

Insectes pollinisateurs du palmier à huile et taux de nouaison en Afrique de l'ouest (1)

D. MARIAU (2), M. HOUSSOU (3), R. LECOUSTRE (2), B. NDIGUI (4)

Résumé. — Une vingtaine d'espèces d'insectes sont inféodées aux fleurs de palmier à huile. Seulement quatre d'entr'elles jouent un rôle important dans la pollinisation. Elles appartiennent au genre *Elaeidobius*. Les caractéristiques biologiques de ces différentes espèces sont étudiées. Elles n'ont pas toutes le même pouvoir pollinisateur. Leurs populations varient de manière très importante dans l'espace et dans le temps sous l'influence des facteurs climatiques. Ces variations qualificatives ont pour conséquence des fluctuations du taux de nouaison et, par conséquent, du poids moyen des régimes et donc de la production. Les observations ont été conduites sur les stations de Recherche de la Mé en Côte-d'Ivoire, Pobé au Bénin et la Dibamba au Cameroun.

Mots-clés. Palmier à huile, insectes pollinisateurs, *Elaeidobius*, taux nouaison, dynamique population.

INTRODUCTION

Au début du siècle certains pensaient que la pollinisation du palmier à huile était surtout entomophile. Cette idée fut combattue puis oubliée. Il n'y a pas plus d'une décennie, certains planteurs de Malaisie ont remis en cause la pollinisation anémophile. Les mauvaises nouaisons qu'ils observaient nécessitant une pollinisation assistée au cours des dix premières années et, dans certaines situations, pendant toute la vie du palmier, ne pouvaient pas être seulement liées à un nombre moins important de fleurs mâles qu'en Afrique. Les premières observations mises en place au Cameroun permirent de montrer, pour la seconde fois, mais sans ambiguïté possible, que les insectes jouaient un rôle déterminant et indispensable dans le transport du pollen (Syed, 1979).

Il fut alors possible de mettre en évidence qu'une vingtaine d'espèces étaient inféodées aux fleurs ou visitaient celles-ci (R. Desmier de Chenon 1981) mais qu'un nombre beaucoup plus réduit jouait un rôle important dans la pollinisation. Cela tient au fait que, si plusieurs espèces sont abondantes sur les fleurs mâles, comme les abeilles, elles sont beaucoup moins actives sur les fleurs femelles. Les espèces de Coléoptère Curculionidae appartenant au genre *Elaeidobius* sont parfaitement inféodées aux fleurs mâles du palmier à huile mais elles visitent également les fleurs femelles.

I. — INSECTES POLLINISATEURS

1. — Principales caractéristiques biologiques des espèces du genre *Elaeidobius*

Le genre compte 5 espèces, les quatre plus importantes étant :

— *E. kamerunicus* F. dont l'adulte qui mesure de 3 à 4 mm de longueur est de couleur foncée, presque noire. Les mâles sont sensiblement plus gros. Leurs élytres, qui por-

tent un petit tubercule, ont des bords ciliés. La femelle a un rostre plus long que celui du mâle.

— *E. plagiatus* F. de même taille que l'espèce précédente et présente le même dimorphisme sexuel. De couleur générale moins foncée, l'adulte tire sur le roux avec des pattes brun jaune.

— *E. subvittatus* F. ne mesure que 1,5 à 2 mm, le corps est brun-roux clair avec deux tâches allongées parfois contiguës sur le thorax.

— *E. singularis* F. L'adulte mesure de 2,5 à 3 mm. Le corps est brun-jaune avec une tâche irrégulière sur chaque élytre, le rostre est arqué.

Ces quatre espèces ont un comportement identique. Les adultes sont attirés par la forte odeur d'anis émise par la fleur mâle en anthèse.

Les femelles déposent leurs oeufs dans les fleurs mâles qui sont au nombre d'un millier par épillet et donc de 2 à 300 mille par inflorescence. Cette destruction de la fleur se fait après l'émission du pollen qui n'est donc pas perturbée. L'adulte, pour se nourrir, enfonce son rostre dans les tissus tendres de l'inflorescence dont il pompe la sève. Il quitte la fleur, chargé de pollen, à la recherche d'une autre inflorescence. La fleur femelle émet la même odeur, quoique plus discrète, que la fleur mâle. Elle attire donc également les *Elaeidobius* "qui n'ont en principe rien à faire sur une fleur femelle". "Ils se rendent compte rapidement de leur méprise" mais le délai a été suffisant pour permettre aux grains de pollen attachés sur le corps des insectes de féconder quelques fleurs.

2. — Autres insectes

Parmi les autres insectes qui fréquentent les fleurs, on peut citer plusieurs espèces de Coléoptères de la famille des nitidulidae dont la plus importante est *Microporum congolense* Grouvelle. Ce mangeur de pollen aux stades larvaires comme au stade adulte, peut être observé en grand nombre sur les fleurs mâles. Cependant, il semble "qu'il se trompe" beaucoup moins souvent que les *Elaeidobius* et il est, par conséquent, beaucoup moins fréquent sur les fleurs femelles. *M. congolense* ne joue donc qu'un rôle secondaire dans la pollinisation du palmier en Afrique. Il assure, par contre,

(1) Communication présentée à la célébration du 50ème anniversaire du NIFOR Nigerian Institute For Oil Palm Research du 21 au 25/1/1989 - Bénin city - Nigéria

(2) Division Entomologie IRHO (France)

(3) Station de Recherche sur le palmier à huile - Bénin.

(4) Institut de la Recherche Agronomique - Cameroun

TABLEAU I. — Cycle de développement —
(*Development cycle*)

| Espèces (<i>Species</i>) | Durée des différents stades de dével en jours (<i>Length of the various instars in days</i>) | | | |
|-------------------------------|---|--|---------------------------|---------------------------|
| | Oeuf (<i>Egg</i>) | 3 stad. L. (<i>3rd Larval Instar</i>) | Nymphe (<i>Pupa</i>) | Total (<i>Total</i>) |
| <i>E. kameruncus</i> | 2 | 10 | 3 | 15 |
| <i>E. plagiat</i> | 1 | 5 | 3 | 9 |
| <i>E. subvittatus</i> | 2 | 14 | 4 | 20 |

l'essentiel de celle-ci à Madagascar où le genre *Elaeidobius* n'existe pas (Mariau et Genty 1988). En Amérique du Sud un insecte de la même famille *Mystrops costaricensis* Gillogly assure seul ou en association avec *E. subvittatus* l'essentiel de la pollinisation.

Deux espèces de Coléoptère staphylinidae dont *Atheta burgeoni* Bernhaver peuvent également être observés en grand nombre sur les fleurs mâles où ils agissent comme prédateurs. Assez peu fréquent sur les fleurs femelles, son rôle dans la pollinisation est négligeable.

3. — Etudes comportementales

3.1. Etudes de l'activité

Les études sur l'activité des *Elaeidobius* sur fleurs femelles ont été réalisées sur la station de La Mé en Côte-d'Ivoire tout au long des années 1983 et 1984.

On a examiné les arrivées des insectes sur des inflorescences femelles en anthèse en procédant de la manière suivante. Une inflorescence en début d'anthèse est recouverte d'une cage en mousseline. Pendant 10 minutes par heure on dénombre les insectes qui arrivent sur la cage. L'observation est poursuivie de 6 à 19 heures pendant les deux jours que dure l'anthèse. Les résultats obtenus sont représentés sur la figure 1 et le tableau II.

L'inflorescence est beaucoup plus attractive au cours du premier jour. Les arrivées les plus importantes se situent entre 9h et midi. Après une chute rapide du taux d'arrivée, on constate une nouvelle augmentation du nombre d'insectes en fin d'après midi.

La quantité d'individus qui arrivent sur les fleurs femelles est extrêmement variable (Tabl. III); sur 101 inflorescences, il est arrivé une moyenne de 5760 individus, le maximum était de 20412 et le minimum de 72. Il est clair que les fleurs qui reçoivent beaucoup d'insectes seront mieux pollinisées et on verra plus loin qu'il peut y avoir des différences très

importantes dans les valeurs du taux de nouaison d'un régime à l'autre.

Il n'a pu être établi aucune relation entre l'importance de ces arrivées et la climatologie ou la situation d'une inflorescence femelle par rapport à une autre inflorescence. Les taux d'arrivée peuvent avoir la même importance en pleine saison des pluies comme en saison sèche. De même la présence peu éloignée d'une inflorescence mâle, en principe beaucoup plus attractive pour les insectes, ne semble pas avoir d'incidence sur l'importance des visites qui se produisent sur une inflorescence femelle.

En prélevant les insectes qui se trouvent à un moment donné sur une inflorescence femelle, on ne prélève en moyenne que quelques dizaines d'individus (Tabl. IV) et dans près de 10 % des cas, il n'y a aucun insecte. Cela montre que les insectes ne restent que très peu de temps sur les fleurs femelles.

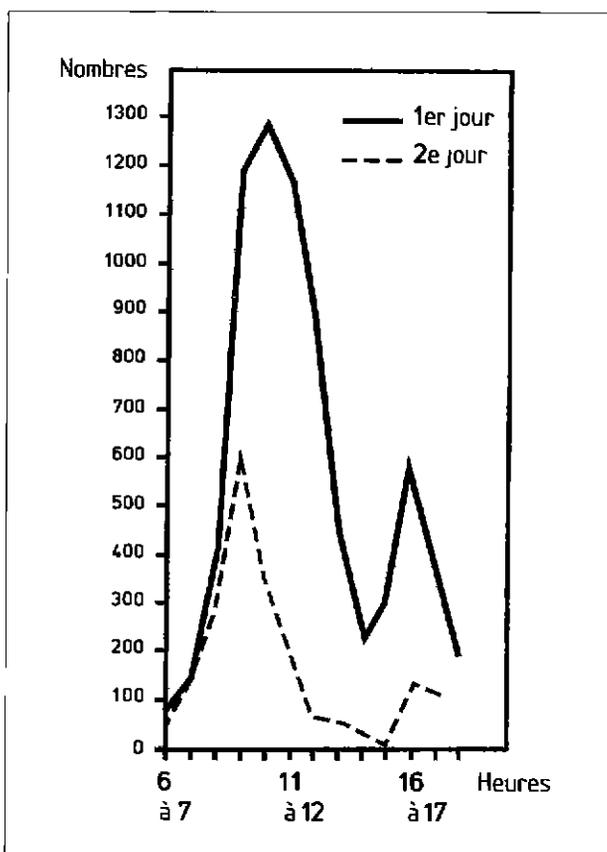


FIG. 1. — Arrivée des *Elaeidobius* sur fleurs femelles — (*Elaeidobius arrivals on female flowers, — day 1 — day 2*)

TABLEAU II. — Nombre moyen d'insectes arrivant sur une inflorescence femelle — (*Mean number of insect arrivals on a female flower*)

| | ELAEIDOBIOUS | | | | Total | <i>Atheta</i> | <i>Microporum</i> |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-------|---------------|-------------------|
| | <i>subvitt.</i> | <i>plagiat.</i> | <i>kamerun.</i> | <i>singul.</i> | | | |
| 1° jour (<i>Day 1</i>) | 2964 | 1266 | 900 | 390 | 5520 | 186 | 288 |
| 2° jour (<i>Day 2</i>) | 1092 | 270 | 612 | 60 | 2034 | 288 | 96 |
| Total | 4056 | 1536 | 1512 | 450 | 7554 | 474 | 384 |
| % | 54 | 20 | 20 | 6 | | | |
| Max/infl | 10716 | 4914 | 2832 | 912 | 19374 | 342 | 678 |
| Mn/infl | 576 | 18 | 12 | 0 | 606 | 30 | 30 |

TABLEAU III. — Nombre de *Elaeidobius* arrivant sur une fleur femelle — (*Number of Elaeidobius arriving on a female flower*)

| Total fleurs observées (Total flowers observed) | moins de (Less than) 1000 | 1000 à 3000 | 3000 à 5000 | 5000 à 7000 | 7000 à 9000 | 9000 à 11000 | 11000 à 13000 | 13000 à 15000 | plus de (more than) 15000 |
|--|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|---------------------------------|
| 101 | 8 | 23 | 28 | 14 | 7 | 3 | 7 | 4 | 7 |

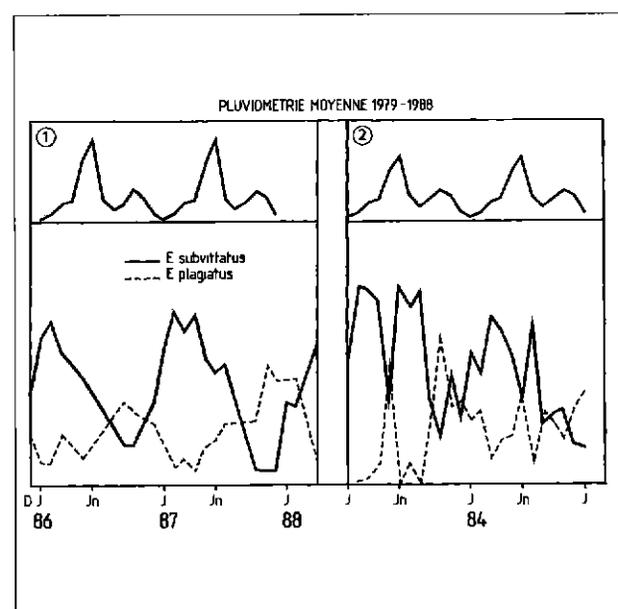
TABLEAU IV. — Nombre de *Elaeidobius* capturés au temps *t* sur fleur femelle — (*Number of Elaeidobius captured at time t on a female flower*)

| Total fleurs observées (Total flowers observed) | 0 | De 1 à 50 | 50 à 100 | 100 à 200 | 200 à 500 | 500 à 1000 | Plus de (More than) 1000 |
|--|---|--------------|----------|-----------|-----------|------------|--------------------------------|
| 83 | 7 | 38 | 13 | 9 | 10 | 4 | 2 |

3.2. Dynamique des populations

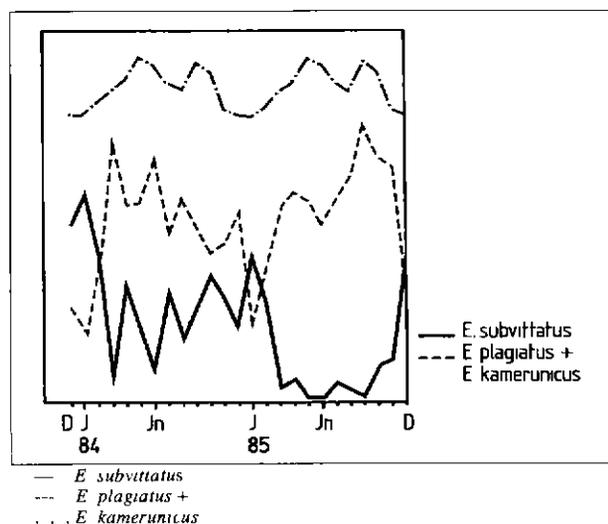
3.2.1. Variations temporelles

On a étudié la composition des populations des diverses espèces en effectuant périodiquement des prélèvements au niveau des inflorescences mâles. Chaque échantillon était constitué par plusieurs centaines d'individus et souvent plus d'un millier. De tels prélèvements ont été réalisés sur deux sites en Côte-d'Ivoire (Fig. 2) et un site au Bénin (Fig. 3). Les résultats sont exprimés en pourcentages. Pour les sites de Côte d'Ivoire, seules les espèces *E. subvittatus* et *E. plagiatus*, de loin les plus abondantes, ont été représentées. On observe des variations importantes de ces espèces tout au long de l'année. D'une manière générale, c'est pendant la grande saison sèche que les populations de *E. subvittatus* sont les plus importantes, celles de *E. plagiatus* et *E. kamerunicus* étant elles en augmentation en période pluvieuse. Il en va de même au Bénin où *E. subvittatus* est très largement dominé par les *E. kamerunicus* et *plagiatus* sauf pendant les mois les plus secs.

**FIG. 2.** — Répartition des populations des principales espèces de *Elaeidobius* en Côte-d'Ivoire — (*Distribution of major Elaeidobius species in Côte-d'Ivoire*)

1 - Plantation R. Michaux de Dabou

2 - Station de La Mé

Pluviométrie moyenne 1979-1988 — (*Mean rainfall 1979-1988*)**FIG. 3.** — Répartition des populations de *Elaeidobius* sur la station de Pobé (Bénin). Moyenne pluviométrique 1979-1988 — (*Elaeidobius population distribution on the Pobé station Benin - Mean rainfall 1979-1988*)

3.2.2. Variations spatiales

Au Bénin, on a réalisé pendant deux ans des prélèvements mensuels de plusieurs centaines d'insectes sur des inflorescences mâles en anthèse. Le tableau V indique les pourcentages moyens des différentes espèces de *Elaeidobius*, les unes par rapport aux autres, sur les deux sites retenus.

On constate, d'une part des variations parallèles sur les deux plantations d'une année sur l'autre mais aussi des variations d'un site à l'autre. Le site 1 est plus riche en *E. subvittatus* alors que sur le site 2 *E. kamerunicus* est plus abondant. De telles différences s'expliquent difficilement dans la mesure où les deux plantations, très proches l'une de l'autre, ont un climat très comparable.

L'année 1985 a été plus riche en *E. kamerunicus* ce qui s'explique d'autant moins qu'elle a été plus sèche que 1984.

Au Cameroun, par contre, où la montagne du même nom est à l'origine de variations climatiques très importantes sur des sites pourtant très proches, on constate, d'une plantation à l'autre des différences très marquées dans la composition des populations de *Elaeidobius*. Ces différences peuvent être mises en relation avec l'importance des précipitations conformément aux remarques qui ont été faites précédemment (Tabl. VI). Les prélèvements ont été pratiqués simultanément en saison sèche (janvier 85).

Sur le site de Mondoni, à pluviométrie moyenne et à saison sèche souvent très marquée, les populations d'*Elaeido-*

TABLEAU V. — Importance relative des 4 espèces de *Elaeidobius* dans 2 sites au Bénin — (*Relative numbers of 4 species of Elaeidobius on 2 sites in Benin*)

| Espèces (Species) | 1984 | | 1985 | |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|
| | Site 1 | Site 2 | Site 1 | Site 2 |
| <i>E. subvittatus</i> | 34 | 22 | 17 | 13 |
| <i>E. plagiatus</i> | 28 | 30 | 26 | 18 |
| <i>E. kamerunicus</i> | 33 | 39 | 40 | 53 |
| <i>E. singularis</i> | 4 | 3 | 17 | 16 |

Pourcentages moyens pendant les 12 mois de l'année — (*Mean percentages over all 12 months of the year*)

TABLEAU VI. — Variations des populations de *Elaeidobius* dans l'espace au Cameroun — (*Variations in Elaeidobius populations over sapce in Cameroon*)

| Sites pluviométrie en mm (Sites rainfall in mm) | ESPECES D'ELAEIDOBIOUS (ELAEIDOBIOUS SPECIES) | | | | |
|---|--|--------------------|------------------|-------------------|-------|
| | <i>subvittatus</i> | <i>kamerunicus</i> | <i>plagiatus</i> | <i>singularis</i> | Total |
| La Dibamba | 116 | 482 | 53 | 2 | 653 |
| 3300 | 18 % | 74 | 8 | 0 | |
| Mondom | 888 | 222 | 684 | 88 | 1882 |
| 2000 | 47 | 12 | 36 | 5 | |
| Idenau | 54 | 632 | 46 | 3 | 735 |
| 10.000 | 7 | 86 | 6 | - | |

buis sont comparables à celles que l'on observe sur la station de La Mé en Côte d'Ivoire : l'espèce *E. subvittatus* est l'espèce la plus abondante alors que *E. kamerunicus* est peu fréquent. Sur les plantations à forte, à très forte pluviométrie c'est, en revanche, *E. kamerunicus* qui domine largement les autres espèces.

4. — Pouvoir pollinisateur des différentes espèces d'insectes pollinisateurs

Deux méthodes peuvent être utilisées pour tenter de mettre en évidence des variations entre le pouvoir pollinisateur des différentes espèces.

4.1. Grains de pollen véhiculés par les insectes

Les insectes sont prélevés sur une mousseline coiffant une inflorescence femelle en anthèse et mis individuellement dans de petits tubes en verre ; on dénombre ensuite, sous la loupe, le nombre de grains de pollen qui sont fixés sur le corps de chaque insecte.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau VII pour quelques unes des principales espèces.

Les signes positifs (+) signifient qu'un certain nombre d'individus portent un très grand nombre de grains de pollen. Par conséquent, le chiffre indiqué est en réalité sensiblement sous estimé. Ces chiffres confirment ceux obtenus par SYED (1967). Les mâles des deux espèces *E. plagiatus* et *E. kamerunicus* qui sont très proches d'un point de vue morphologique, sont les insectes qui véhiculent le plus grand nombre de grains de pollen en raison du fait que leur corps est hérissé de très nombreuses soies.

4.2. Pollinisation artificielle

Des adultes des différentes espèces sont prélevés sur les fleurs mâles et sont déposés sur des fleurs femelles en anthèse préalablement ensachées à l'aide d'un sac en toile ne

TABLEAU VII. — Nombre de grains de pollen portés par les insectes — (*Number of pollen grains carried by insects*)

| Espèces (Species) | Nombre moyen (mean number) | Nombre d'insectes observés (Number of insects observed) |
|-------------------------|-------------------------------|--|
| <i>Microporum</i> ♂ | 15 | 10 |
| <i>Microporum</i> ♀ | 6 | 10 |
| <i>E. plagiatus</i> ♂ | 30+ | 10 |
| <i>E. plagiatus</i> ♀ | 20+ | 9 |
| <i>E. kamerunicus</i> ♂ | 40+ | 5 |
| <i>E. kamerunicus</i> ♀ | 21+ | 4 |
| <i>E. subvittatus</i> † | 9 | 20 |
| <i>Atheta</i> | 4 | 20 |

laissant pas passer le pollen. Dans chaque essai il a été introduit environ 500 individus et il a été fait deux répétitions. Les résultats, résumés dans le tableau VIII, confirment le bon pouvoir pollinisateur des *E. plagiatus* et *kamerunicus* et les médiocres qualités en ce domaine de *E. subvittatus*.

Microporum, bien qu'il apparaisse être un médiocre porteur de pollen, semble assurer une assez bonne nouaison. A Madagascar où il est le seul insecte pollinisateur, il assure une nouaison inférieure à 50% (Mariau et Genty 1988). L'espèce voisine du genre *Mystrops* permet, dans certaines conditions, une excellente nouaison en Equateur (Genty et al. 1986).

II. — ETUDE DU TAUX DE NOUAISON

Les valeurs du taux de nouaison en pourcentages de fruits noués sont liées, d'une part au nombre de fleurs mâles par hectare et, d'autre part à la composition des populations d'insectes pollinisateurs.

Sauf dans certaines situations les conditions agroclimatiques qui existent dans les régions élaicoles sont telles, en Afrique, que le nombre de fleurs mâles en anthèse est tou-

TABLEAU VIII. — Taux de nouaison en fonction des espèces — (*Fruitset rates according to species*)

| Espèces (Species) | Taux de nouaison moyen (Mean fruitset rate) |
|--|---|
| <i>Atheta</i> | 17 % |
| <i>E. plagiatus</i> | 71 % |
| <i>E. kamerunicus</i> | 68 % (425 insectes en moyenne) (425 insect on average) |
| <i>E. subvittatus</i> | 32 % |
| <i>Microporum</i> | 52 % |
| Témoin (fécondation libre) (Control open pollination) | 52 % (5 répétitions) (5 replications) |

jours pléthorique. On estime, dans les conditions de la plantation d'Aek Kwasan en Indonésie, qu'une dizaine de ces fleurs, par hectare, de manière permanente est un nombre qui suffit pour assurer une pollinisation maximum. Celle-ci n'est alors plus liée qu'à la qualité des insectes pollinisateurs. Dans quelques régions au sol plus riche et à la pluviométrie très favorable, le pollen peut faire défaut au cours des deux premières années de production, surtout lorsqu'une castration a été pratiquée ; on sait qu'une telle pratique favorise l'apparition d'une fleur femelle. Cependant, même dans ces situations, le nombre de fleurs mâles devient suffisant dans un délai de 1 à 3 ans pour assurer une pollinisation convenable.

2.1. Variations du taux de nouaison

Comme on peut l'observer, par exemple au Cameroun, sur la station de La Dibamba (Fig.4), les taux de nouaison varient tout au long de l'année. On remarque qu'ils sont élevés en début d'année avec un maximum moyen au mois d'avril. Ils diminuent ensuite pour atteindre un minimum vers le mois d'août. Ils augmentent à nouveau à partir du mois de septembre.

L'importance du taux de nouaison sur un même site peut être très variable d'une année à l'autre. C'est ainsi que sur la station de La Mé, en Côte d'Ivoire, le taux de nouaison moyen a été de 70,6 en 1985 et seulement de 54,2 en 1986 avec un minimum de 40 % (Fig.5).

2.2. Taux de nouaison et pollinisateur

Comme on l'a déjà vu, *E. subvittatus* est un moins bon pollinisateur que *E. kamerunicus*. En établissant le rapport entre taux de nouaison et pourcentages de *E. subvittatus* dans une population donnée, on remarque que plus les populations sont riches en *E. subvittatus*, et par conséquent pauvres en *E. kamerunicus*, plus les taux de nouaison sont faibles (Fig.6).

Le tableau IX illustre également cette observation. Avec une population contenant 50 % de *E. kamerunicus*, le pourcentage de fruits noués est de 71 en moyenne. Par contre quand, dans le même site, on observe 50 % de *E. subvittatus*, le pourcentage de nouaison tombe à 45. Le total n'est pas égal à 100 dans la mesure où on n'a pas tenu compte des deux autres espèces moins importantes.

Enfin, comme on l'a vu, le taux de nouaison peut être extrêmement variable d'une inflorescence à l'autre dans un même site. Dans le tableau X on a classé les régimes selon leur taux de nouaison pendant une partie de l'année 88 sur la station de La Dibamba au Cameroun.

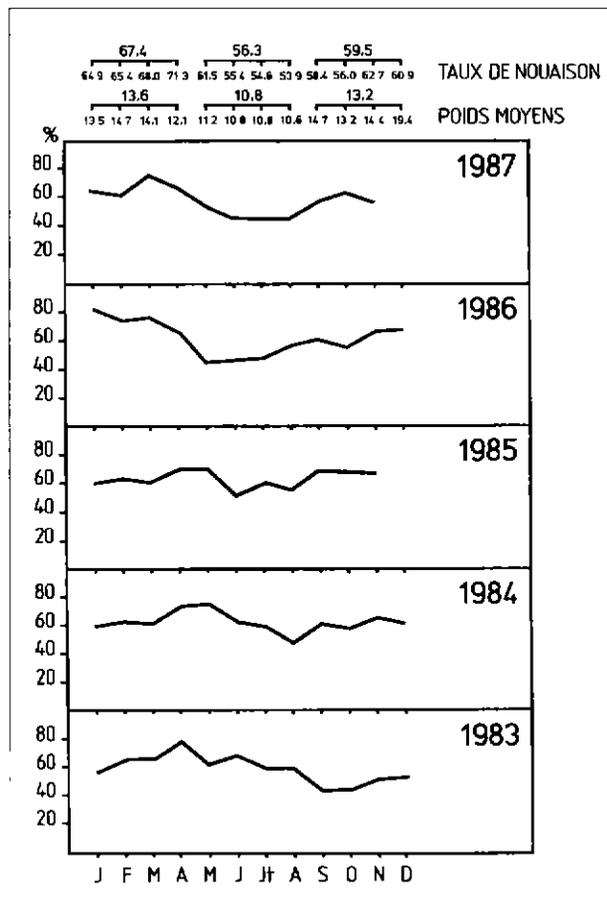


FIG. 4 — Taux de nouaison et poids moyen LDGP3 et LDGP12 - La Dibamba — (*Fruitset rates and MBW LDGP3 and LDGP12 - La Dibamba*)
1 = Taux de nouaison (*Fruitset rate*)
2 = Poids moyens (*MBW*)

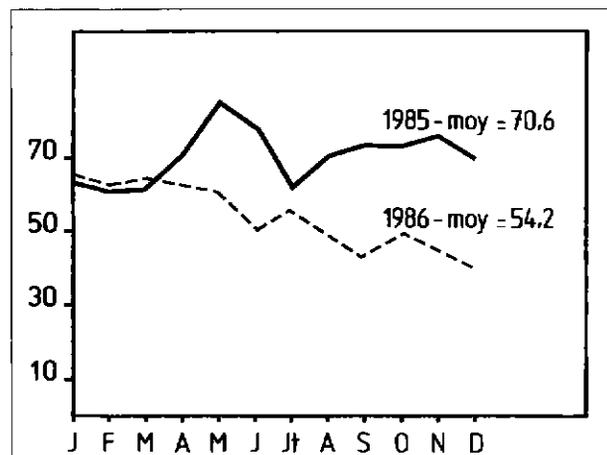


FIG. 5 — Taux de nouaison et poids moyen sur la station de La Mé en fonction de l'année — (*Fruitset rates at the La Mé station according to year*)

TABLEAU IX. — Taux de nouaison et composition des populations de *Elaeidobius* — (*Fruitset rates and Elaeidobius population composition*)

| % moyen de fruits noués (Mean fruitset %) | Composition de la population 6 mois avant (Population composition 6 months beforhand) | |
|--|--|-----------------------|
| | <i>E. subvittatus</i> | <i>E. kamerunicus</i> |
| 45 % | 48 % | 18 % |
| 71 % | 8 % | 54 % |

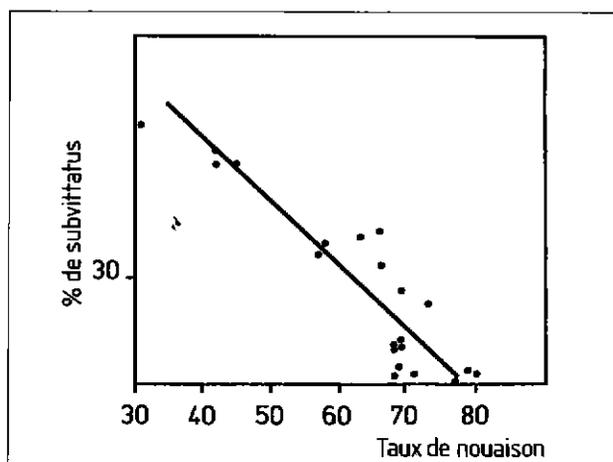


FIG. 6 — Taux de nouaison et population de *E. subvittatus* sur la station de Pobé — (Fruitset rates and *E. subvittatus* at the Pobé station)

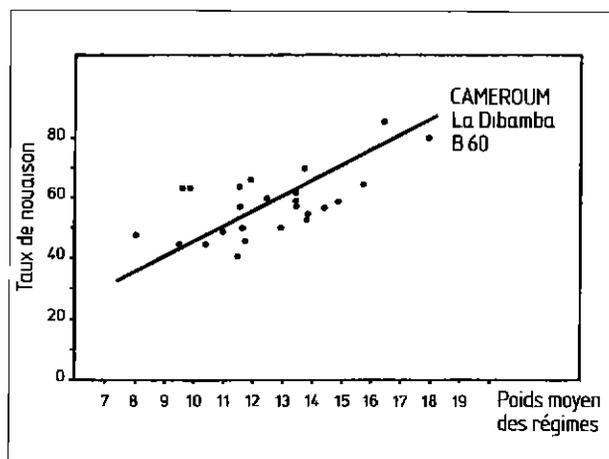


FIG. 7 — Evolution du P.M. en fonction du taux de nouaison — (Evolution of MBW according to fruitset rate)

A = Taux de nouaison (Fruitset rate)
B = Poids moyen de régimes (Mean bunche weight)

TABLEAU X. — Variation du taux de nouaison en % — (Variations in % fruitset rates)

| 10 - 20 | 21 - 30 | 31 - 40 | 41 - 50 | 51 - 60 | 61 - 70 | 71 - 80 | 81 - 90 | > 90 | Total |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|-------|
| 3 | 9 | 23 | 36 | 26 | 28 | 22 | 9 | 3 | 159 |

CONCLUSION

Le poids moyen (P.M.) des régimes est une composante importante de la production. Plus le taux de nouaison est important, plus le poids moyen du régime sera élevé (Fig.7). Dans une situation et pour un matériel végétal donné, le poids moyen sera d'une dizaine de kilos pour un taux de nouaison de l'ordre de 50 %. Lorsque le taux de nouaison est, par contre, supérieur à 70 %, le poids moyen devient supérieur à 15 kilos. La qualité des populations des insectes pollinisateurs sur laquelle on ne peut rien dans les pays d'origine a donc une influence directe sur le taux de nouaison et par conséquent sur la production.

Lorsqu'il s'est avéré nécessaire d'importer des insectes pollinisateurs dans les pays qui en étaient mal pourvus comme l'Indonésie ou la Malaisie ou totalement dépourvus comme la province de Sabah en Malaisie ou l'Oriente équa-

torien, le choix s'est porté sur *E. kamerunicus* qui, avec *E. plagiatus* est le meilleur pollinisateur. C'est ainsi que sur la plantation d'Aek Kwasan dans le Nord Sumatra, le pourcentage de fruits noués est passé de moins de 50 % avant l'introduction à 70-80 % après stabilisation des populations de *E. kamerunicus*. En Equateur, le taux de nouaison atteint des valeurs comparables là où la pollinisation manuelle eut été indispensable. Toutes choses étant égales par ailleurs, le poids moyen des régimes se trouve donc être meilleur dans ces pays que dans les pays africains d'origine.

Dans le domaine de la nouaison un autre phénomène est à prendre en considération. Les fleurs femelles peuvent être attaquées par deux espèces de Curculionidae du genre *Prosoestus* dont le rôle est en cours d'étude. Ces insectes qui se nourrissent des stigmates, du stype et même de l'ovaire peuvent entraîner dans certains cas une diminution du taux de nouaison (Alibert 1938).

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] DESMIER DE CHENON R. (1981). — New data on the entomophil pollination of oil palm in West Africa. (Rapport non publié)
- [3] GENTY P., GARZON A., LUCCHINI F. et DELVARE G. (1986). — Polinizacion entomófila de la palma africana en America tropical. *Oléagineux*, 41 (3), 99-112.
- [4] MARIAN D. et GENTY P. (1988). — Contribution de l'IRHO à l'étude des insectes pollinisateurs du palmier à huile en Afrique, Amérique du sud et Indonésie. *Oléagineux*, 43, (6), 233-240
- [5] SYED R.A. (1979). — Studies on oil palm pollination by insects. Bull. Ent. Res. 69, p.213-224.

SUMMARY

Oil palm pollinating insects and fruitset rates in West Africa

D. MARIAU, M. HOUSSOU, R. LECOUSTRE and B. NDIGUI, *Oléagineux*, 1991, 46, N° 2, p. 43-51.

Around twenty insect species live on oil palm flowers. Only four of them play an important role in pollination. They belong to the genus *Elaeidobius*. The biological characteristics of the various species are studied. They do not all have the same pollinating capabilities. Their populations vary markedly over space and time depending upon climatic factors. These qualitative variations lead to fluctuations in fruitset rate and, as a result, in mean bunch weight, hence production. Observations have been made on the Research Stations at la Mé in Côte-d'Ivoire, Pobé in Benin and la Dibamba in Cameroon.

RESUMEN

Insectos polinizadores de la palma aceitera y tasa de fructificación en el Africa occidental

D. MARIAU, M. HOUSSOU, R. LECOUSTRE y B. NDIGUI, *Oléagineux*, 1991, 46, N° 2, p. 43-51

Unas veinte especies de insectos se hallan estrechamente relacionadas con las flores de palma aceitera. Sólo cuatro de las mismas desempeñan un papel importante en la polinización. Estas pertenecen al género *Elaeidobius*. Se estudian las características biológicas de estas diversas especies. No todas tienen el mismo poder de polinización. Sus poblaciones experimentan amplias variaciones en el espacio y el tiempo bajo la influencia de condiciones climáticas. Estas variaciones cualitativas traen como consecuencia fluctuaciones de la tasa de fructificación, y por lo tanto del peso medio de racimos, y por consiguiente de la producción. Las observaciones se realizaron en las estaciones de investigaciones de la Mé, en Côte-d'Ivoire, Pobé en Benín, y La Dibamba en Camerún.

Oil palm pollinating insects and fruitset rates in West Africa(1)

D. MARIAU (2) - M. HOUSSOU (3) - R. LECOUSTRE (2) - B. NDIGUI (4)

Key words : Oil palm, pollinating insects, *elaeidobius*, fruitset rates, population dynamics

INTRODUCTION

At the start of the century, certain researchers believed that oil palm pollination was above all entomophilous. This idea was countered and the forgotten. Less than a decade ago, certain Malaysian growers again started to question the idea of anemophilous pollination. The poor fruitset rates observed at the time, which necessitated assisted pollination for the first ten years and, in certain situations, throughout the life of the oil palm, could not be entirely due to the lower numbers of male flowers than in Africa. The first observations set up in Cameroon made it possible to demonstrate for the second time, this time without any possible ambiguity, that insects played a decisive and essential role in pollen transfer (Syed, 1979).

It was then possible to reveal that twenty or so species depended on flowers or visited them (R. Desmier de Chenon, 1981), but that a much lower number played a significant role in pollination. This stems from the fact that whilst several species abound on male flowers, as do bees, they are much less active on female flowers. The species of Coleoptera Curculionidae belonging to the *Elaeidobius*

genus are entirely dependent on male oil palm flowers, but also visit female flowers.

I. — POLLINATING INSECTS

1. — Main biological characteristics of *Elaeidobius* genus species

The genus comprises 5 species, the four most important being :

— *E. kamerunicus* F. Adults are 3 to 4 mm long and dark, almost black. The male is markedly larger, and its wing cases, with small tubercles, have ciliated edges. The female has a longer rostrum than the male ;

— *E. plagiatus* F. is the same size as the previous species, and has the same sexual dimorphism. Adults are generally lighter in colour, reddish, with brownish-yellow feet ;

— *E. subvittatus* F. only measures 1.5 to 2 mm long, with a light brownish-red body with elongated, sometimes contiguous, patches on the thorax ;

— *E. singularis* F. The adult measures 2.5 to 3 mm. The body is brownish-yellow with an irregular patch on each wing case, the rostrum is arched.

(1) Communication presented to the conference for NIFOR 50th Anniversary 21-25th/11/89 - Benin city Nigeria

(2) IRHO/CIRAD Entomology Division, Montpellier (France)

(3) Station de Recherches sur le palmier à huile, Pobé (Benin).

(4) Agronomical Research Institute -(Cameroon)

These 4 species behave identically. The adults are attracted by the strong smell of aniseed emitted by the male flower during anthesis.

The females lay their eggs in the male flowers, of which there are about a thousand per spikelet, and hence 2 to 300 thousand per inflorescence. The flower is destroyed after pollen emission, which is not, therefore, affected. In order to feed, the adult digs its rostrum into soft tissue of the inflorescence and sucks out the sap. It leaves the flower, covered in pollen, and seeks out another inflorescence. The female flower emits the same, albeit more subtle : smell as the male flower. Hence, it also attracts *Elaeidobius* "which in principle have no reason to be on a female flower". "They quickly realize their mistake", but this takes a sufficiently long time for the pollen grains stuck to the body to pollinate a few flowers.

2. — Other insects

Amongst the other insects frequenting flowers, there are several species of Coleoptera from the nitidulidae family, the most important being *Microporum congolense* Grouvelle. This species eats pollen during its larval instars as well as when adult, and can be seen in large numbers on male flowers. However, it appears that it "makes much fewer mistakes" than *Elaeidobius* and is, as a result, less numerous on female flowers. Hence, *M. congolense* plays only a secondary role in oil palm pollination in Africa. However, it is responsible for most oil palm pollination in Madagascar, where the *Elaeidobius* genus does not exist (Marian and Genty, 1988). In south America, an insect from the same family, *Mystrops costaricensis* Gillogly, is responsible, either alone or with *E. subvittatus*, for most pollination.

Two species of Coleoptera staphylinidae, including *Atheta burgeoni* Bernhaver, are also observed in large numbers on male flowers, where they act as predators. They are relatively rare on female flowers, and thus play a negligible part in pollination.

3. — Behavioural studies

3.1. — Studies of activity

Studies were conducted of *Elaeidobius* activity on female flowers at the La Mé station in Côte-d'Ivoire throughout 1983 and 1984

Insect arrivals on female flowers during anthesis were observed in the following way : an inflorescence at the start of anthesis is covered with a muslin cage. For ten minutes per hour, the insects arriving on the cage are counted. Observation is continuous between 6 a.m. and 7 p.m. during the two days of anthesis. The results obtained are given in figure 1 and table II.

The inflorescence is much more attractive during Day 1. The largest number arrivals is seen between 9 a.m. and midday. After a sharp fall in the number of arrivals, there is another increase in the number of insects towards the end of the afternoon.

The number of individuals arriving on female flowers is extremely variable (Table III). On 101 inflorescences, mean arrival was 5,760 individuals, with a maximum of 20,412 and a minimum of 72. It is clear that the flowers which receive many insects will be better pollinated, and it will be seen later that there can be very significant differences in fruitset rates from bunch to another.

No relationship has yet been established between the number of arrivals and the climatology or situation of one female inflorescence compared with another. The number of arrivals can be the same in both the rainy and dry season. Similarly, the presence in the vicinity of a male inflorescence which is theoretically much more attractive to the insects, does not appear to influence the number of arrivals on a female inflorescence.

When sampling the insects present at a given time on a female inflorescence, only a few dozen individuals can be removed on average (Table IV), and almost 10 % of cases, there are no insects at all. This shows that the insects only stay on female flowers for a short time.

3.2. — Population dynamics

3.2.1. — Variations over time

The compositions of populations of various species was studied by taking periodic samples in male inflorescences. Each sample contained several hundred individuals, often more than a thousand. Such samples were taken on two sites in Côte-d'Ivoire (Fig.2) and one site in Benin (Fig.3) The results are expressed in percentages. For the sites in Côte-d'Ivoire, only the *E. subvittatus* and *E. plagiatus* species, by far the most numerous, were represented. Important variations in these species are observed throughout the year. In ge-

neral terms, it is during the long dry season that *E. subvittatus* populations are most numerous, whilst those of *E. plagiatus* and *E. kamerunicus* increase in the rainy season. The same goes for Benin, where *E. subvittatus* is largely dominated by *E. kamerunicus* and *E. plagiatus*, except during the driest months.

3.2.2. — Variations in space

In Benin, samples of several hundred insects were taken monthly for two years on male inflorescences during anthesis. Table V gives the mean percentages for the various species of *Elaeidobius* on the 2 sites in question.

Both parallel variations on the two sites from one year to another and variations from one site to another are observed. Site 1 has more *E. subvittatus*, whilst on site 2, *E. kamerunicus* is more abundant. Such differences are difficult to explain insofar as the two plantations, which are very close together, have very comparable climates.

There were more *E. kamerunicus* in 1985, which is all the more difficult to explain in that it was drier than 1984.

In Cameroon, on the other hand, where the mountain of the same name causes very significant climatic variations between sites, however close together, very marked differences in the composition of *Elaeidobius* populations are observed from one plantation to another. These differences can be related to the amount of rainfall, in accordance with previous comments (Table VI). Samples were taken simultaneously in the dry season (January 85).

On the Mondom site; with average rainfall and often a very marked dry season, *Elaeidobius* populations are comparable to those observed on the La Mé station in Côte-d'Ivoire. The *E. subvittatus* species is the most abundant, whilst *E. kamerunicus* is relatively rare. On the plantations with high to very high rainfall, on the other hand, it is *E. kamerunicus* which dominates the other species.

4. — Pollinating ability of the various species of pollinating insect

Two methods can be used when attempting to detect variations in the pollinating ability of different species.

4.1. — Pollen grains carried by insects

The insects are sampled on a piece of muslin covering a female inflorescence in anthesis, and placed individually in small glass tubes ; the number of pollen grains stuck to the body of each insect is then counted, under a magnifying glass.

The results obtained for some of the major species are given in table VII.

The plus signs (+) indicate that a certain number of individuals carry a very high number of pollen grains. Consequently, the figure given is in fact markedly underestimated. These figures confirm those obtained by Syed (1967). The males of the two species *E. plagiatus* and *E. kamerunicus*, which are very similar from a morphological point of view, carry the largest numbers of pollen grains, due to the fact their bodies are covered with many bristly hairs.

4.2. — Artificial pollination

Adults from the various species are sampled on male flowers and placed on female flowers in anthesis, previously covered with a canvas bag impervious to pollen. In each trial, about 500 individuals were introduced, and two replications were carried out. The results, summarized in table VIII, confirm the good pollinating ability of *E. plagiatus* and *E. kamerunicus*, and the poor ability of *E. subvittatus* in this respect.

Although it appears to be a mediocre pollen bearer, *Microporum* seems to ensure quite good fruitset. In Madagascar, where it is the only pollinating insect, it gives fruitset less than 50 % (Marian and Genty, 1988). A neighbouring species, the *Mystrops* genus, gives excellent fruitset under certain conditions in Ecuador (Genty *et al.*, 1984)

III. — STUDY OF FRUITSET RATES

Fruitset rate values in percentage terms are linked on the one hand to the number of male flowers per hectare, and on the other hand to the pollinating insect population composition.

With the exception of certain situations, the agroclimatic conditions in oil palm growing areas in Africa are such that the number of male flowers in anthesis is always superabundant. In the conditions prevailing on the Aek Kwasan Plantation in Indonesia, it is estimated that a dozen such flowers per hectare on a permanent basis would be

sufficient to ensure maximum pollination, in which case pollination would no longer be linked to pollinating insect quality. In certain regions with richer soil and very favourable rainfall, there may be a lack of pollen during the first two years of production, particularly when castration has been carried out, since this practice favours the emission of female flowers. However, even in such situations, the number of male flowers becomes sufficient to ensure satisfactory pollination within 1 to 3 years.

3.1. — Variations in fruitset rates

As can be seen on the La Dibamba Station in Cameroon, for example (Fig. 4), fruitset rates vary throughout the year. It is noted that rates are high at the start of the year, with the maximum usually in April. They then decrease, to reach a minimum around August, and increase again as of September.

Fruitset rates can vary considerably on a given site from one year to another. Hence on the La Mé Station, in Côte-d'Ivoire, the mean fruitset rate was 70.6 % in 1985, and only 54.2 % in 1986, with a minimum of 40 % (Fig. 5).

3.2. — Fruitset rates and pollinators

As already seen, *E. subvittatus* is a poorer pollinator than *E. kamerunicus*. When establishing the relationship between fruitset rates and percentages of *E. subvittatus* in a given population, it is seen that the more *E. subvittatus* there are in a given population (and hence the fewer *E. kamerunicus*), the lower the fruitset rate (Fig. 6).

Table IX also illustrates this observation. With a population containing 50 % *E. kamerunicus*, the fruitset rate is 71 % on average. However, when the population contains 50 % *E. subvittatus*, the fruitset rate falls to 45 %. The total does not equal 100 insofar as the other two, less important, species are not taken into account.

Lastly, as seen, fruitset rates can vary considerably from one inflorescence to another on the same site. Table X gives bunch classifi-

cations according to fruitset rates for part of 1988 on the La Dibamba Station in Cameroon.

CONCLUSION

Mean bunch weight (MBW) is an important production component: the higher the fruitset rate, the higher the mean bunch weight (Fig. 7). For a given situation and planting material, mean bunch weight will be around ten kilos for a fruitset rate of around 50 %. However, when the fruitset rate is more than 70 %, mean bunch weight exceeds 15 kg. The quality of pollinating insect populations, about which nothing can be done in the country of origin, thus has a direct influence on fruitset rates and, as a result, on production.

Where it has proved necessary to import pollinating insects in countries with inadequate populations, such as Indonesia or Malaysia, or totally lacking, such as Sabah Province in Malaysia and East Ecuador, *E. kamerunicus*, which, along with *E. plagiatus*, is the best pollinator, has been chosen. Hence on the Aek Kwasan Plantation in North Sumatra, the fruitset percentage increased from less than 50 % before introduction to 70-80 % once, *E. kamerunicus* populations became stable. In Ecuador, fruitset rates reach comparable values in areas where artificial pollination would have been essential. All other things being equal, mean bunch weight is thus better in these countries than in the countries of origin in Africa.

In the field of fruitset, there is another phenomenon to be taken into account. Female flowers can be attacked by two species of curculionidae from the *Prosoestus* genus: whose role is currently being studied. These insects, which feed on the stigmata, styles and even the ovaries, can in certain cases cause reduced fruitset rates (Alibert, 1938).