

# Vols migratoires et développement ovarien chez *Physopelta* spp. (Hemiptera : Largidae) en Côte d'Ivoire

Dominique DUVIARD  
Laboratoire d'Entomologie agricole,  
Centre ORSTOM d'Adiopodoumé  
B.P. 20, Abidjan (Côte d'Ivoire)

## RÉSUMÉ

Trois espèces de *Physopelta* ont été capturées à l'aide de pièges lumineux situés en quatre localités échelonnées du sud au nord de la Côte d'Ivoire.

L'examen des individus capturés montre que mâles comme femelles sont attirés par la lumière, mais le sex-ratio n'a pas la même valeur tout au long de l'année. La dissection de l'appareil reproducteur femelle montre que les individus capturés sont soit de jeunes femelles immatures, soit des femelles mûres ayant ou non commencé à pondre. Elles ne sont pas présentes simultanément. Les femelles sont peu fécondes : la première ponte est formée de 28 œufs le plus souvent.

Les vols migratoires nocturnes s'effectuent en deux temps chez *Physopelta* : à un premier vol, alimentaire, succède une phase de prise de nourriture pendant laquelle les oocytes parviennent à maturation ; les femelles ne volent alors pas ; ensuite le vol de ponte permet la découverte des sites d'oviposition.

L'activité de vol présente des variations importantes d'une localité à l'autre, et, pour une même station, au cours de l'année. Elle est probablement en partie sous la dépendance des conditions climatiques : les insectes volent surtout pendant les saisons chaudes et humides dont l'apparition annuelle dépend, pour une même localité, des déplacements du Front Inter Tropical.

## ABSTRACT

Three species of *Physopelta* have been caught using light traps situated in four localities from the south to the north of the Ivory Coast.

A study of the trapped specimens show that both males and females are attracted by light, but that the sex-ratio varies throughout the year. Dissection of the reproductive organs of the females showed the specimens to be either immature young females, or mature insects, having laid or not far from starting to lay. They are not caught simultaneously. The females are not very fecund : the first batch is usually of 28 eggs.

Two types of nocturnal migratory flights occur in *Physopelta* : an initial flight towards feeding sites is

followed by a flightless stage, during which the insects feed and mature their oocytes— afterwards occurs a return flight, towards breeding sites.

Flight activity varies greatly from one locality to another, and, in a given area, over the year. This depends probably partly on climatic factors : the bugs fly mainly during the warm, wet seasons, which annual apparition is linked to the seasonal displacements of the Inter Tropical Front.

## INTRODUCTION

La migration, comme la diapause, est un caractère remarquable de la biologie de certaines espèces d'insectes. La signification physiologique et écologique du phénomène migratoire commence à être mieux comprise et les récents travaux de JOHNSON (1969) et DINGLE (1972) soulignent l'existence d'un syndrome physiologique qui caractérise les individus migrants. Ceux-ci sont de jeunes adultes sexuellement immatures, dotés d'un pouvoir reproducteur potentiel élevé ; leur fonction essentielle est la colonisation de nouveaux habitats. Les modalités de la migration obéissent en outre à des facteurs exogènes précis.

Le cas du genre *Physopelta* (Largidae) diffère assez sensiblement de celui des Hétéroptères migrants connus (Belostomatidae, Corixidae, Lygaeidae, Pentatomidae, Pyrrhocoridae) ; en effet, la migration s'effectue en deux temps chez ces punaises : des gîtes larvaires vers les sites d'oogenèse d'abord, puis de ces derniers vers les sites d'oviposition, comme cela se produit habituellement chez les Melolonthidae et les Dynastinae (Coleoptera). Leur comportement migratoire les distingue donc très nettement de leur proche parent *Dysdercus*.

## LOCALITÉS ÉTUDIÉES ET MÉTHODE DE PIÈGEAGE

Le présent travail s'inscrit dans un ensemble de recherches portant sur le phénomène migratoire chez

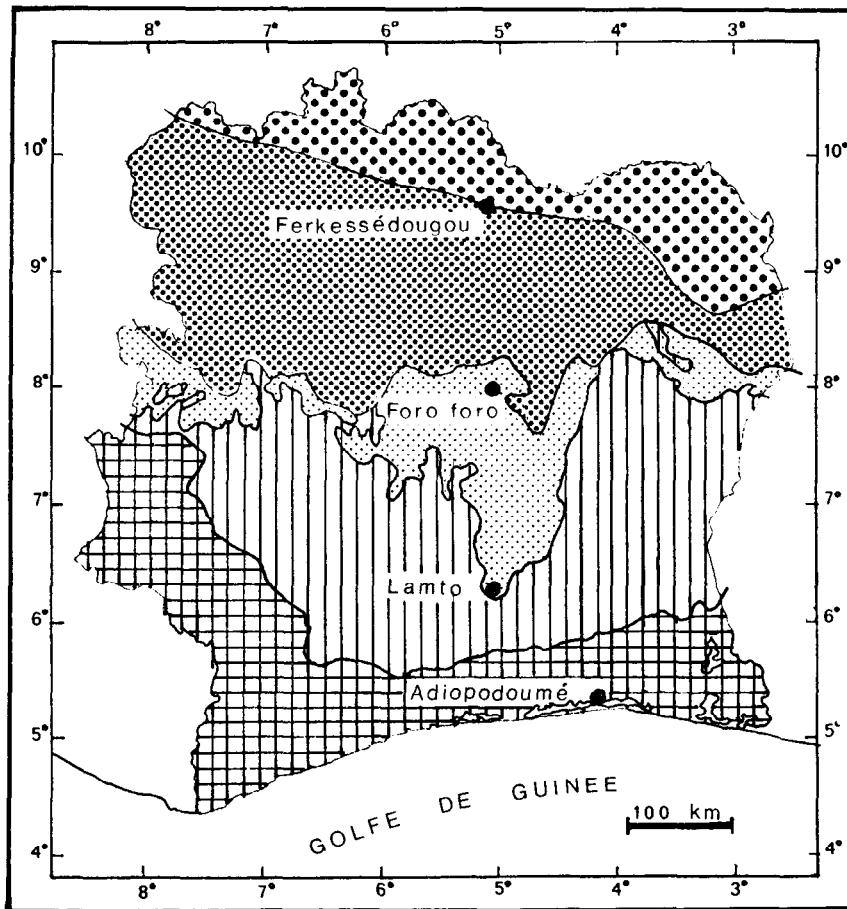


Fig. 1. — Situation des localités de piégeage en Côte d'Ivoire  
Du nord au sud :

- Surface en gros pointillé : savanes soudaniennes
- Surfaces en pointillé moyen : savanes sub-soudaniennes
- Surfaces en pointillé fin : savanes préforestières
- Surfaces hachurées : forêt dense humide semi-décidue
- Surfaces quadrillées : forêt dense humide sempervirente

D'après J.-L. GUILLAUMET, Carte de la Végétation (simplifiée), Atlas de Côte d'Ivoire

certaines Héteroptères d'Afrique occidentale (DUVIARD, 1972, 1973, 1974 a et b). SOUTHWOOD (1961), LESTON (1969), GIBBS & LESTON (1970) ont montré que les punaises du genre *Physopelta* étaient bien attirées par la lumière. Nous avons utilisé des pièges lumineux de type JERMY (voir DUVIARD, 1972). Quatre localités ont été prospectées pendant des durées de 13 à 41 mois. Ce sont (fig. 1) :

— Ferkessédougou (9° 35' N, 5° 14' O) ; savanes arborées ou boisées de type soudanien ; de janvier 1973 à janvier 1974.

— Foro-foro (7° 55' N, 5° 01' O) ; savanes arborées entrecoupées de forêts-galeries, caractérisées par un mélange des flores guinéennes et soudaniennes ; de septembre 1970 à janvier 1974.

— Lamto (6° 13' N, 5° 02' O) ; mosaïque forêt-savane ; de juillet 1972 à janvier 1974.

— Adiopodoumé (5° 19' N, 4° 08' O) ; forêt dense sempervirente ; d'avril 1972 à janvier 1974.

Dans les trois premières localités, le piégeage était effectué régulièrement deux nuits par semaines ; à Adiopodoumé, le piégeage avait lieu toutes les nuits. La description détaillée du protocole de piégeage et des localités prospectées est donnée dans un précédent travail (DUVIARD, 1974 b).

## RÉSULTATS

### LES ESPÈCES RECENSÉES

Trois espèces ont été récoltées. Elles appartiennent au genre *Physopelta* Amyot et Serville, 1843 :

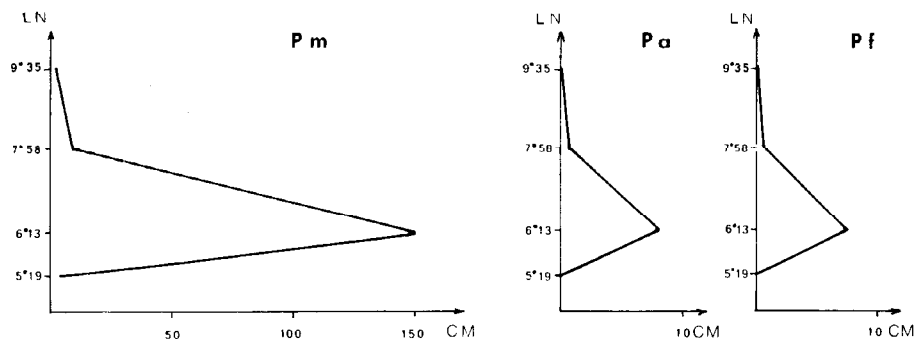


Fig. 2. — Répartition latitudinale des trois espèces de *Physopelta* au cours de la période février 1973-janvier 1974

— P m : *Physopelta melanoptera* ; P a : *P. analis* ; P f : *P. festiva*.  
 — L N : Latitude nord  
 — C M : Nombre moyen de captures par mois, ramenés à 2 nuits de piègeage hebdomadaires.

— *analis* Signoret, 1858,  
 — *festiva* Fabricius, 1803,  
 — *melanoptera* Distant, 1904.

LESTON (1969) donne une clé de détermination qui permet de reconnaître aisément ces trois espèces. GOLDING (1927) et LESTON (1969) indiquent que ces punaises se nourrissent essentiellement (sinon exclusivement) des fruits de l'Euphorbiacée *Mallotus oppositifolius* (Geisel.) Mull. Arg., sous-arbrisseau commun dans la forêt semi-décidue très secondarisée, dont TAYLOR (1960) fait d'ailleurs une espèce rudérale, caractéristique des milieux forestiers non stabilisés.

L'ensemble des pièges a permis la récolte de 112 *P. analis*, 208 *P. festiva* et 3 760 *P. melanoptera*. La distribution latitudinale des trois espèces est bien caractéristique (fig. 2) : les captures les plus nombreuses ont été réalisées à Lamto, dans la zone du contact forêt dense semi-décidue-savane. Les trois espèces y sont recensées, ainsi qu'au Foro-foro, mais seule *P. melanoptera* a été retrouvée à Ferkéssédougou et Adiopodoumé.

Les sexes sont inégalement représentés tout au long de l'année (fig. 3). Chez *P. melanoptera*, le rapport mâles/femelles n'est supérieur à 1 qu'en de rares moments, et oscille généralement autour de 0,7. Chez *P. analis*, ce rapport est presque toujours supérieur ou égal à 1. Cette dominance des mâles avait déjà été observée par LESTON (1969). Chez *P. festiva*, le nombre des mâles décroît régulièrement à partir de février (sex-ratio = 1) ; d'août à novembre, seules les femelles sont capturées, puis les mâles réapparaissent en nombre croissant.

#### LE DÉVELOPPEMENT OVARIEN DES FEMELLES CAPTURÉES

Depuis le travail de PLUOT (1970), l'anatomie des voies génitales des Pyrrhocoridae (*sensu lato*) est bien connue, et nous décrivons très brièvement les

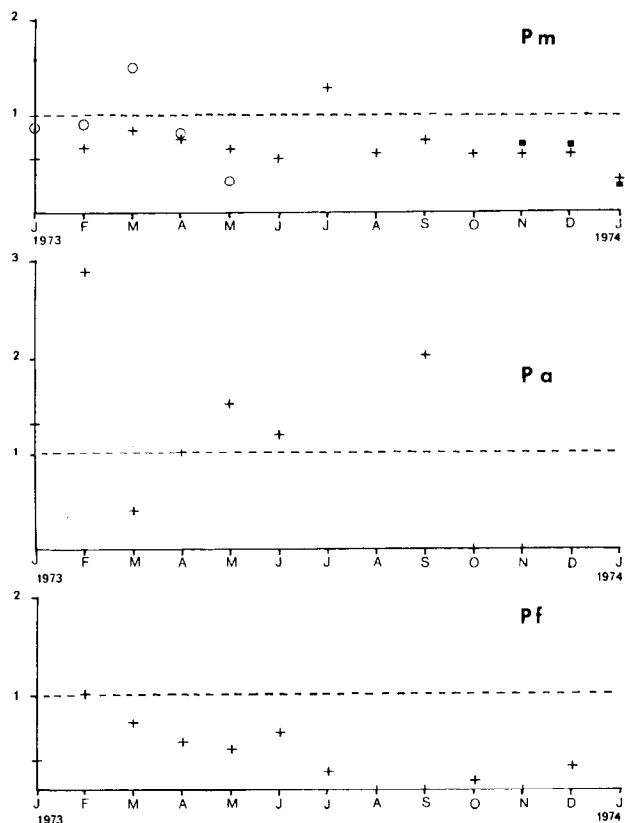


Fig. 3. — Evolution dans le temps de la valeur du rapport mâles/femelles pour

— P m : *Physopelta melanoptera* ;  
 — P a : *Physopelta analis* ;  
 — P f : *Physopelta festiva*

à :  
 — Lamto (croix) ; Foro foro (cercle) ; Adiopodoumé (carré)

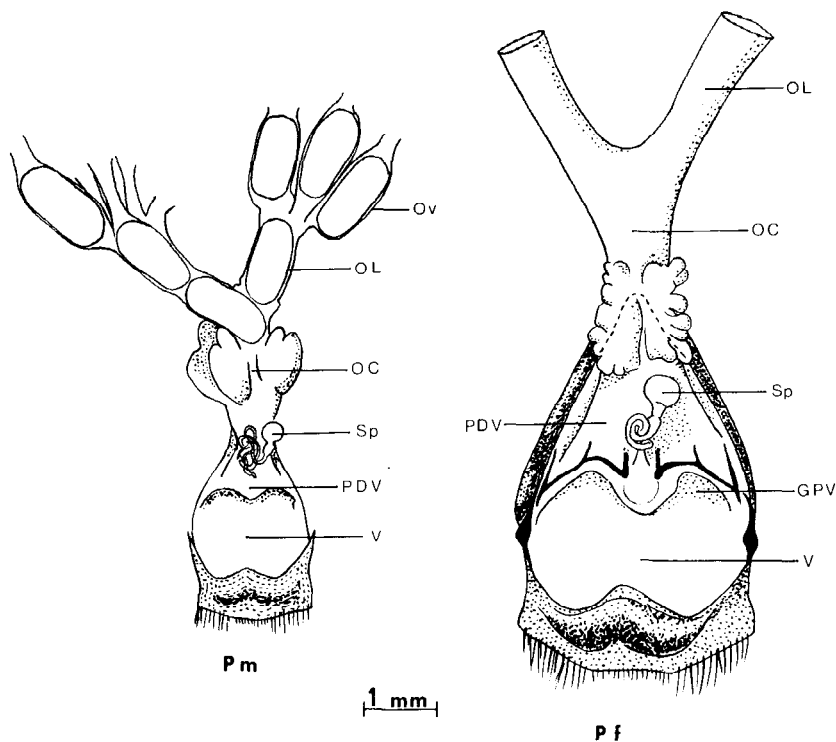


Fig. 4. — Voies génitales chez *Physopelta melanoptera* (P m) et *P. festiva* (P f)  
 OC : oviducte commun ; OL : oviducte latéral ; Ov : ovariole  
 V : vagin ; PDV : poche dorsale du vagin ; GPV : glande pariéto-vaginale  
 Sp : spermathèque

observations complémentaires que nous avons pu faire sur les femelles de *Physopelta*.

Le vagin (fig. 4) présente un aspect très comparable à celui de *Dysdercus*. Il s'en distingue cependant par un allongement ventral et antérieur dû à la forme particulière des gonaphyses VIII. Les côtés de la poche dorsale portent les glandes pariéto-vaginales. L'anneau sclérifié qui délimite ces dernières est surtout bien marqué chez *P. festiva*, restant peu visible chez les deux autres espèces. La spermathèque (fig. 5) s'insère sur la médiane dorsale du vagin. Le canal ne présente pas de diverticule et son diamètre est constant. Sa longueur et sa disposition sont caractéristiques de chacune des espèces. Chez *P. festiva*, le canal est relativement court, et présente une double spirale enroulée sur un plan. Chez *P. analis*, le canal s'allonge et présente deux doubles spires, enroulées approximativement sur un plan. Chez *P. melanoptera*, le canal est très long et présente un enchevêtrement complexe qui n'est plus, cette fois, disposé sur un plan. Bien entendu, le diamètre de la spermathèque et de son canal varie en fonction de la taille de l'espèce : chez *P. festiva*, qui mesure jusqu'à 15 mm de longueur, il est beaucoup plus grand que chez les

deux autres espèces, dont la taille ne dépasse pas 11 mm. La paroi de l'oviducte commun (fig. 4) présente, dans sa partie médiane, des renflements godronnés très caractéristiques ; ces diverticules sont situés latéralement ; leur forme est simple chez *P. analis* et *P. melanoptera*, tourmentée chez *P. festiva*. Les ovarioles (fig. 6), au nombre de 7, renferment généralement deux oocytes, plus rarement 3 ou davantage. La fécondité des femelles est sans doute relativement faible : les ovaires contiennent des couvées de 28 œufs, plus rarement 42 ; nous avons une fois observé 56 oocytes chez *P. festiva* (fig. 7).

La dissection sous binoculaire des femelles piégées permet de reconnaître trois étapes de développement ovarien (fig. 6) :

— *Stade A* : les ovarioles sont encore peu développées et présentent chacune un ou deux oocytes visibles, en début de maturation. La longueur moyenne de l'oocyte basal varie de 0,2 à 0,7 mm.

— *Stade C* : les ovarioles sont développées et présentent chacune 2 (parfois 3) oocytes mûrs, dont la longueur varie de 1,1 à 1,3 mm ; on observe souvent des oocytes engagés dans les oviductes latéraux et dans l'oviducte commun.

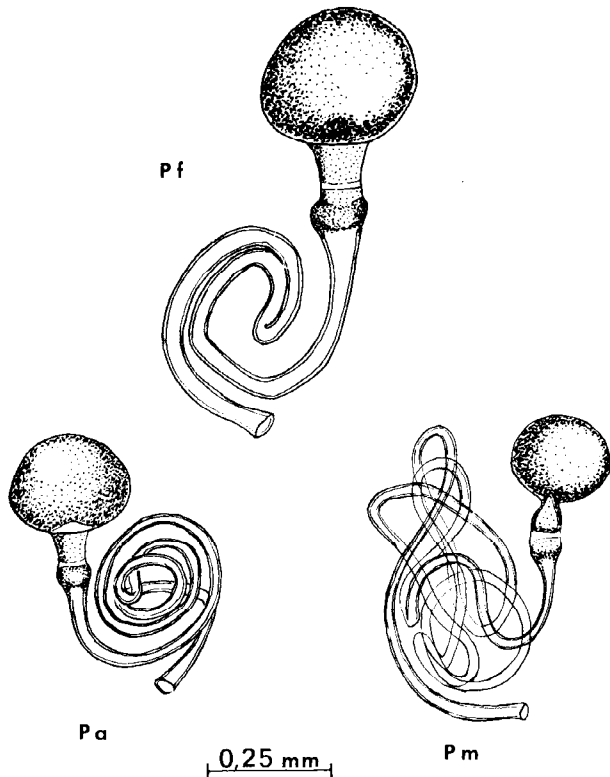


Fig. 5. — Spermatheques de *Physopelta festiva* (P f), *P. analis* (P a) et *P. melanoptera* (P m).

— *Stade D* : les ovarioles ne contiennent plus qu'un oocyte mûr, ou pas du tout, et une seconde couvée est en voie de maturation.

— Un *Stade B* : hypothétique, intermédiaire entre A et C, n'a jamais été observé chez les femelles capturées à la lumière.

L'état physiologique moyen de la population de femelles capturées à la lumière varie dans le temps. On rencontre toujours deux types de femelles capturées : les immatures sexuelles (A) et les femelles matures, n'ayant pas encore (C) ou ayant (D) commencé à pondre, qui se distinguent par le nombre des oocytes mûrs engagés dans les conduits génitaux.

Chez *P. melanoptera*, à Lamto, seule espèce assez nombreuse pour que l'état ovarien puisse être suivi dans le temps, des mesures de la taille moyenne de l'ovule basal ont été effectuées chez quatre séries de 33 femelles capturées les 19 octobre 1972, 2 novembre 1972, 27 novembre 1972 et 4 janvier 1973 (fig. 8). On voit que le nombre de femelles sexuellement immatures (oocytes de 0,2 à 0,7 mm, stade A) diminue régulièrement d'octobre à fin novembre, tandis que celui des femelles matures (oocytes de 1,1 à 1,4 mm, stades C et D) augmente corrélativement, de même que le nombre de femelles en train de pondre (oocytes

présents dans l'oviducte commun). En janvier, la situation est redevenue analogue à celle de fin novembre.

Chez *P. festiva*, à Lamto, l'ensemble des données de septembre à décembre 1973 est regroupé dans la figure 9 qui montre également la séparation très nette qui existe entre femelles immatures et femelles matures. Comme chez *P. melanoptera*, les stades intermédiaires de maturation ovarienne ne sont pas observés chez les femelles capturées à la lumière.

#### LES PÉRIODES DE VOL

Dans les quatre localités où nous avons effectué nos piégeages, les fluctuations saisonnières de captures varient grandement, dans le temps comme dans l'espace (fig. 10).

À Lamto, où les captures sont nettement plus abondantes que dans les autres localités, *P. melanoptera* et *P. festiva* sont capturées toute l'année, avec des pics plus marqués d'octobre à décembre et de mars à mai, le creux le plus accentué se situant entre juillet et septembre ; *P. analis* n'est pas capturée du tout au cours de cette dernière période. *P. melanoptera* est de plus capturée à Adiopodoumé d'octobre à janvier, puis en avril-mai ; au Foro-foro en octobre-novembre, puis entre février et mai et en juillet-août ; à Ferkessedougou, épisodiquement entre avril et octobre.

Les seules indications que nous possédions sur les horaires d'activité de ces insectes concernent *P. melanoptera*, au Foro-foro. Elles ont été recueillies lors de l'utilisation d'un piège lumineux à sélection horaire des captures (voir description et protocole d'utilisation de l'appareil in DUVIARD, 1973 et 1974 a). Les 72 insectes capturés l'ont été au cours de 20 nuits de piégeage s'étalant entre le 6 octobre 1971 et le 3 mai 1972 : 28% des insectes ont été capturés entre 18 h 30 et 20 h 30 ; 44,5% entre 20 h 30 et 22 h 30 ; 12,5% entre 22 h 30 et 00 h 30 ; 7% entre 00 h 30 et 02 h 30 ; 8% enfin entre 02 h 30 et 04 h 30. En raison du faible nombre de captures, au cours d'une période présentant une succession de phases climatiques très contrastées (DUVIARD, 1973), il nous a semblé peu réaliste de rechercher d'éventuelles corrélations avec les facteurs climatiques.

#### DISCUSSION

Les trois espèces éburnéennes de *Physopelta* sont bien capturées par les pièges lumineux, mais le sex-ratio se présente en faveur des femelles chez *P. melanoptera* et *P. festiva*, en faveur des mâles chez *P. analis*. L'examen de l'appareil reproducteur des femelles montre que celles-ci sont soit sexuellement immatures, soit prêtes à pondre ou ayant déjà commencé à pondre. Des femelles en cours de maturation ovarienne ne sont jamais capturées au piège lumineux. L'hypothèse la plus vraisemblable qui peut être formulée

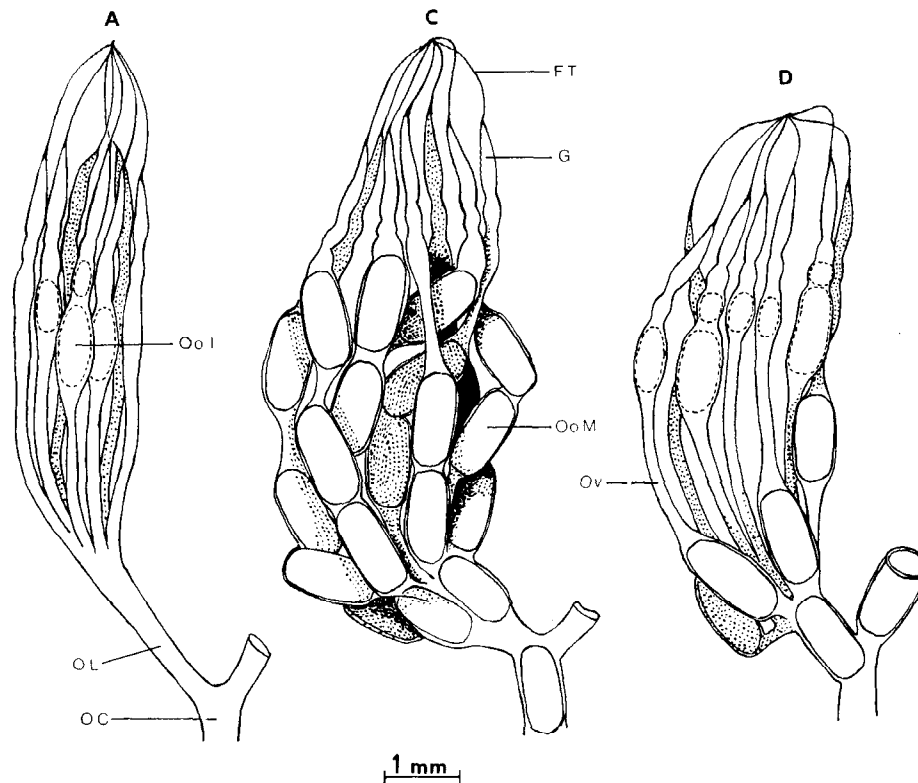


Fig. 6. — Ovaires gauches de *Physopelta melanoptera* à divers stades de développement

A, C, D : stades de développement ovarien (voir texte)  
 OL, OC, Ov : comme figure 4  
 FT : filament terminal ; G : germarium  
 Oo I : oocyte immature ; Oo M : oocyte mûr.

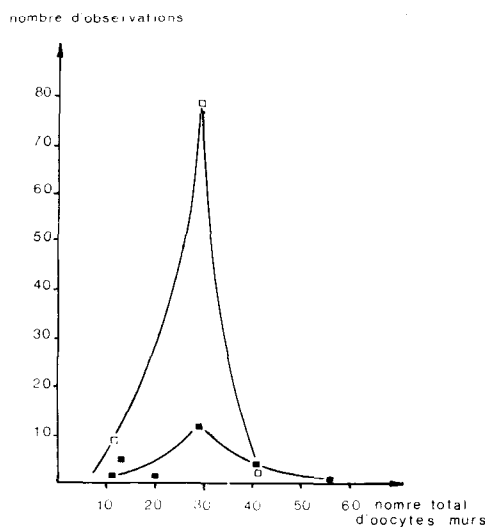


Fig. 7. — Nombre d'oocytes murs observés dans les conduits génitaux de femelles de *Physopelta melanoptera* (carrés blancs) et de *P. festiva* (carrés noirs)

pour expliquer ces observations est que ces insectes sont capturés au cours de leurs vols migratoires. De plus, la migration doit s'effectuer en deux temps : émigration et retour par les mêmes adultes à vie relativement courte au cours d'une même saison ; c'est la migration de Classe II décrite par JOHNSON (1969). Les jeunes adultes sexuellement immatures effectuent un premier vol, dit *vol alimentaire*, qui assure la dispersion de l'espèce et la colonisation de nouveaux biotopes où se rencontrent leurs plantes-hôtes. Les insectes s'alimentent alors et ceci déclenche probablement, comme chez *Dysdercus*, la maturation ovarienne. Celle-ci accomplie, les femelles s'envolent à nouveau, et effectuent un second vol, dit *vol de ponte*, qui les mène vers d'autres sites, identiques à ceux dont elles sont issues. Elles pondent alors, et une seconde couvée d'œufs commence sa maturation.

Ce type de migration, bien connu chez les Coléoptères Scarabeides, comme *Melolontha vulgaris* L. (SCHEINER, 1952 a et b) ; COUTURIER & ROBERT, 1955, 1956) ou *Heteroligus meles* (Billb.) (GREGORY, 1963 ; AJIBOLA TAYLOR, 1964 ; REMILLET, 1973) ne semble pas avoir été décrit chez les Héteroptères. Parmi ceux-ci, les *Dysdercus* fréquentent les mêmes

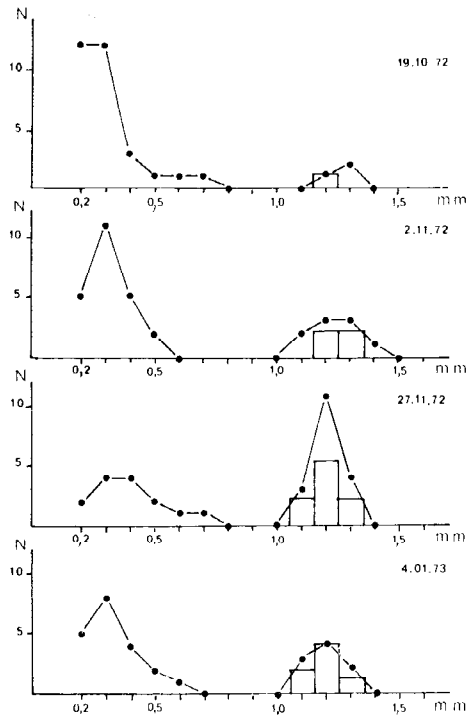


Fig. 8. — Etat ovarien de quatre populations de 33 femelles de *Physopelta melanoptera*, capturées à la lumière, à Lamto. A chaque date de piégeage correspond un graphique

- Courbe : variations de la taille moyenne des oocytes basaux ; N : nombre d'observations ; plus grand diamètre de l'oocyte, en mm.
- Histogramme : présence d'oocytes mûrs dans l'oviducte commun ; N : nombre d'observations ; plus grand diamètre de l'oocyte, en mm.

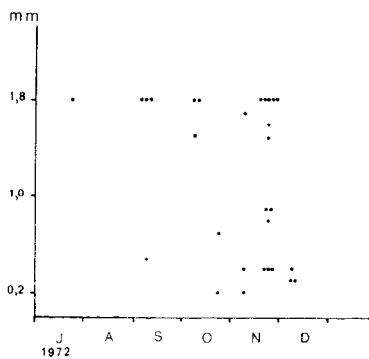


Fig. 9. — Etat ovarien de l'ensemble des femelles de *Physopelta festiva* capturées à la lumière à Lamto, au cours des six derniers mois de 1972. Les captures sont regroupées par quinzaines. En ordonnée : plus grand diamètre moyen des oocytes basaux, en mm

milieux, pendant certaines périodes de l'année au moins (DUVIARD, 1974 b), tout en ayant des plantes-hôtes différentes. Mais si certains aspects de leur biologie et de leur écologie semblent comparables : aggrégation de prise de nourriture (GOLDING, 1927 ; LESTON, 1969 ; YOUDEOWEI, 1966), vols migratoires saisonniers liés aux déplacements du Front Inter Tropical (LESTON, 1969 ; DUVIARD, 1972, 1973, 1974 b et ci-dessous ; BOWDEN, 1973), l'évolution de la stratégie migratoire semble avoir pris des voies différentes chez *Physopelta* et *Dysdercus*.

Chez *Dysdercus* (DINGLE, 1972 ; DINGLE & ARORA, 1973 ; DUVIARD, *op. cit.* ; ODHIAMBO & ARORA, 1973), les vols migratoires permettent le déplacement, sur des distances souvent très longues, de jeunes adultes au pouvoir de reproduction très élevé. Mais, et ceci est particulièrement le cas de *D. voelkeri*, un mode de vie nomade, qui seul permet l'exploitation de toutes les possibilités des milieux colonisés, où les ressources alimentaires sont dispersées et ne sont pas disponibles partout simultanément, est rendu nécessaire par la très vaste aire géographique de l'espèce, et s'accompagne d'une perte considérable d'individus au cours des déplacements. Chez *Physopelta*, au contraire, l'espèce est liée à une plante unique vivant dans un type bien particulier de végétation. Les longs voyages ne sont pas indispensables pour assurer la survie de l'espèce, mais c'est plutôt la possibilité de déplacements constants qui permet une meilleure exploitation d'une alimentation offerte en permanence.

Chez *Dysdercus*, les adultes volent jusqu'à la découverte d'une source de nourriture adéquate, et l'histolyse des muscles alaires consécutive à la prise de nourriture (EDWARDS, 1969 a et b, 1970) les oblige à exploiter totalement le site découvert en y établissant leur progéniture. Chez *Physopelta*, les adultes ne semblent jamais perdre la possibilité de voler et peuvent ainsi exploiter continuellement une même zone, favorable à longueur d'année, mais où l'alimentation n'est pas disponible en quantité considérable. Leur fécondité, faible par rapport à celle de *Dysdercus*, ne leur assurerait pas les puissantes explosions démographiques enregistrées chez ces Pyrrhocorides. Corrélativement, l'individu a plus d'importance chez *Physopelta* que chez *Dysdercus* pour assurer la survie de l'espèce, et la nécessité est plus grande, pour une femelle, de mener à bien la migration.

C'est à Tafo, Ghana (6° 13' N, 0° 22' O), qu'ont été réalisées les premières observations relatives aux périodes de vol des *Physopelta* (LESTON, 1969 ; GIBBS & LESTON, 1970). Dans cette localité de la zone forestière semi-décidue, le paysage végétal est constitué de plantations de cacao sous ombrage forestier (« Ghana cocoa farm »). *Mallotus oppositifolius* est particulièrement abondant dans ces milieux. Les vols les plus importants ont lieu au cours des intersaisons (périodes de transition entre saison des pluies et saison sèche, et *vice versa* ; ELGIN, 1971 ; DUVIARD, 1974 b), au climat humide, ensoleillé et chaud.

En Côte d'Ivoire, l'importance relative des espèces est très différente de celle mise en évidence à Tafo. Ici c'est *P. analis* qui est la plus abondante, et *P. mela-*

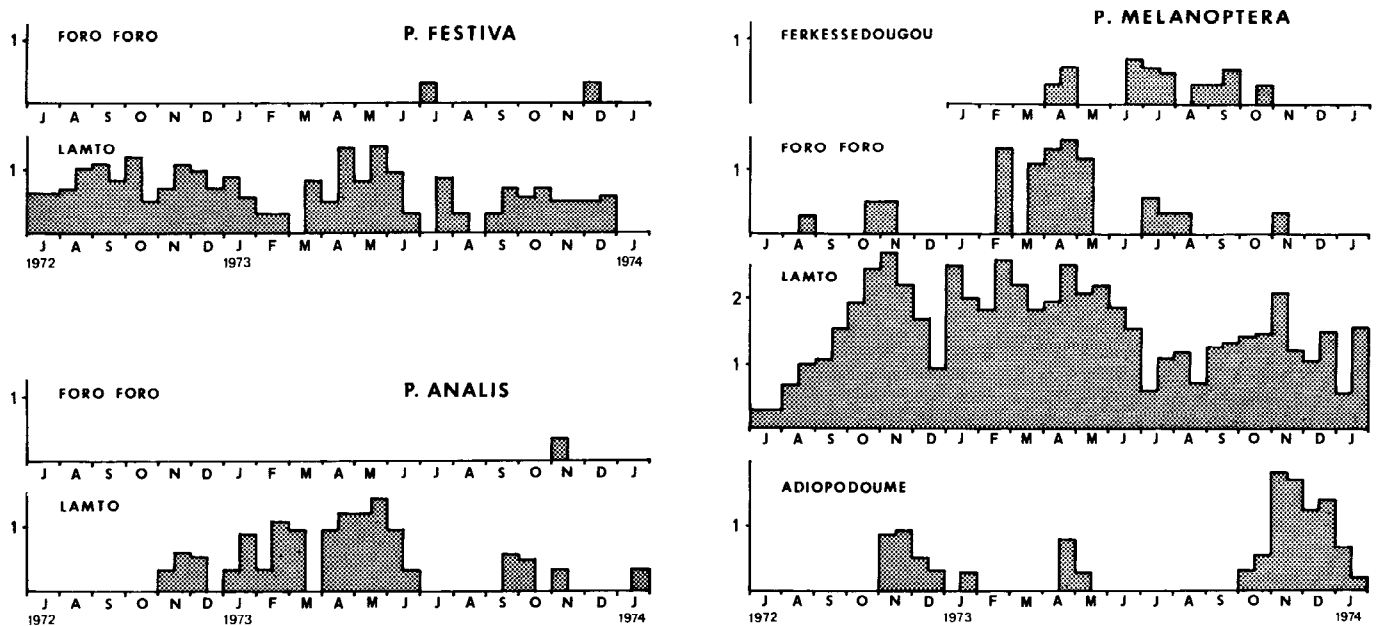


Fig. 10. — Captures bihebdomadaires des trois espèces de *Physopelta* dans les quatre localités étudiées. Les histogrammes sont construits en utilisant le Log (n+1) des effectifs de captures (échelle de 0 à 2)

*noptera* la moins nombreuse dans les captures, alors que là c'est rigoureusement l'inverse qui est observé. Un tel phénomène a déjà été observé en ce qui concerne les Belostomatides (BOWDEN, 1964 ; DUVIARD, 1974 a). Comme au Ghana, l'activité de vol est importante pendant les périodes au climat chaud, humide et ensoleillé ; c'est ce qui explique les différences phénologiques entre les différentes localités. En effet, ces conditions climatiques ne sont pas réalisées partout simultanément, mais dépendent de la position du Front Inter Tropical par rapport à la localité (cet aspect est largement développé dans un autre article ; DUVIARD, 1974 b). Enfin, la plus ou moins grande abondance des espèces dépend très probablement de l'abondance de leur plante-hôte. Dans les forêts-galeriers de Lamto, *Mallotus oppositifolius* est très abondant. A Adiopodoumé, la plante est relativement rare dans la forêt secondaire et les vieilles palmeraies du centre de recherches ; au Foro-foro, on la trouve dans les forêts semi-décidues (galeriers ou « de plateau ») dont l'importance est bien moindre qu'à Lamto. Dans la région de Ferkéssédougou, les milieux où vit cette plante sont presque totalement absents, les seuls lambeaux de forêt semi-décidue étant constitués par les « bois sacrés ».

Il serait intéressant d'approfondir, au laboratoire, les conditions physiologiques qui règlent migration et reproduction chez ces insectes dont l'élevage n'a pu, jusqu'à présent, être réalisé.

#### REMERCIEMENTS

Le présent travail n'aurait pas été possible sans l'aide de R. VUATTOUX, Institut d'Ecologie Tropicale de l'Université d'Abidjan, qui a bien voulu se charger du piégeage à Lamto, ni sans celle de M. GRAMAIN, Institut de Recherches du Coton et des Textiles exotiques, qui a effectué le piégeage à Ferkéssédougou. Je les en remercie bien vivement.

Manuscrit reçu au S.C.D. de l'ORSTOM, le 26 février 1975.

#### BIBLIOGRAPHIE

- AJIBOLA TAYLOR (T.) — 1964 — Studies on the Nigerian Yam Beetles. II. Bionomics and control. *J. West Afr. Sci. Ass.*, 9 : 13-31.
- BOWDEN (J.) — 1964 — The relation of activity of two species of Belostomatidae to rainfall and moonlight in Ghana (Hemiptera : Heteroptera). *J. ent. Soc. Sth. Afr.*, 26 : 291-301.
- BOWDEN (J.) — 1973 — Migration of pests in the Tropics. Mededelingen Fakulteit Landbouwwetenschappen, Gent, 38 : 785-796.



- COUTURIER (A.) & ROBERT (P.) - 1955 - Recherches sur le comportement du Hanneton commun (*Melolontha melolontha* L.) au cours de sa vie aérienne. *Annls Epiphyt.*, 6 : 19-60.
- COUTURIER (A.) & ROBERT (P.) - 1956 - Orientation « astronomique » et déterminisme de la direction des grands vols chez *Melolontha melolontha* L. (Col. Scarabeidae). *C.R. hebdom. Séanc. Acad. Sci.*, Paris : 242, 3121-4.
- DINGLE (H.) - 1972 - Migration strategies of insects. *Science*, 175 : 1327-1375.
- DINGLE (H.) & ARORA (G.) - 1973 - Experimental studies of Migration in Bugs of the genus *Dysdercus*. *Ecologia* (Berl.), 12 : 119-140.
- DUVIARD (D.) - 1972 - Les vols migratoires de *Dysdercus voelkeri* Schmidt (Hemiptera : Pyrrhocoridae) en Côte d'Ivoire. I. Le rythme endogène fondamental. *Coton et Fibres tropicales*, 27 : 4 : 379-388.
- DUVIARD (D.) - 1973 - Les vols migratoires de *Dysdercus voelkeri* Schmidt (Hemiptera : Pyrrhocoridae) en Côte d'Ivoire. II. Les rythmes exogènes. *Coton et Fibres tropicales*, 28 : 2 : 239-252.
- DUVIARD (D.) - 1974 - Flight activity of Belostomatidae in Central Ivory Coast. *Ecologia* (Berl.), 15 : 321-328.
- DUVIARD (D.) - 1974 - Migrations of *Dysdercus* spp. (Hemiptera : Pyrrhocoridae) and the movements of the Inter Tropical Convergence Zone in West Africa. *In press*.
- EDWARDS (F. J.) - 1969 - Development and histolysis of the indirect flight muscles in *Dysdercus intermedius*. *J. Insect Physiol.*, 15 : 1591-1599.
- EDWARDS (F. J.) - 1969 - Environmental control of flight muscle histolysis in the bug *Dysdercus intermedius*. *J. Insect Physiol.*, 15 : 2013-2020.
- EDWARDS (F. J.) - 1970 - Endocrine control of flight muscle histolysis in *Dysdercus intermedius*. *J. Insect Physiol.*, 16 : 2027-2031.
- GIBBS (D. G.) & LESTON (D.) - 1970 - Insect phenology in a forest cocoa-farm locality in West Africa. *J. appl. Ecol.*, 7 : 519-548.
- GOLDING (F. D.) - 1927 - Notes on the food plants and habits of some southern Nigerian insects. *Bull. ent. Res.*, 18 : 95-99.
- GREGORY (J. L.) - 1963 - Observations on Yams attacked by the Yam Beetle *Heteroligus meles* (Billb.) (Col. Dynastinae). *Bull. ent. Res.*, 54 : 433-459.
- JOHNSON (C. G.) - 1969 - Migration and Dispersal of Insects by Flight. Methuen & Co, London, 763 p.
- LESTON (D.) - 1969 - Heteroptera of Ghana : Largidae. *Ent. mon. magazine*, 104 : 225-227.
- ODHIAMBO (T. R.) & ARORA (G. K.) - 1973 - A comparative study of oocyte development in cotton stainers (*Dysdercus* spp., Pyrrhocoridae) and the factors that control egg production. *Ent. exp. and appl.*, 16 : 455-470.
- PLUOT (D.) - 1970 - La permathèque et les voies génitales femelles des Pyrrhocoridés (Hemiptera). *Ann. Soc. ent. Fr. (N. S.)*, 6 : 4 : 777-807.
- REMILLET (M.) - 1973 - Bionomie et écologie de *Heteroligus meles* Rillberg (Coléoptère Dynastinae), un ravageur des Dioscoreaceae en Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 18 : 45-56.
- SCHNEIDER (F.) - 1952 - Auftreten und Ovarialentwicklung der Maikäfer *Melolontha vulgaris* E., *M. hippocastani* F. und *M. hippocastani* v. *nigripes* Com. an der alpinen Verbreitungsgrenze im Hinterrheintal. *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, 25 : 111-130.
- SCHNEIDER (F.) - 1952 - Untersuchungen über die optische Orientierung der Maikäfer (*Melolontha vulgaris* F. und *M. hippocastani* F.) sowie über die Entstehung von Schwärmbahnen und Befallskonzentrationen. *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, 25 : 269-340.
- SOUTHWOOD (T. R. E.) - 1961 - Note on light-trap catches of Heteroptera made in the Tropics. *Entomologist's mon. Mag.*, 96 : 114-117.
- TAYLOR (C. J.) - 1960 - Synecology and Sylviculture in Ghana. Nelson, Edinburgh.
- YOUDEOWEI (A.) - 1966 - Laboratory studies on the aggregation of feeding *Dysdercus intermedius* Distant (Heteroptera : Pyrrhocoridae). *Proc. R. ent. Soc. Lond. (A)*, 41 : 45-50.