefois très variables ce qui entraîne une grande variation du taux de nouaison.

Au niveau du pourcentage du poids des fruits sur le poids des régimes, les différences entre chacune des trois premières catégories sont très significatives. Entre les deux dernières, la différence n'existe pas.

*It therefore seems to be possible to assess pest attacks on young bunches aged 3 to 4 weeks.*

*If attacks are slight to moderate (20% *Prosoestus* sp or 30% caterpillar attacks on average) the fruit weight/bunch weight percentage (%F) is 70% +/- 2%.*

*If they are severe (40% *Prosoestus* sp or 50% caterpillar attacks on average), the %F is 60% to 65%.*

*Phytosanitary monitoring on young bunches aged 3 to 4 weeks could make it possible to predict their future and determine the best time for chemical treatments. The pest attack marking scale could be simplified:*

- P (= *Prosoestus* sp) or C (Caterpillars), depending on the dominant type of attack observed on the young bunch at 3 to 4 weeks.
- 1: slight to moderate attack
- 2: severe to very severe attack.

*It is sufficient to observe all the trees in a certain number of pairs of rows, which will not change from one monthly check to the next, for example rows 1/2, 11/12, 21/22, 31/32, 41/42, etc*

### Ripe bunch observations

#### • Method

*From December 1991 to May 1992, 18 bunches were sampled each month in a plot aged 5 to 6 years on tertiary sands and analyzed individually as described below to confirm the impact of pest attacks on the fruit weight/bunch weight percentage during the year.*

*A visual marking scale was then drawn up arbitrarily, depending on fruit set on the bunch.*

- 0 = entire bunch with poor fruit set
- 1 = bunch with poor fruit set on around half its volume
- 2 = bunch with poor fruit set on a around a quarter of its volume
- 3 = entire bunch with good fruit set

*The ripe bunches were observed immediately after cutting and placed individually in jute bags, with all the fruits detached. A complete analysis was then carried out to assess all the relevant parameters, as above. Furthermore, attacks by all the pests were considered together.*

#### • Result interpretation

*Harmful insect attacks affect the fruit weight/bunch weight percentage:  $r = -0.5874$ ,  $n = 108$ ;  $DF = 106$ , highly significant at the 0.001 threshold (Fig.9). However, pest attacks have no impact on either the mesocarp/fruit or on the oil/mesocarp percentage.*

*The test of the visual marking scale showed that the bunch weights for category 0 can be clearly distinguished from the other three. However, there is no significant difference between categories 1 and 2 and between 2 and 3. The difference between 1 and 3 is nevertheless significant (Table VI)*

*As regards numerical fruit set and pest attacks, the bunch categories differ significantly. However, pest attacks can also vary greatly, which leads to wide variations in fruit set rates.*

*As far as the fruit weight/bunch weight percentage is concerned, the differences between each of the first three categories are highly significant. There is no difference between the last two.*

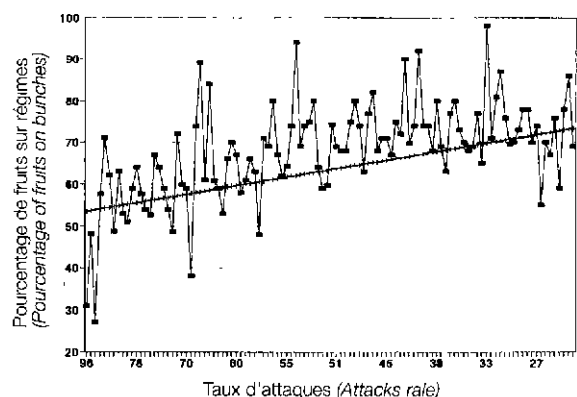


FIG. 9. — Incidence des attaques des ravageurs sur le pourcentage du poids de fruits sur le poids de régimes. — (Impact of pest attacks on the fruit weight/bunch weight percentage)

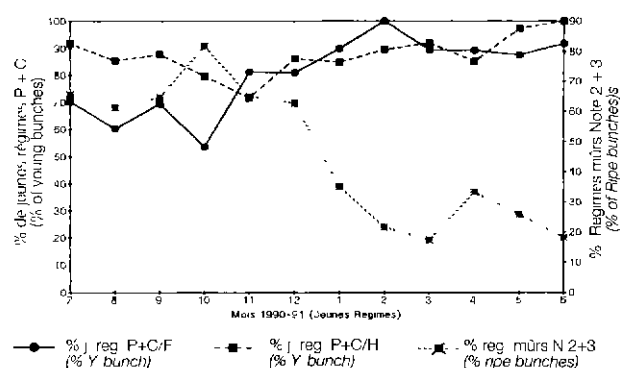


FIG. 10. — Notation des jeunes régimes et des régimes mûrs dans les blocs F et H. — (Young bunch and ripe bunch observations in blocks F and H)

TABLEAU VI. — Qualité des régimes Tenera en fonction de leur nouaison dans une culture de 5 ans — (Tenera bunch quality according to fruit set in a 5 year-old planting)

Notations des régimes mûrs (Ripe bunch observations)	Poids (Weight) (kg)	%NN (%NF)	%AR (%PA)	%F (%F)	%P/F (%M/F)	%H/P (%O/M)	%HPL (%OPL)
Catégorie 0 (Category 0) (6 régimes) (6 bunches)							
Moyenne (Mean)	1,80	6,05	82,38	33,40	79,67	47,45	12,6
Coef. var.	45,95 (a)	36,42 (a)	19,62 (a)	28,93 (a)	7,09 (a)	12,38 (a)	(a)
Catégorie 1 (Category 1) (6 régimes) (6 bunches)							
Moyenne (Mean)	5,13	36,08	45,28	66,70	84,62	52,8	29,80
Coef. var.	43,66 (b)	32,72 (b)	8,86 (b)	6,20 (b)	7,88 (b)	9,84 (b)	(b)
Catégorie 2 (Category 2) (15 régimes) (15 bunches)							
Moyenne (Mean)	7,16	76,44	20,85	74,78	81,86	49,05	30,0
Coef. var.	23,81 (b,c)	20,02 (c)	77,03 (c)	4,87 (c)	6,26 (a,b)	11,47 (b)	(b)
Catégorie 3 (Category 3) (12 régimes) (12 bunches)							
Moyenne (Mean)	7,68	92,03	6,33	78,46	81,23	48,03	30,6
Coef. var.	21,56 (c)	2,74 (d)	43,17 (d)	6,26 (c)	7,40 (a,b)	13,71 (a,b)	(b)

NN = nouaison numérique — (NF = numerical fruit set)  
 %AR = pourcentage d'attaques des ravageurs (*Prosoectus* + *Pyralis*) — (%PA = pest attack percentage (*Prosoectus* + *Pyralis*))  
 %F = pourcentage du poids de fruits sur poids de régimes — (%F = fruit weight/bunch weight percentage)  
 %P/F = pourcentage de pulpe sur fruits — (%M/F = mesocarp/fruit percentage)  
 %HPL = pourcentage d'huile produite au laboratoire — (%OPL = percentage of oil produced in the laboratory)  
 (a,b,c,d) = test t de Student significatif au seuil de 0,05 — (Student's t test significant at the 0.05 threshold)

Pour le pourcentage de pulpe sur fruits, il apparaît une différence significative entre les catégories 0 et 1 alors qu'elle n'existe pas entre les catégories 0, 2 et 3 ainsi qu'entre 1, 2 et 3. En effet, les graines des fruits issus des régimes notés "0" pèsent en moyenne 2,09 g alors que celles des catégories 1, 2, 3 pèsent respectivement 1,45 g, 1,40 g et 1,27 g. Or, lorsque le taux d'attaques des ravageurs est très élevé, le pourcentage de pulpe sur fruit peut être augmenté. Dans le cas de faibles attaques, le taux de nouaison est plus important ce qui entraîne un pourcentage de pulpe légèrement plus faible mais cette diminution n'est toutefois pas significative.

Quant au pourcentage d'huile sur pulpe, il n'est pas affecté par les attaques des ravageurs. Cependant, la teneur en huile de la pulpe des fruits de la catégorie 0 est significativement plus faible que celle des deux autres catégories (1 et 2). Cette différence proviendrait du fait que les régimes très mal noués pourrissent très rapidement et la teneur en huile des fruits noués diminue d'une manière sensible.

L'échelle de notation visuelle des régimes mûrs sur gare de récolte permet d'estimer correctement les divers composants de qualité des régimes. Dans les conditions industrielles, il sera possible d'établir une seule droite de régression pour prédire l'un des paramètres de qualité des régimes, par exemple le pourcentage du poids de fruits sur le poids des régimes (%F). Pour le taux de pulpe sur fruits et le pourcentage d'huile sur pulpe, il est possible d'utiliser les valeurs moyennes obtenues à partir des analyses d'un échantillon représentatif des régimes d'une plantation déterminée.

#### Analyse de la validité des deux échelles de notation

##### • Méthode

Cinq parcelles (46 ha - 3 à 4 ans) ont été prises dans une zone marécageuse et six autres (48 ha - 4 à 7 ans) sur les sables tertiaires. Dans chaque parcelle retenue, les jeunes régimes de 3 à 4 semaines sont notés sur tous les arbres de cinq couples de lignes (1/2, 11/12, 21/22, 31/32, 41/42) qui restent toujours les mêmes au cours des contrôles. La notation des régimes mûrs est réalisée une gare sur deux au nord et au sud de chaque parcelle lors des premiers tours de récolte.

##### • Résultats et discussion

A chaque contrôle, la moyenne des pourcentages de jeunes régimes attaqués globalement par les *Prosoestus* et les chenilles (note 1 + 2) a été calculée pour l'ensemble des parcelles dans chacune des zones. Il s'agit de vérifier par un calcul de corrélation si les notations des attaques sur jeunes régimes peuvent préjuger de la qualité des régimes 6 mois après la floraison, à condition que les autres facteurs ne soient pas limitatifs (problèmes à l'usine, pluviométrie, radiation solaire...).

Dans les formules de régression mentionnées ci-dessous, "X" représente les pourcentages de régimes mûrs notés "2 + 3" 6 mois après la floraison et "Y" les pourcentages d'attaques globales des ravageurs ( $P + C = \text{Prosoestus} + \text{Chenilles}$ ):

- % régimes mûrs note "2 + 3" 6 mois après / % jeunes régimes attaqués P + C du bloc F :  $r = -0,865$  ; très significatif à 0,001 ;  $Y = -0,53X + 104,7$  (Fig. 10).
- % régimes mûrs note "2 + 3" 6 mois après / % jeunes régimes attaqués P + C du bloc H :  $r = -0,639$  ; significatif à 0,05 ;  $Y = -0,21X + 97,3$  (Fig. 10).

Il est donc possible de prédire la qualité des régimes mûrs sur gares de récolte en notant globalement sur les jeunes régimes de 3 à 4 semaines les attaques de *Prosoestus* et des chenilles.

*As regards mesocarp/fruit percentage, there is a significant difference between categories 0 and 1, but none between categories 0, 2 and 3 or between 1, 2 and 3. The seeds of fruits from bunches marked "0" weigh 2.09 g on average, whereas those from categories 1, 2 and 3 weigh 1.45 g, 1.40 g and 1.27 g respectively, hence when pest attack rates are very high, the mesocarp/fruit percentage can be increased. In the event of slight attacks, the fruit set rate is higher, leading to a slightly lower mesocarp percentage, but this reduction is not significant*

*As for the oil/mesocarp percentage, it is not affected by pest attacks. However, the oil content of the mesocarp from fruits in category 0 is significantly lower than in the other two categories (1 and 2). This difference may stem from the fact that very poorly set bunches rot very rapidly and the oil content of the set fruits decreases significantly.*

*The visual marking scale for ripe bunches at collection stations provides an accurate estimate of the various bunch quality components. Under commercial conditions, it will be possible to draw up a single regression line to predict each bunch quality parameter, for example the fruit weight/bunch weight percentage (%F). For the mesocarp/fruit percentage and the oil/mesocarp percentage, it is possible to use mean values obtained from analyses of a representative sample of bunches from a given plantation.*

#### Analysis of the validity of the two marking scales

##### • Method

*Five plots (46 ha - 3 to 4 years) were taken in a marshy zone and six others (48 ha - 4 to 7 years) on tertiary sands. In each plot chosen, young bunches aged 3 to 4 weeks were observed on all the trees in five pairs of rows (1/2, 11/12, 21/22, 31/32, 41/42) that remained the same for all the checks. Ripe bunches were observed at every other collection station to the North and South of each plot, during the first harvesting rounds.*

##### • Results and discussion

*For each check, the mean percentage of young bunches attacked by *Prosoestus* and/or caterpillars (marked 1 and 2) was calculated for the plots in each zone as a whole. A correlation calculation was used to check whether young bunch attack marks affect bunch quality 6 months after flowering, barring any other limiting factors (problems at the mill, rainfall, solar radiation, etc.)*

*In the regression formulas given below, "X" represents the percentage of ripe bunches marked "2 + 3" 6 months after flowering and "Y" the overall attack percentages ( $P + C = \text{Prosoestus} + \text{Caterpillars}$ ):*

- % ripe bunches marked "2 + 3" 6 months afterwards / % of young bunches attacked by P + C in block F :  $r = -0,865$  ; highly significant at 0 001 ;  $Y = -0,53X + 104,7$  (Fig.10).
- % ripe bunches marked "2 + 3" 6 months afterwards / % young bunches attacked by P + C in block H :  $r = -0,639$  , significant at 0.05 ;  $Y = -0,21X + 97,3$  (Fig.10).

*It is therefore possible to predict ripe bunch quality at collection stations by observing *Prosoestus* and caterpillar attacks on young bunches aged 3 to 4 weeks.*



## ESSAIS DE TRAITEMENT CHIMIQUE CONTRE LES RAVAGEURS

### Par poudrage

#### • Méthode

Dans deux parcelles âgées de 6 ans environ, à l'aide d'une poudreuse à ventilateur dotée d'une manivelle d'entraînement, on a saupoudré du Phoxime seul, de la Deltaméthrine seule, du Phoxime + pollen ou de la Deltaméthrine + pollen (10 volumes d'insecticide + 1 volume de pollen) en donnant deux tours de manivelle sur chaque côté d'une inflorescence complètement débarrassée de ses spathes. La dose utilisée est en moyenne de 2 g à 2,5 g de poudre insecticide par inflorescence femelle.

#### • Résultats et discussion

Le tableau VII montre que les traitements par poudrage donnent de meilleurs résultats lorsqu'ils sont réalisés au moment de la pleine floraison. L'addition de pollen à la poudre insecticide améliore d'une manière significative le taux de nouaison des régimes traités.

### Par pulvérisation

#### • Méthode

Les propriétés larvicides de l'Evisect S ont d'abord été testées. Chaque inflorescence femelle bien débarrassée de toutes ses spathes, a été traitée 1 jour après la pleine floraison, à l'aide d'un pulvérisateur à pression préalable, pendant 10 secondes ce qui permet d'obtenir un volume de 50 à 60 ml de solution. Après pulvérisation, toutes les 10 inflorescences femelles traitées avec une dose déterminée (1 et 4 g de poudre par litre d'eau) et les 10 témoins ont été coiffés de sacs en toile munis chacun d'un sachet en plastique transparent pour récupérer les adultes de *Prosoestus* qui sortent des inflorescences femelles prises en pleine floraison.

Ensuite, des doses plus fortes (3,3 g et 6,6 g de poudre commerciale par litre d'eau) ont été pulvérisées durant 15 secondes sur des inflorescences femelles prises aux stades début, pleine et fin floraison (3 répétitions par stade), qui n'ont pas été entièrement débarrassées de leurs spathes avant le traitement. Les témoins sont représentés sur le même arbre où se trouve l'inflorescence femelle traitée, par un régime situé avant l'inflorescence traitée et par une inflorescence qui s'épanouira après celle-ci.

#### • Résultats et discussion

Les adultes présents au moment du traitement sortent les premiers des inflorescences femelles, alors que leurs descendants n'émergent que 2 semaines à 1 mois après l'intervention (Tabl. VIII). Les témoins produisent plus d'insectes vivants que les inflorescences traitées à l'Evisect S. La concentration de 4 g d'Evisect S par litre d'eau se révèle plus efficace car le nombre de *Prosoestus* vivants est nettement plus faible que dans les autres objets. La dose de matière active est de l'ordre de 100 à 120 mg par inflorescence femelle (Tabl. VIII).

Le traitement à l'Evisect S améliore bien le taux de nouaison puisqu'il existe une différence très significative entre les régimes traités et les témoins avant traitement (Tabl. IX). Par contre, aucune différence n'apparaît avec les témoins après traitement qui ont été attaqués d'une manière très irrégulière. Sur le plan des attaques des ravageurs, les deux doses utilisées n'entraînent pas de différences. Les régimes traités ont un pourcentage du poids de fruits sur le poids des régimes en général supérieur à celui des deux témoins avant et après. Cependant, les différences ne sont parfois pas significatives car une légère compensation peut s'exprimer par une augmentation du poids moyen du fruit. Les traitements insecticides n'améliorent pas le pourcentage de pulpe sur fruit, ni le pourcentage d'huile sur pulpe. En définitive, on obtient au laboratoire un

## CHEMICAL TREATMENT TRIALS AGAINST PESTS

### Dusting

#### • Method

*In two plots aged around six years, the inflorescences were dusted using a hand-operated fan duster, with Phoxim alone, Deltamethrin alone, Phoxim + pollen or Deltamethrin + pollen (10 volumes of insecticide + 1 volume of pollen), with two turns of the handle either side of an inflorescence from which all the spathes had been removed. The dose used was 2 to 2.5 g of insecticide powder per female inflorescence on average.*

#### • Results and discussion

*Table VII shows that treatment by dusting gives better results if carried out when the inflorescences are in full flower. Adding pollen to the insecticide significantly improves the fruit set rate on treated bunches.*

### Spraying

#### • Method

*The larvicidal properties of Evisect S were tested initially. Each female inflorescence, from which all the spathes had been removed, was treated 1 day after full flowering, using a pneumatic sprayer for 10 seconds, ensuring a volume of 50 to 60 ml of solution. After spraying, all ten female inflorescences treated with a predetermined dose (1 and 4 g of powder per litre of water) and the 10 controls were covered with canvas bags, each with a transparent plastic bag to collect the *Prosoestus* adults leaving the female inflorescences in full flower.*

*Higher doses (3.3 g and 6.6 g of commercial powder per litre of water) were then sprayed for 15 seconds on female inflorescences at the start of flowering, in full flower and at the end of flowering (3 replicates per stage), from which not all of the spathes had been removed before treatment. The controls were taken on the same tree as the treated female inflorescences: a bunch somewhere before the treated inflorescence and another inflorescence due to open after it.*

#### • Results and discussion

*The adults present at the time of treatment were the first to leave the female inflorescences, whereas their progenies did not come out until a fortnight to a month after treatment (Table VIII). The controls produced more live insects than the inflorescences treated with Evisect S. A dose of 4 g of Evisect S per litre of water proved to be the most effective, as the number of live *Prosoestus* was markedly lower than in the other treatments. The dose of active ingredient was 100 to 120 mg per female inflorescence (Table VIII).*

*Treatment with Evisect S clearly improved the fruit set rate, as there was a highly significant difference between the treated bunches and the controls before treatment (Table IX). However, there was no difference from the controls after treatment, which were very irregularly attacked. In terms of pest attacks, the two doses used did not lead to any differences. The treated bunches generally had a higher fruit weight/bunch weight percentage than the two controls, both before and after, but these differences were not significant as slight compensation can be expressed in the form of increased mean fruit weight. Insecticide treatments did not improve the mesocarp/fruit or the oil/mesocarp percentage.*



**TABEAU VII. — Résultats des poudrages au Volaton en fonction des stades phénologiques des inflorescences femelles pour lutter contre les *Prosoestus* — (Results of dusting with Volaton to control *Prosoestus*, depending on the phenological stage of female inflorescences)**

10 inflorescences/objet (10 inflorescences/treatment)	Taux de nouaison (Fruit set rate)	Taux d'attaques par <i>Prosoestus</i> sur stigmates (Rate of attacks on stigmata by <i>Prosoestus</i> )	Taux d'attaques par <i>P. sculptilis</i> (Rate of attack by <i>P. sculptilis</i> )
Témoin sans traitement (Untreated control)	52,6 % C.V. = 34,2 VAR = 323,3 (a)	42,5% C.V. = 44,7 VAR = 361,3 (a)	4,9% C.V. = 52,9 VAR = 6,7 (a)
Inflorescences non fleuries traitées au Volaton (Inflorescences not yet in flower treated with Volaton)	61,0% C.V. = 32,8 VAR = 402,1 (a)	28,7% C.V. = 66,6 VAR = 364,2 (a)	1,7% C.V. = 154,9 VAR = 6,8 (b)
Inflorescences en début de floraison traitées au Volaton (Inflorescences at the start of flowering treated with Volaton)	52,4% C.V. = 41,0 VAR = 462,9 (a)	34,7% C.V. = 51,8 VAR = 322,4 (a)	0,1% C.V. = 115,5 VAR = 0,013 (c)
Inflorescences en pleine floraison traitées au Volaton + pollen (Inflorescences in full flowering treated with Volaton + pollen)	74,8% C.V. = 17,4 VAR = 169,4 (b)	16,9% C.V. = 96,7 VAR = 269,8 (b)	0,065% C.V. = 217,7 VAR = 0,02 (d)
Inflorescences en fin de floraison traitées au Volaton (Inflorescences at the end of flowering treated with Volaton)	45,1% C.V. = 43,1 VAR = 378,8 (a)	56,5% C.V. = 40,8 VAR = 532,2 (a)	0,7% C.V. = 95,9 VAR = 0,45 (a)
Inflorescences après la floraison traitées au Volaton (Inflorescences after flowering treated with Volaton)	46,5% C.V. = 58,1 VAR = 737,9 (a)	46,9% C.V. = 51,9 VAR = 594,8 (a)	1,1% C.V. = 169,9 VAR = 3,5 (a)
Témoin 2 sans traitement (Untreated control 2)	55,1% C.V. = 21,3 VAR = 138 (a)	15,5% C.V. = 65,8 VAR = 103,7 (a)	29,4% C.V. = 38,6 VAR = 128,5 (a)
Inflorescences en pleine floraison traitées au Volaton seul (Inflorescences in full flower treated with Volaton alone)	76,7% C.V. = 18,1 VAR = 192,6 (b)	12,1% C.V. = 31,6 VAR = 14,7 (a)	2,1% C.V. = 125,9 VAR = 7,3 (b)
Inflorescences en pleine floraison traitées au Volaton + pollen (Inflorescences in full flower treated with Volaton + pollen)	86,9% C.V. = 2,5 VAR = 4,7 (c)	9,5% C.V. = 39,7 VAR = 14,2 (a)	1,4% C.V. = 150,7 VAR = 4,8 (c)

(a,b,c,) = test de t de Student significatif à 0,05 — (a,b,c = Student's t test significant at 0,05)

taux d'extraction d'huile des régimes traités plus stable et plus élevé que celui obtenu des régimes témoins.

*In short, a higher, more stable oil extraction rate is obtained in the laboratory with treated bunches than with controls.*

### ESTIMATIONS DU COUT DES INTERVENTIONS CHIMIQUES

Le coût du personnel est de loin le plus important (75 à 85%) compte tenu que le produit est utilisé à faible dose et que le matériel n'est pas onéreux.

Le traitement par poudrage peut être appliqué en cas de nécessité lorsqu'une pollinisation assistée est réalisée dans une jeune parcelle productive où le nombre d'inflorescences mâles est insuffisant. Dans ce cas, il suffit simplement de remplacer le talc par la poudre insecticide sèche. Le coût d'un poudrage est de 1200 FCFA (= 4\$/ha/an à raison de 8 interventions par mois.

La pulvérisation des inflorescences femelles peut être effectuée tous les 15 jours pendant la période de pullulation des insectes nuisibles qui est très facilement mise en évi-

### ESTIMATES OF THE COST OF CHEMICAL TREATMENT

*Labour costs are by far the highest (75 to 85%), given that small doses of the product are used and the equipment required is not expensive.*

*Dusting can be used if necessary when assisted pollination is practised in a young bearing plot where the number of male inflorescences is insufficient. In this case, it is sufficient to replace the talc by dry insecticide powder. Dusting costs 1,200 CFA F (= \$4)/ha/year at a rate of 8 applications per month.*

*Female inflorescences can be sprayed once a fortnight during outbreaks of harmful insects, which are easy to detect*

TABLEAU VIII. — Essai de traitement à l'Evisect S contre les *Prosoestus* — (Trial of Evisect S treatments against *Prosoestus*)

10 inflorescences/objet (10 inflorescences/treatment)	Nombre d'insectes vivants sortis dans pochette plastique transparente (Number of live insects that emerged into transparent plastic bag)						Nbre de morts trouvés dans le sac à la fin de l'essai (No of dead insects found in the bag at the end of the trial)	Total insectes (Total insects)		
	7 jours après (7 afterwards)		2 semaines après (2 weeks afterwards)		1 mois après (1 month afterwards)			P.m	P.s	
Témoins (Controls)	P.m	P.s	P.m	P.s	P.m	P.s	P.m	P.s	P.m	P.s
	2233	43	629	0	6	10	0	0	2868	53
1ère série Evisect S (1st series Evisect S)										
1g poudre/litre d'eau (1g of powder/litre of water)	270	52	366	0	0	8	154	106	790	166
2e série Evisect S										
4g poudre/litre d'eau (4g of powder/litre of water)	24	12	109	3	4	5	191	128	328	148

P.m = *Prosoestus minor*  
P.s = *Prosoestus sculptilis*

TABLEAU IX. — Développement des régimes Tenera après pulvérisation d'Evisect S — (Tenera bunch development after spraying with Evisect S)

Objets (Traitements)	Pourcentage moyen sur tous les régimes analysés par dose d'Evisect S (Mean percentage on all the bunches analyzed per Evisect S dose)					
	225 mg M.a. / inflorescence (225 mg a.i. / inflorescence)			470 mg M.a. / inflorescence (470 mg a.i. / inflorescence)		
	%NN (%NF)	%AR (%PA)	%F (%F)	%NN (%NF)	%AR (%PA)	%F (%F)
Témoin avant traitement (Control before treatment)	58,3 ± 1,7 (b)	39,2 ± 3,4 (b)	72,9 ± 0,1 (a)	57,9 ± 2,3 (b)	41,9 ± 2,2 (b)	64,3 ± 0,4 (b)
Régime traité (Treated bunch)	77,4 ± 4,4 (a)	4,5 (0-26) (a)	77,1 ± 0,7 (a)	77,3 ± 2,9 (a)	1,4 0-26 (a)	67,6 ± 0,3 (a)
Témoin après traitement (Control after treatment)	58,5 ± 8,9 (a)	30,2 ± 5,7 (c)	64,5 ± 1,5 (b)	69,9 ± 3,0 (a)	30,1 ± 15,4 (c)	68,3 ± 1,2 (a)

L'intervalle de confiance a été calculée au seuil de 0,99 — (The confidence interval was calculated at the 0.99 threshold)  
(a,b,c) = Test U de Mann et Whitney significatif au seuil de 0,05 — (a,b,c = Mann and Whitney's U test significant at the 0.05 threshold)

dence par une bonne surveillance phytosanitaire. Le coût total des traitements intensifs à l'Evisect S (2 interventions mensuelles) est de 7500 FCFA (= 26\$/ha/an pour des cultures jusqu'à 9 ans et de 14500 FCFA (= 50\$/ha/an pour des cultures plus âgées sur lesquelles les repérages des jeunes inflorescences femelles se révèlent plus délicats, ce qui diminue le rendement journalier des interventions et les rend presque deux fois plus coûteuses.

Une baisse de 5% à plus de 10% sur le pourcentage du poids de fruits sur le poids de régimes peut entraîner théoriquement une diminution de 1 à 4 points sur le taux d'extraction d'huile. Cependant, en pratique, tous les régimes ne sont pas fortement attaqués d'une manière uniforme à un moment donné et toutes les parcelles d'une plantation industrielle ne sont pas, elles aussi, infestées d'une façon homogène. Par conséquent, la baisse du taux d'extraction industrielle peut être en moyenne de 0,5 point par an mais elle peut persister pendant plusieurs années et en définitive elle apparaîtra très importante d'une manière tardive. Les traitements chimiques permettent alors d'éviter cette diminution du pourcentage du poids de fruits sur le poids de régimes et peuvent entraîner un gain d'environ 22500 FCFA (= 77\$/ha/an pour une augmentation d'un point sur le taux d'extraction à l'usine.

provided phytosanitary monitoring is effective. The total cost of intensive treatments with Evisect S (2 treatments/month) is 7,500 CFA F (= \$26)/ha/year for crops aged up to 9 years and 14,500 CFA F (= \$50)/ha/year for older crops in which it is more difficult to identify the young female inflorescences, which reduces daily treatment output and makes it almost twice as costly

A fall of 5% to more than 10% in the fruit weight/bunch weight percentage can theoretically lead to a reduction of 1 to 4 points in the oil extraction rate. However, in practice, not all the bunches are uniformly severely attacked at any given time and not all the plots in a commercial plantation are uniformly affected. As a result, the fall in the industrial extraction rate may be around 0.5 of a point per year on average, but can persist for several years and will prove very significant in the long run. Chemical treatments can prevent this drop in the fruit weight/bunch weight percentage and lead to gains of around 22,500 CFA F (= \$77)/ha/year for an increase of one point in the industrial extraction rate

## CONCLUSIONS

*P. minor* cause d'importants dégâts au niveau des stigmates en fonction non seulement de sa population présente dans une inflorescence femelle dès l'ouverture de ses spathe mais aussi de la durée d'épanouissement des fleurs femelles.

*P. sculptilis* provoque, par le développement de ses larves au niveau du gynécée ou du corps du fruit, une forte chute du taux de nouaison. Cette baisse est d'autant plus importante que le nombre d'adultes est élevé et que l'attaque se réalise dès le commencement de la floraison.

Les chenilles de *Elaeidiphilos adustalis* grignotent les stigmates ou la base du style des fleurs femelles épanouies ou non. A la fin de leur développement, les chenilles fabriquent des cocons en soie entourés de déjections sphériques. Parfois, toute l'inflorescence femelle est recouverte de fils de soie.

Une échelle de notation visuelle des attaques de ravageurs sur des jeunes régimes de 3 à 4 semaines est corrélée très significativement à une échelle de notation visuelle de la nouaison des régimes mûrs rassemblés sur les gares de récolte. Ainsi, la qualité des régimes peut être diagnostiquée 5 mois avant leur maturation. Si l'inflorescence femelle subit 20 à 30% d'attaques, le pourcentage du poids de fruits sur le poids des régimes serait égal à 70% environ. Après une plus forte attaque (40 à 50%), ce taux diminue d'une manière sensible (environ 60%).

Le traitement par poudrage d'insecticides sur les inflorescences femelles en pleine floraison est applicable lorsqu'une pollinisation assistée s'avère nécessaire dans les jeunes parcelles productives fortement attaquées où les inflorescences mâles sont insuffisantes. Le talc est alors simplement remplacé par un insecticide en poudre.

L'Evisect S permet d'éliminer les larves et les adultes de ces ravageurs à la concentration de 4 g de poudre soluble par litre d'eau. La pulvérisation des inflorescences femelles peut être effectuée tous les 15 jours pendant la période de pullulation des insectes nuisibles. Les pulvérisations sont encore réalisables sur des palmiers de 10 ans environ en rallongeant la lance du pulvérisateur.

Or, les coûts des traitements intensifs se révèlent toutefois trop onéreux. Par conséquent, les futures expérimentations viseront à optimiser les coûts et le nombre d'interventions utiles à réaliser durant la période de pullulation de ces insectes qui peut être mise en évidence par une surveillance phytosanitaire des attaques sur jeunes régimes.

## CONCLUSIONS

*P. minor* causes significant damage to the stigmata, depending on both population levels on female inflorescences and the length of time the female flowers take to open.

Due to the development of its larvae in the gynæctum or the fruit, *P. sculptilis* causes a sharp drop in the fruit set rate. This drop is all the sharper the greater the number of adults and the closer the attack to the start of flowering

*Elaeidiphilos adustalis* caterpillars nibble away at the base of the style of female flowers either open or not. At the end of their development, the caterpillars build silken cocoons surrounded by balls of excreta. The whole of the female inflorescence is sometimes covered in silken threads.

A visual marking scale for pest attacks on young bunches aged 3 to 4 weeks is very significantly correlated to a visual marking scale for fruit set on ripe bunches at collection stations. Bunch quality can therefore be predicted 5 months before they are fully ripe. If the female inflorescence suffers 20 to 30% attacks, the fruit weight/bunch weight percentage will be around 70%. After a more severe attack (40 to 50%), this rate falls significantly (around 60%).

Treatment by dusting insecticides onto female inflorescences in full flower can be practised when assisted pollination proves necessary in severely affected young bearing plots where the number of male inflorescences is insufficient. The talc is merely replaced by insecticide powder.

Evisect S eliminates the larvae and adults of these pests at a dose of 4 g of soluble powder per litre of water. The female inflorescences can be sprayed once a fortnight during harmful insect outbreaks. Spraying is even possible on palms aged around 10 years, provided the sprayer boom is lengthened.

However, the cost of intensive treatments is still too high. As a result, future trials will be aimed at optimizing the cost and the number of useful treatments to be applied during insect outbreaks, which can be detected by phytosanitary monitoring of attacks on young bunches.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] ALIBERT H. (1938). — Etude sur les insectes parasites du palmier à huile au Dahomey. *Rev. Bot. Appl.*, XVIII, n° 207, p. 745.
- [2] CHEVALIER, A. (1935). — Les insectes des régimes mâles de l'Elaeis. *Rev. Bot. Appl.*, XV, p. 124.
- [3] GHESQUIERE J. (1943). — A propos de quelques Gallieridae palmeicoles éthiopiens et orientaux. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, XXXVII, p. 97.

- [4] LEPESME P. (1947). — Les insectes des palmiers. Paris : P. Lechevalier ed., 904 pp., 638 fig.
- [5] MBYRICK, E. (1933-1935). — Exotic Microlepidoptera, I-V, 1913-1937
- [6] SYED, R. A. (1979). — Studies on oil palm pollination by insects. *Bulletin of Entomological Research*, 69, p. 213-224.

## RESUMEN

**Estudio de la incidencia de las plagas sobre las inflorescencias femininas de la palma aceitera en África del Oeste**

R. PHILIPPE, *Oléagineux*, 1993, 48, N°10, p. 389-405

Las inflorescencias femininas pueden ser atacadas por tres plagas. *Prosoestus minor* Mshl y *Prosoestus sculptilis* Faust (*Curculionidae*) y *Elaeidiphilos adustalis* Hampson (*Pyralidae*). Se ha estudiado el ciclo biológico de estos insectos que destruyen los estigmas o abren una galería al nivel del gineceo de la flor feminina. En general, las inflorescencias femininas están atacadas por lo menos por dos especies de plagas entre las cuales *P. minor* aparece como siendo la más frecuente y abundante. Esta especie está acompañada de *P. sculptilis*, de *E. adustalis* o a veces de las dos especies al mismo tiempo. Se ha estudiado la incidencia de sus ataques de modo teórico al introducir insectos, y luego en condiciones naturales mediante una escala de notación visual. Sus daños producen siempre una baja muy significativa del peso de los frutos en el peso de racimos. No afecta la tasa de pulpa en frutos. En cambio, puede serlo la tasa de aceite en pulpa fresca en caso de fuertes ataques de *P. sculptilis*. La disminución de la tasa de extracción de aceite en la fábrica puede ser, en consecuencia, notable. Los ensayos de tratamientos químicos muestran que es posible proteger eficazmente las inflorescencias femininas contra los ataques de semejantes insectos al pulverizar regularmente Evisect S sobre todas las inflorescencias femininas.

**Palabras claves.** — Insectos dañinos, biología, control químico, *Curculionidae*, *Pyralidae*, inflorescencias femininas, palma aceitera, tasa de extracción de aceite, porcentaje de frutos África del Oeste.