

Les heures d'activité de vol des adultes
du complexe *Simulium damnosum*
en secteur pré-forestier
de Côte d'Ivoire ⁽¹⁾

Christian BELLEC ⁽²⁾, Georges HÉBRARD ⁽³⁾

Résumé

Les rythmes journaliers d'activité de vol au-dessus des gîtes préimaginaux, des adultes néonates, des mâles, des femelles à jeûn et des femelles gravides de trois espèces du complexe *S. damnosum* (*S. damnosum* s.s., *S. sirbanum*, et probablement *S. soubrense*) et leurs facteurs de variation ont été établis, en secteur pré-forestier de Côte d'Ivoire, par des récoltes faites par piégeage au moyen de plaques d'aluminium engluées.

— Les adultes néonates sont récoltés essentiellement au lever du jour et en fin d'après-midi selon deux pics d'activité dont l'importance relative respective est variable selon le mois de l'année. Cette modification du cycle a été interprétée comme une manifestation chronobiologique faisant intervenir la durée du développement préimaginal qui détermine les heures de nymphose, et l'intensité lumineuse qui, une fois le développement post-embryonnaire achevé, délimite en deux périodes distinctes l'activité d'émergence.

— L'activité des femelles à jeûn et des mâles est différente selon les saisons, de type bimodal en saison sèche et unimodal en saison des pluies ; elle est influencée par la température de l'air.

— Le vol des femelles gravides se manifeste, en toute saison, 30 à 90 minutes avant le crépuscule ; cette activité est déclenchée par la baisse de la luminosité.

Aucune différence notable dans les heures d'activité n'a été observée entre les espèces d'affinité savanicole (*S. damnosum*/*S. sirbanum*) et forestière (*S. soubrense*).

Mots-clés : Complexe *Simulium damnosum* — Activité de vol — Piégeage — Côte d'Ivoire.

Summary

THE DAILY FLIGHT ACTIVITY OF *Simulium damnosum* COMPLEX ADULTS IN THE PRE-FORESTED AREA OF IVORY COAST. The daily flight activity above the breeding places of newly emerged adults, males, ungravid and gravid females of three species, *S. damnosum* s.s./*S. sirbanum* and *S. soubrense* (probably) belonging to the *Simulium damnosum* complex and their variation factors have been defined in a pre-forested area in Ivory Coast, by trapping with sticky aluminium traps.

— Newly emerged adults have mainly been caught at dawn and in late afternoon in two peaks. The relative importance of each peak varies according to the month of the year. This modification was interpreted as a chronological phenomenon. It depends (i) on the preimaginal development delay that influences the pupation time and (ii) the light intensity that determines two main periods for daily emergence.

(1) Ce travail a bénéficié d'une subvention de l'Organisation Mondiale de la Santé et a été réalisé à l'Institut de Recherches sur la Trypanosomiase et l'Onchocercose (I.R.T.O.), B.P. 1500, Bouaké, Côte d'Ivoire, dans le cadre des accords O.C.C.G.E./O.R.S.T.O.M.

(2) Entomologiste médical O.R.S.T.O.M., adresse ci-dessus.

(3) Technicien d'entomologie médicale O.R.S.T.O.M., adresse ci-dessus.

— *The activity of ungravid females and males is different between seasons, of bimodal type in dry season and unimodal form in wet season. They are mainly influenced by air temperature.*

— *The flight of gravid females occurs at every season, 30 to 90 minutes before dusk; these activities depend essentially upon decreasing light.*

No noticeable differences in daily activity have been observed between savanna species (S. damnosum s.s./S. sirbanum) and forest species (S. soubrense).

Key words : *Simulium damnosum* complex — Daily activity — Trapping methods — Ivory Coast.

1. Introduction

En dehors des horaires de piqûres des femelles, les rythmes journaliers d'activité des adultes du complexe *Simulium damnosum* n'ont fait l'objet que d'observations souvent fragmentaires effectuées dans des régions bioclimatiques différentes. L'activité des adultes, notamment des néonates, des mâles, des femelles gravides, reste mal connue.

La diversité des catégories physiologiques d'adultes récoltés sur les plaques d'aluminium engluées (Bellec, 1976) a permis de préciser les rythmes d'activité journaliers des adultes de plusieurs espèces du complexe *S. damnosum* lorsqu'ils se déplacent au-dessus des gîtes préimaginaux. Cette étude se justifie par le besoin d'une connaissance exhaustive de la biologie et de l'écologie des différentes espèces ainsi que par la nécessité de définir les heures de piégeage les plus rentables pour la récolte de matériel biologique ou pour une évaluation entomologique d'un programme expérimental de lutte contre les vecteurs de l'onchocercose.

2. Localisation de la station d'étude

Les études se sont déroulées près du village de Danangoro (7°10' N-5°56' W) sur la rivière Maraoué (Bandama rouge) en secteur pré-forestier de Côte d'Ivoire. Plusieurs espèces du complexe *Simulium damnosum* sont représentées à l'état larvaire (Quillévéré, 1979) : *Simulium damnosum* s.s., *S. sirbanum* et *S. soubrense*. Chez les adultes, la proportion des différentes espèces varie saisonnièrement dans cette zone de contact entre la savane et la forêt, avec une prédominance des espèces dites savaniques (*S. damnosum* s.s./*S. sirbanum*) en saison sèche et d'une espèce forestière (*S. soubrense*) en saison des pluies (Bellec et Hébrard, 1983). D'autres espèces simuliennes sont également présentes : *Simulium adersi* Pomeroy, *S. uni-*

cornutum Pomeroy, *S. tridens* Freeman et De Meillon.

Le régime pluviométrique est du type équatorial de transition (Girard *et al.*, 1971) ; il est caractérisé habituellement par une première saison des pluies, de mars à juin, un ralentissement des précipitations en juillet et août (petite saison sèche), une seconde saison des pluies (de septembre à novembre) et une saison sèche très marquée, de novembre à février, comportant quelques précipitations isolées. La pluviosité est par ailleurs très irrégulière d'une année à l'autre, quant à la quantité et à la répartition mensuelle des pluies.

Étant donné la situation géographique de cette station d'étude, à la limite de la forêt semi-décidue à *Aubrevillea kerstingii* et *Khaya grandifolia* et de la savane arbustive et arborée à *Panicum phragmitoides* (Guillaumet et Adjanohoun, 1971) nous n'avons pu emprunter les données climatiques des stations les plus proches. Les températures matinales repérées à 7 heures par un thermomètre à mercure sont, pour la plupart, supérieures à 20°C, quelle que soit la saison. Les températures présentent peu de variations entre 7 et 18 heures en saison des pluies et ne dépassent que rarement 29 à 30°C ; de janvier à mai, les températures entre 13 et 15 heures sont souvent élevées, comprises entre 31 et 34°C. Les humidités relatives minimales, enregistrées à l'aide d'un hygrographe situé en bordure de rivière, sont, à l'exception du mois de janvier, rarement inférieures à 30-40 %.

3. Matériel et méthodes

3.1. CAPTURES DES ADULTES

Les récoltes sont obtenues par piégeage au moyen de plaques d'aluminium engluées (Bellec, 1976).

L'étude s'est déroulée par enquêtes mensuelles, en 1976 et 1977, à raison de trois plaques disposées à proximité immédiate des gîtes durant trois

jours successifs. Les plaques ont été posées aux mêmes endroits de novembre à juillet puis, à la suite de la montée des eaux, en fonction de l'accès aux gîtes. Les récoltes ont été faites, chaque heure, de 6 ou 7 heures à 18 heures 30 ou 19 heures selon les saisons ; en 1977, des récoltes ont été réalisées chaque demi-heure sur une des plaques à partir de 16 heures et jusqu'au crépuscule.

La température (thermomètre à mercure) et la luminosité (luxmètre) ont été notées toutes les heures de 6 à 16 heures et toutes les demi-heures ensuite.

Les heures d'activité de vol ont été comparées, pour certaines catégories d'adultes, avec celles établies par d'autres méthodes de récoltes : cages d'émergence pour les adultes néonates, substrats artificiels ou naturels de ponte pour les femelles gravides et captures sur homme pour les femelles à jeûn.

3.2. TRI DES RÉCOLTES ET IDENTIFICATION DES ESPÈCES DU COMPLEXE *Simulium damnosum*

Les adultes du complexe *S. damnosum* ont été séparés des autres espèces de simulies puis triés selon le sexe et l'état physiologique des femelles (femelles non gravides⁽¹⁾ et femelles gravides⁽²⁾) ; la présence d'adultes néonates⁽³⁾ a également été notée ; ils se caractérisent par la pigmentation incomplète du tégument des pattes.

La séparation des deux groupes d'espèces présentes à Danangoro a été effectuée d'après la pigmentation des soies des touffes alaires (Lewis et Duke, 1966 ; Garms, 1978) ainsi que par l'aspect et la taille des segments antennaires (Quillévéré, 1979). Nous avons ainsi distingué les espèces présumées savaniques (*S. damnosum* s.s./*S. sirbanum*) et forestière (probablement *S. soubrense*).

4. Résultats et discussion

4.1. CAPTURES TOTALES

Les tableaux I et II récapitulent la nature et l'abondance des adultes de *S. damnosum* s.l. récoltés sur plaques d'aluminium au cours de deux cycles annuels.

Dé très nombreux adultes ont été récoltés ; la capture maximale a été de 5 950 adultes pour une seule plaque en un jour (mars 1976). Les rendements (nombre de simulies par plaque et par jour) sont généralement élevés mais variables selon les mois. Le rendement comparé plaque/homme (tabl. I) est en faveur des plaques au cours des périodes de basses eaux, de la fin novembre à juillet. Au cours des autres périodes le rendement comparé prend une plus faible valeur ; ceci s'explique aisément par la « dilution » des adultes induite par le nombre important des bras de rivière mis en eau.

Les récoltes sont composées en majorité de femelles (96 à 97 %) ; les néonates des deux sexes (0,5 à 3 %) et les mâles (1 à 2,5 %) sont obtenus en moindre proportion. Le rapport femelles non gravides/femelles gravides varie aussi saisonnière-

TABLEAU I

Nature et abondance des récoltes de *S. damnosum* s.l. faite au moyen des plaques d'aluminium (1976). rendement comparé a :

$$\frac{\text{Nombre de simulies/9 plaques-jours}}{\text{Nombre de simulies/3 jours-homme.}}$$

MOIS	<i>Simulium damnosum</i> s.l.						HOMME	a
	PLAQUES (3)							
	Total	Mâles	Néonates		Femelles			
		Mâles	Femelles	non gravides	gravides			
Janvier	16714	35		78	11247	5354	-	
Février	15645	971	2	7	7305	7360	358	14.6
Mars	19409	430	42	85	4438	14414	816	7.9
Avril	22001	743	18	28	5574	15638	964	7.6
Mai	8239	2	0	0	1448	6789	420	6.5
Juin	1089	28	0	0	206	853	56	4.3
							(2 jours)	
Août	571	1	1	0	525	44	234	0.8
Septembre	2320	45	0	11	2161	103	516	1.5
Octobre	251	1	0	0	235	15	121	0.7
Novembre	418	12	0	2	396	8	119	1.1
Décembre	2464	65	15	29	2130	225	73	11.4
Total	89121	2333	68	242	35667	50803		
%		2,5	0,5		40	57		

(1) Il s'agit de femelles dont le développement des follicules ovariens est au stade I de Christophers (1914). Ces femelles sont à jeûn de repas de sang, et montrent ou non dans leur jabot une substance sirupeuse.

(2) Le degré de développement des follicules ovariens est au stade V.

(3) Cette catégorie d'adultes concerne des imagos (mâles et femelles) récemment sortis de l'eau. Ces adultes sont reconnaissables à la pigmentation incomplète du tégument des pattes.

ment. Les femelles gravides dominant en périodes de basses eaux, lorsque les gîtes sont bien délimités dans l'espace.

Pendant cette étude 11 047 et 11 999 adultes d'autres espèces de simulies ont été récoltés respectivement en 1976 et 1977.

TABLEAU II

Nature et abondance des récoltes de *S. damnosum* s.l., faites au moyen des plaques d'aluminium (1977).
a : rendement comparé entre plaques (9 plaques/jours) et homme (3 jours)

MOIS	<i>Simulium damnosum</i> s.l.						HOMME	a
	PLAQUES (3)							
	Total	Néonates		Femelles				
		Mâles	Femelles	non gravides	gravides			
Janvier	5394	203	10	14	2423	2744		
Février	9293	152	19	71	2601	6450	93 31	
Avril	1166	9	0	37	398	722	82 4.5	
	2586	3	37	92	593	1861	112 7.7	
Mai	1351	0	6	19	337	989	101 4.5	
Juin	2254	2	12	12	775	1453	631 1.2	
	742	0	34	59	291	358	856 0.3	
Juillet	6811	20	83	197	1614	4897	1096 2	
	5630	13	69	254	944	4350	530 3.5	
Août	1742	7	6	84	875	770	377 1.5	
Octobre	489	2	0	0	463	24	3264 0.05	
	2687	2	2	4	1892	787	-	
	3042	6	0	0	2696	340	473 2.1	
Novembre	5383	37	30	65	4864	387	432 4.2	
	16132	22	105	541	7752	7712	588 9.1	
Total	64702	478	413	1449	28518	33844		
%		1	3		44	52		

4.2. ACTIVITÉ DE VOL

Les rythmes journaliers d'activité sont représentés, pour chaque catégorie d'adultes, par des histogrammes portant en abscisse les heures de la journée et en ordonnée les fréquences horaires des récoltes par rapport à la capture totale.

4.2.1. Adultes néonates

La fréquence horaire des récoltes de néonates varie suivant les relevés mensuels (fig. 1A) : de février à novembre, les rythmes journaliers présentent une allure bimodale avec un pic vespéral

prépondérant ; le pic du matin se situe entre 7 et 10 heures, celui du soir, entre 16 et 19 heures (le plus souvent entre 17 et 18 heures). En décembre, le maximum de récoltes se situe par contre le matin, entre 6 et 9 heures, souvent dès le premier quart d'heure succédant à l'aube ; le pic vespéral est peu marqué. Pour chacune des deux périodes les cycles d'activité des deux sexes sont similaires (fig. 1B). Cette activité de vol des adultes néonates est en relation avec leur rythme d'émergence comme le montre l'analogie des fréquences de récoltes (mâles et femelles) obtenues par les plaques et au moyen d'une cage placée au dessus de substrats végétaux peuplés de formes préimaginales de *S. damnosum* s.l. (fig. 1A et 2A). Les récoltes d'adultes néonates sur plaques peuvent rendre compte des rythmes d'émergence.

L'analyse par tranches horaires et par groupes d'espèces des récoltes fournies par les plaques montre que (fig. 1C) :

en décembre, les néonates des espèces forestières et savanicoles sont récoltés en majorité le matin ; seules les espèces savanicoles sont aussi capturées en fin d'après midi ;

en janvier, les néonates des espèces savanicoles représentent 99 % de la capture et sont récoltés le matin et le soir ; les deux pics ont approximativement la même importance ;

en février, les néonates (majorité d'espèces savanicoles) sont obtenus essentiellement en fin d'après midi ; les récoltes matinales sont moins abondantes ;

de mars à novembre, le rythme décrit précédemment est observé chez les deux groupes d'espèces.

Les récoltes réalisées par les cages d'émergence, seulement en décembre et février, fournissent des informations comparables.

On constate ainsi une modification des heures d'émergence, pour un même groupe d'espèces, selon les périodes de l'année. On ne note pas de différence entre les heures de récoltes des mâles et des femelles quelles que soient les espèces, au cours de ces deux périodes.

Les deux types de courbe décrits plus haut correspondent à ceux établis au moyen de cages en plusieurs aires de la répartition géographique de *S. damnosum* s.l. ; en effet pour Wanson (1950), Disney (1969), Edwards et Trenholme (1976) l'activité des néonates présentait un maximum le matin, tandis que pour Marr (1962), Le Berre

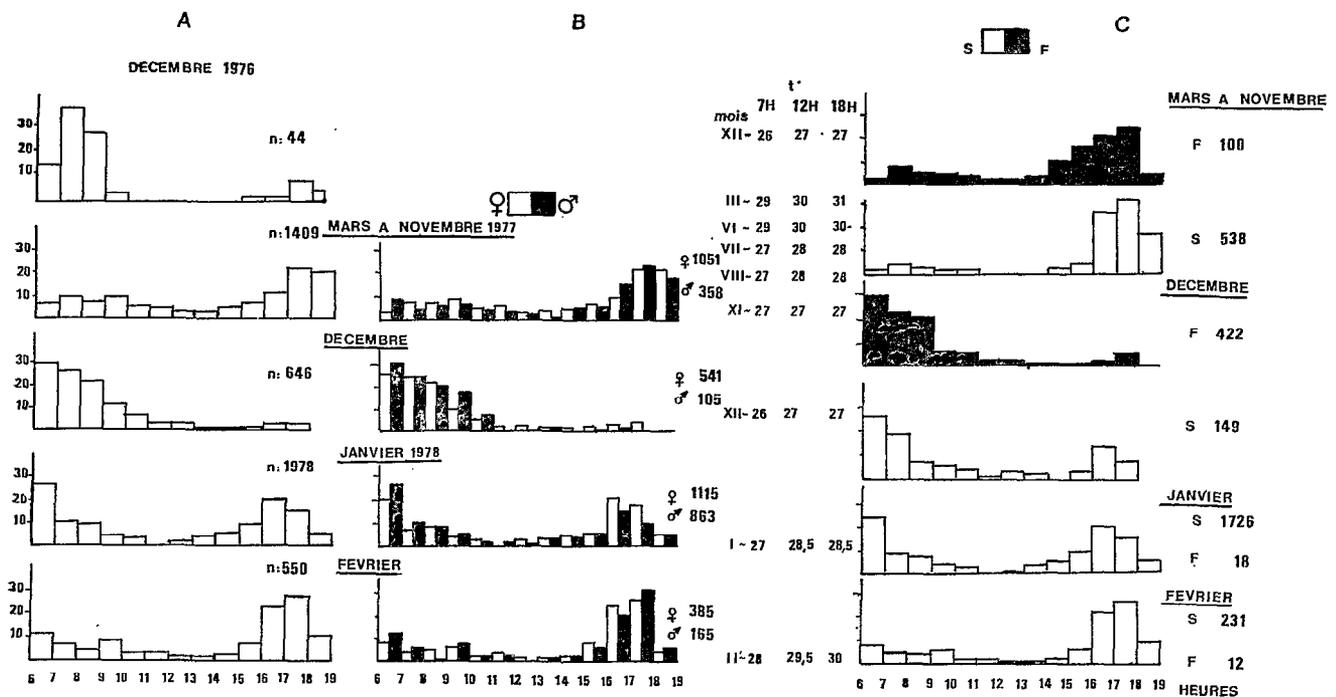


FIG. 1. — Variation des heures de récolte des adultes : néonates de *S. damnosum* s.l. sur plaques d'aluminium en différentes périodes de l'année. A : captures totales ; B : influence du sexe ; C : influence du groupe d'espèces. (en abscisse : tranches horaires ; en ordonnée : fréquence des récoltes.

(1966), Thompson *et al.* (1972) elle se manifestait surtout en fin d'après midi. Par rapport aux travaux de ces auteurs, on remarque qu'à Danangoro on observe les deux types de courbe en un même lieu mais en des périodes différentes de l'année. Ceci confirme les variations des cycles observés entre décembre et avril à Danangoro, par deux techniques de piégeage différentes, les plaques d'aluminium (Bellec, 1976) et les vitres (Bellec et Hébrard, 1977). Par contre les inversions des pics maximums notées par Elsen (1981) entre les mois d'avril et juillet 1976 en utilisant des cages, n'ont pas été observées en 1977.

Cette modification saisonnière des heures d'émergence a déjà été mentionnée chez des espèces australiennes par Colbo (1977) et Hunter (1977, 1978) et néarctiques par Davies (1950). Divers facteurs pouvant moduler le rythme des émergences ont été pris en considération :

effet de la température de l'eau

Dans des conditions semi-artificielles d'élevage, Disney (1969) remarquait que les heures

d'émergence des adultes de *S. damnosum* s.l. étaient d'autant plus tardives dans la journée que la température de l'eau était basse, relation par ailleurs mise en évidence en Australie par Colbo (1977) chez *S. ornatipes* Skuse et par Hunter (1977) chez *Austrosimulium bancrofti* Taylor. A Danangoro, si nous constatons, comme Hunter (1977), qu'une élévation de 2°C de l'eau (fig. 1) est suffisante pour modifier le rythme d'émergence, nous observons cependant une relation inverse de celle définie par ces auteurs, l'émergence vespérale se produisant lorsque la température de l'eau est la plus élevée.

la lumière

Si nous constatons, en accord avec les auteurs cités plus haut, que les émergences de *S. damnosum* s.l. sont diurnes, nos observations précisent qu'elles ont lieu principalement à deux périodes de la journée, le matin et en fin d'après-midi. Ces observations laisseraient supposer, comme Davies (1950) a pu le souligner pour *S. venustum* Say, l'existence de limites (minimale et maximale) d'intensité

lumineuse au-delà desquelles les émergences cessent. Ces limites déterminent alors des périodes précises de la journée ; ceci rejoint la notion de « gate events » de Brady (1974), définie pour certaines activités des insectes présentant des rythmes particuliers au cours d'un nyctémère. L'intensité lumineuse pourrait constituer un facteur limitant qui déterminerait le rythme bimodal des émergences de *S. damnosum* ; elle ne peut expliquer cependant les variations de la situation du pic maximum, notamment les inversions constatées de décembre à février. La prise en compte de ce facteur expliquerait par contre le décalage de la fin des émergences de 18 heures à 18 heures 45, lorsque la période diurne s'allonge, phénomène observé par Thompson *et al.* (1972).

les différences interspécifiques

La modification des heures d'émergence ne peut être due à un comportement spécifique différent des diverses formes du complexe *S. damnosum* puisque, pour chacune des périodes, nous observons une analogie des rythmes quant au maximum des récoltes.

les heures et la durée de la nymphose

Plusieurs auteurs ont montré que les heures d'émergence étaient en relation avec l'horaire et la durée de la nymphose ; Hunter (1978) a constaté que l'émergence d'*A. pestilens* Mackerras et Mackerras avait lieu le lendemain soir dans le cas de nymphose matinale mais seulement le deuxième jour au matin pour les nymphoses survenues dans l'après midi. Chez *S. damnosum*, Elsen (1980) a constaté à Danangoro un synchronisme entre les courbes de nymphose et d'émergence : les deux phénomènes se manifestent surtout l'après midi en avril et le matin en juillet.

Le problème apparaît donc complexe car aucun des facteurs pris en compte dans l'étude ne permet à lui seul d'expliquer les variations observées entre les heures d'émergence. Le synchronisme observé dans les rythmes de nymphose et d'émergence de *S. damnosum* s.l. ainsi que l'intervention de l'intensité lumineuse sur le déterminisme des heures d'émergence supportent l'hypothèse que le phénomène serait une manifestation chronobiologique. Cela implique une double influence : celle de la durée de développement préimaginal qui détermine les heures de nymphose et celle de l'intensité lumineuse qui, une fois le développement post-embryonnaire achevé, délimite en deux périodes distinctes l'activité d'émergence.

De nombreux auteurs, notamment Elsen (1980) à Danangoro, ont en effet montré que la température et la quantité de matière en suspension dans l'eau modifient la durée du développement larvaire selon une relation inverse. Étant donné que la ponte a lieu à la tombée du jour (cf. 4.2.3.), un allongement de la vie larvaire se traduira par un déplacement de la nymphose : si celle-ci a lieu le soir, les heures d'émergence seront vespérales ; si celle-ci se produit à l'aube, l'émergence se manifestera le matin.

Selon ce modèle, les variations des heures d'émergence observées de décembre à février à Danangoro pourraient s'expliquer par un raccourcissement de 12 heures de la durée du développement post-embryonnaire consécutif à l'élévation de la température : l'heure d'émergence maximale passant du matin, en décembre, à la veille au soir en février. Les observations faites en janvier illustrent la transition entre les deux types de courbe. Enfin, en considérant nos résultats et ceux d'Elsen (1980) il serait intéressant de vérifier l'hypothèse selon laquelle cette alternance des deux courbes pourrait se produire deux fois dans l'année, en décembre et en saison des pluies (juillet-août) lorsque la température de l'eau à 7 heures serait inférieure ou égale à 26°C.

4.2.2. *Les femelles à jeûn*

L'activité de vol des femelles à jeûn sur les gîtes diffère selon les mois de l'année. Les rythmes d'activité correspondent à deux types (fig. 3) :

de décembre à mai, la fréquence journalière des récoltes montre deux pics d'activité (courbe bimodale) avec une diminution des récoltes à la mi-journée. L'activité matinale maximale se situe entre 7 et 9 heures, le pic vespéral, le plus important, est observé dans la dernière heure de la journée ;

de juin à novembre, les fréquences horaires des récoltes présentent de moins grandes variations que celles observées précédemment ; la courbe journalière montre un seul pic (courbe unimodale) plus ou moins prononcé. En juin et juillet et à la fin du mois de novembre les deux types de courbes (unimodale et bimodale) peuvent être observés d'un jour à l'autre.

En comparant les rythmes d'activité de vol sur les gîtes (plaques) aux cycles d'agressivité des femelles (capture sur homme), on constate une certaine similitude entre eux (coefficient de corrélation des rangs de Spearman $r = 0,846^{++}$ et

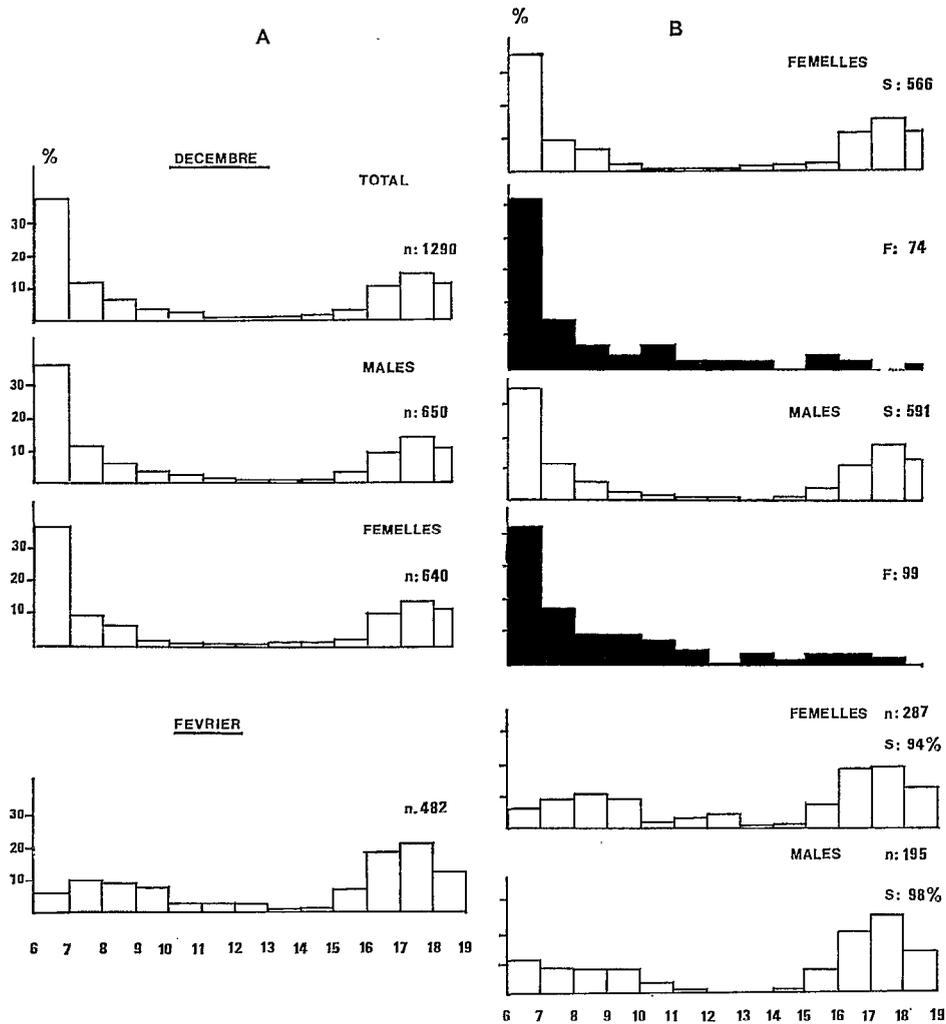


FIG. 2. — Variation des heures de récolte des adultes néonates de *S. damnosum* s.l. (cage d'émergence). A : captures totales ; B : influence du sexe et du groupe d'espèces du complexe *S. damnosum* (en blanc (S) : espèces d'affinité savannicole ; en noir (F) : espèces d'affinité forestière ; n : effectifs)

0,74+ respectivement en saison sèche et en saison des pluies ; d.d.l. : 10). Le pic vespéral apparaît plus précocement dans l'après-midi au cours des captures sur homme, entre 16 et 18 heures de décembre à mai, alors que sur plaques il se manifeste entre 18 et 19 heures.

Les cycles d'activité de vol (plaques) de deux groupes d'espèces présentes à Danangoro sont similaires ($r = 0,68+$ et $0,705+$ respectivement

en saison des pluies et en saison sèche ; d.d.l. : 11).

Les différences saisonnières observées pour les récoltes effectuées aussi bien sur plaques que sur homme concordent avec celles rapportées, en d'autres zones bioclimatiques, par les auteurs qui observent une activité bimodale en saison sèche (Wanson, 1950 ; Puyuelo et Holstein, 1950 ; Le Berre, 1966 ; Bellec, 1974 ; Philippon, 1977)

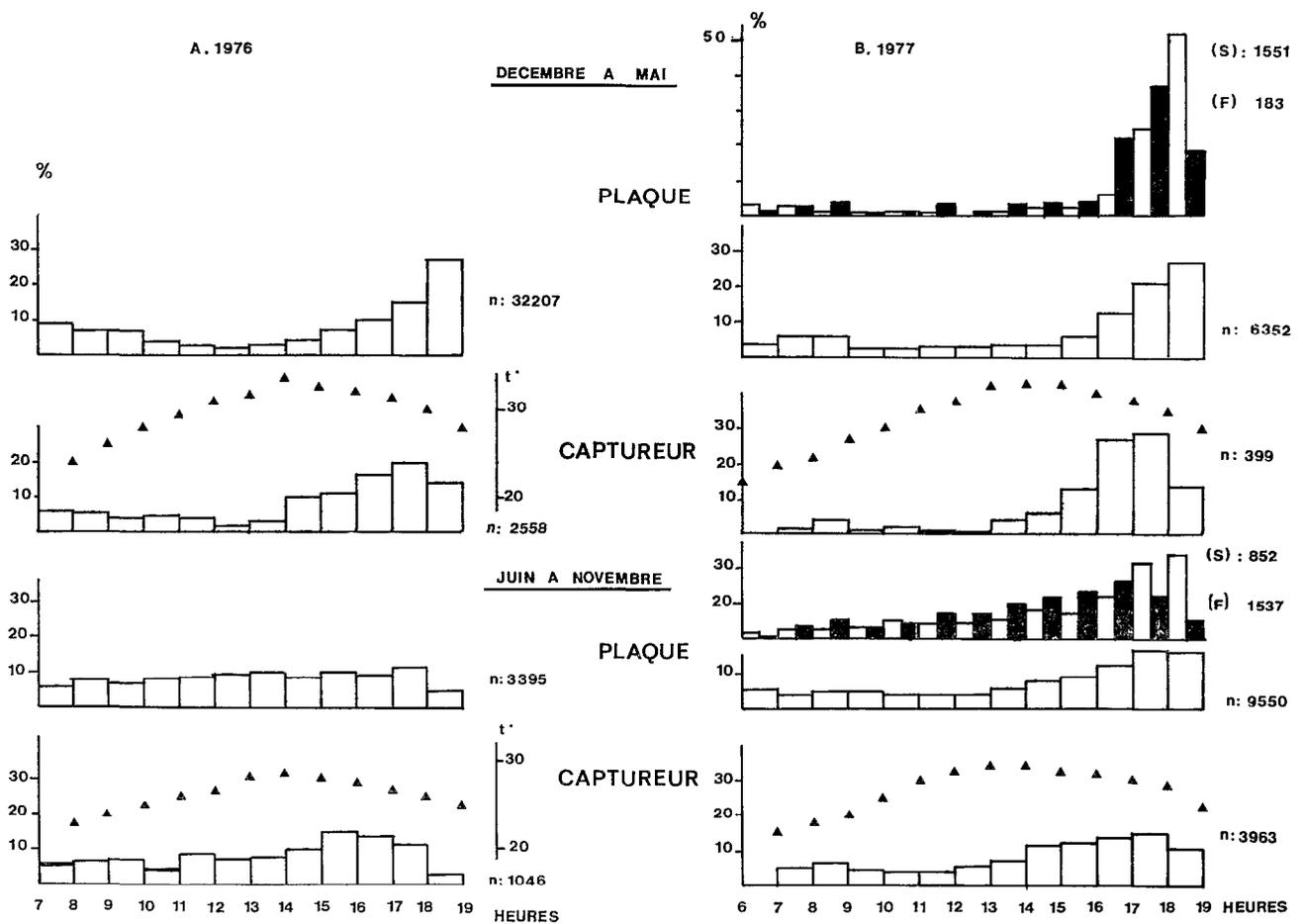


FIG. 3. — Variation des heures de récolte des femelles non gravides (femelles à jeun) en fonction : des méthodes de récoltes : plaque et appât humain ; des périodes de l'année ; des groupes d'espèces du complexe *S. damnosum*, (en blanc (S) : espèces d'affinité savanicole *S. damnosum* s.s./*S. sirbanum* ; en noir (F) : espèce d'affinité forestière (probablement *S. soubrense*) ; n : effectif ; t° : température en °C ; en abscisse : tranches horaires ; en ordonnée : fréquence des récoltes)

et une activité unimodale en saison des pluies (Lewis *et al.*, 1961 ; Le Berre, 1966 ; Giudicelli, 1966).

La similitude des cycles journaliers d'activité des femelles à jeun, quelles que soient la méthode de récolte et les espèces du complexe, laisse à penser que ces femelles subissent de la même façon l'influence des facteurs climatiques notamment la température. Comme plusieurs auteurs l'ont déjà démontré (Le Berre, 1966 ; Bellec, 1974 ; Philippon, 1977 et 1978 ; Quillévéré, 1979),

lorsque la température est supérieure à 30°C à la mi-journée et en début d'après midi, on observe une distribution bimodale des récoltes tandis qu'à des températures inférieures à 30°C les récoltes s'étalent tout au long de la journée avec un seul pic peu marqué. Certaines courbes journalières peuvent différer quelque peu sous l'influence de facteurs climatiques secondaires tels que chute de pluie, rafales de vent, orage en fin d'après midi ; l'influence de tous ces éléments secondaires a été abondamment décrite (Blacklock, 1926 ; Underhill,

1940 ; Crosskey, 1955 ; Häusermann, 1969 ; Bellec, 1974 ; Philippon, 1977).

Les deux types de courbes observés chez les espèces savanicoles et forestières sont comparables à ceux établis par Quillévéry (1979) dans d'autres zones bioclimatiques. En se référant aux travaux de cet auteur, la fréquence horaire des récoltes de femelles présumées forestières observée à Danangoro confirmerait la présence en quasi majorité de *S. soubrense*.

4.2.3. Les femelles gravides

Le rythme journalier de vol des femelles gravides se traduit en toutes saisons (fig. 4A) par des courbes unimodales avec un regroupement des récoltes en fin d'après midi, de 17 heures à 18 heures 30 en novembre et décembre (heure du crépuscule, 18 heures 30) ou de 17 à 19 heures au cours des autres mois. Les récoltes effectuées toutes les demi-heures de 16 à 18 heures 30 ou 19 heures

révèlent que les femelles gravides se posent surtout sur les plaques à partir de 17 heures 30. Leur période d'activité maximale est plus courte en janvier (30 minutes) que pendant les autres mois (jusqu'à 90 minutes) (fig. 4B). L'activité des femelles gravides débute quand les intensités lumineuses sont inférieures à 20 000 lx ; elle atteint son maximum à partir de 2 000 lx.

Quelques modifications secondaires ont été constatées certains mois :

des récoltes matinales, entre 07 et 08 heures, en quantités non négligeables ont été enregistrées en janvier 1976, 1977 et 1978 ;

les récoltes entre 07 et 16 heures sont toujours très faibles, inférieures à 1 % en saison sèche de janvier à mars ; elles peuvent être un peu plus élevées au début de la saison des pluies (2 % entre avril et mai) et surtout au cours de certaines journées à ciel couvert, en saison des pluies (5 à 10 % de juin à septembre) ;

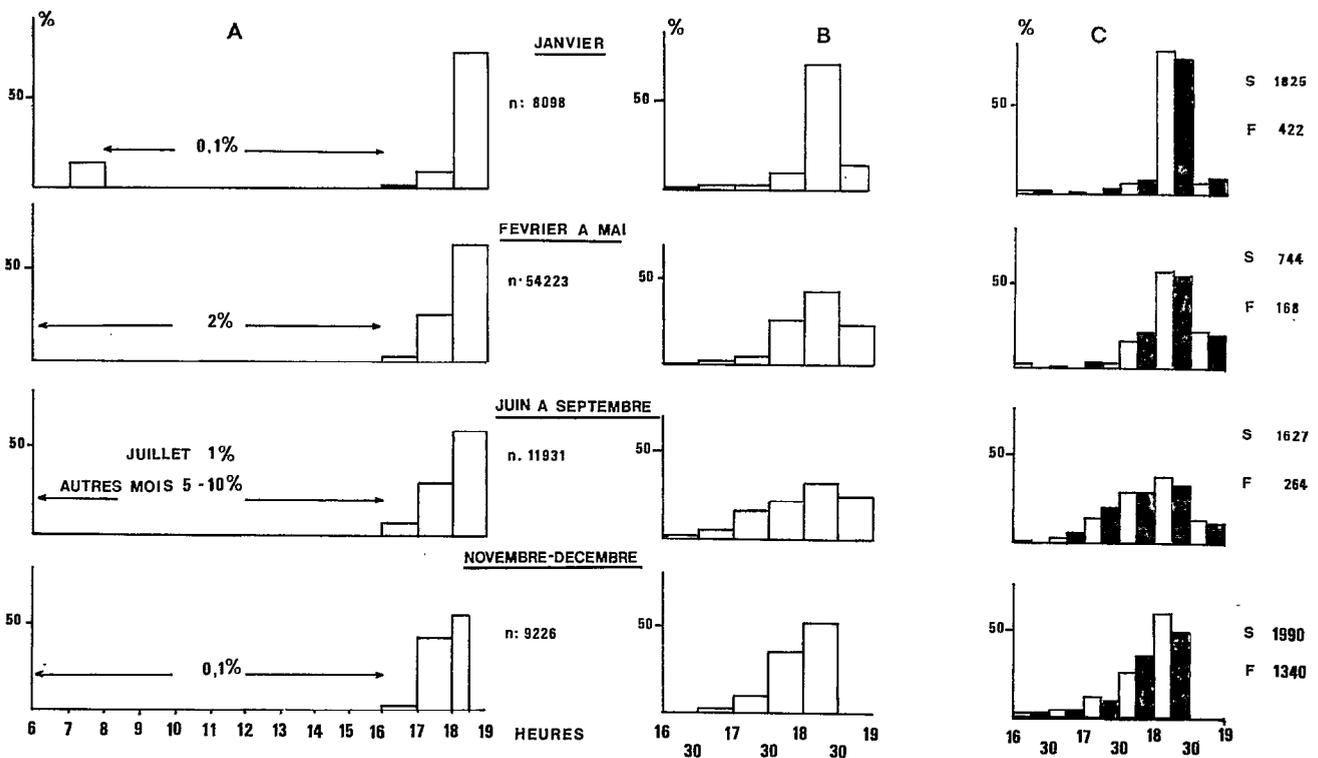


FIG. 4. — Variation des heures de récolte des femelles gravides de *S. damnosum* s.l. sur plaques d'aluminium selon les périodes de l'année. A : récoltes par tranches horaires (% = pourcentage des récoltes réalisées entre 6 et 16 heures) ; B : récoltes toutes les demi-heures de 16 heures au crépuscule ; C : récoltes toutes les demi-heures ; influence du groupe d'espèces. (en blanc (S) : espèces d'affinité savanicole ; en noir (F) : espèce d'affinité forestière)

à la fin de journées orageuses, l'activité des femelles gravides débute plus tôt dans l'après-midi, entre 16 et 17 heures (10 %) et surtout entre 17 et 18 heures (30 à 50 %); ces phénomènes ont été observés en février et mars.

Aucune différence notable de l'activité de vol des femelles gravides n'a été observée entre les espèces savanicoles et forestières du complexe (fig. 4C).

Enfin nous avons observé à maintes reprises la présence simultanée de femelles gravides sur les plaques et de femelles pondueuses sur des supports naturels, aux heures indiquées ci-dessus. Ces observations confirment notre hypothèse selon laquelle les femelles gravides sont interceptées par les plaques lorsqu'elles viennent pondre.

L'horaire de ponte de *S. damnosum* s.l. qui se situe de 30 à 90 minutes avant le crépuscule en toutes saisons est différent de celui des autres espèces de simulies présentes sur les gîtes de Danangoro, *S. adersi* et *S. unicornutum*; celles-ci sont récoltées durant toute la journée.

Nos observations qui montrent la présence quasi exclusive des femelles gravides de *S. damnosum* en fin d'après-midi sont comparables à celles réalisées en examinant les supports végétaux des gîtes par Muirhead-Thompson (1956), Crisp (1956), Davies (1962), Marr (1962, 1974), Balay (1964), Thompson *et al.* (1972). Elles indiquent que l'horaire des pontes est le même quels que soient les mois de l'année et les espèces du complexe *S. damnosum* présentes à Danangoro. De plus, le retard de l'activité de ponte concomitant de l'allongement du jour confirme que la chute de la luminosité constitue le facteur déclenchant l'activité de vol des femelles gravides (Marr, 1962, 1974; Thompson *et al.*, 1972). L'existence chez *S. damnosum* s.l. d'un seuil d'intensité lumineuse en deçà duquel l'activité de ponte peut débiter (20 000 lx) puis devenir maximale (2 000 lx) est un phénomène rencontré chez beaucoup d'autres espèces de simulies qui pondent presque exclusivement en fin d'après midi : *S. venustum* Say, *S. vittatum* Zetterstedt, *S. verecundum* Stone et Jamnback (Davies et Peterson, 1956; Imhoff et Smith, 1979; Corbet, 1967; Golini, 1974), *S. ornatipes* Skuse (Hunter, 1977), *S. ornatum* Meigen (Davies, 1957; Welton et Bass, 1980; Laddle *et al.*, 1977) *Boopthora erythrocephala* De Geer (Reuter et Rühm, 1976).

La variabilité de la durée de l'oviposition s'expliquerait par l'intervention de facteurs météo-

rologiques secondaires, température, humidité, pluie, basses pressions, facteurs pris en considération par Crisp (1956), Marr (1962), Balay (1964). Ces facteurs, qui modifient le comportement de ponte de *S. damnosum* provoquent les mêmes effets chez toutes les espèces néarctiques, paléarctiques, australiennes qui pondent pendant une période délimitée de la journée (Davies, 1978; Hunter, 1977). Enfin l'activité matinale des femelles pondueuses observée pendant certains mois est comparable à celle indiquée par Crisp (1956), Wanson (1950) et Thompson *et al.* (1972). Elle pourrait s'expliquer par une rétention de ponte chez des individus qui n'ont pas eu le temps d'effectuer leur oviposition la veille au soir; nous constatons en effet cette présence matinale au cours du mois de janvier, période pendant laquelle la durée de l'oviposition est plus courte (30 minutes) en raison des températures vespérales élevées et d'une hygrométrie basse.

4.2.4. Les mâles

L'horaire d'activité des mâles ne semble avoir été étudiée qu'au niveau des essais. Le Berre et Wenk (1966) en Haute-Volta, Philippon *et al.* (1969) au Zaïre, Disney (1970) au Cameroun et Gassouma (1972) au Soudan ont observé que les essais regroupent un plus grand nombre d'individus en fin d'après midi, et plus rarement le matin.

Bien que les mâles ne soient capturés sur les plaques qu'en faibles quantités (0 à 5 % des captures totales; tabl. I), plusieurs observations ont été faites (fig. 5) sur la période de leur activité

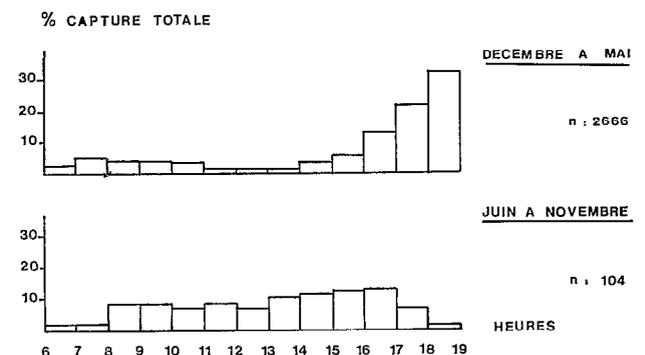


FIG. 5. — Variation des heures de récolte des mâles de *S. damnosum* s.l. selon les périodes de l'année (en abscisse : tranches horaires; en ordonnée : fréquence des récoltes)

de vol. Elles montrent des variations mensuelles, surtout saisonnières entre les saisons sèches et les saisons des pluies. Le rythme journalier fait état d'une activité diurne et bimodale, avec une baisse sensible des récoltes à la mi-journée ; le pic vespéral, le plus important, se situe dans l'heure précédant le crépuscule, entre 17 et 18 heures en novembre et décembre, entre 18 et 19 heures de janvier à mai. En fin d'après-midi orageuses le pic d'activité peut apparaître plus tôt (février et mars).

Au cours des saisons des pluies, l'activité de vol des mâles sur les gîtes est continu avec un accroissement en début d'après-midi (12 à 15 heures). L'horaire d'activité de vol des mâles présente des variations saisonnières comparables à celles des femelles à jeûn (cf. 4.2.2.). Il ne semble pas que ces variations soient en relation avec des modifications saisonnières de la composition spécifique des populations de *S. damnosum* s.l., comme le montrent l'analyse des différentes courbes et les proportions des espèces savanicoles et forestières. Par contre l'observation des rythmes pendant trois jours consécutifs met en valeur, comme chez les femelles à jeûn, l'influence de certains facteurs météorologiques. Au cours des journées de février et mars, l'apparition plus précoce du pic d'activité de l'après-midi pourrait s'expliquer par le temps orageux qui a entraîné une baisse de température (33°C à 14 heures, 28°C à 17 heures), une chute de la luminosité (couvert nuageux) et une remontée de l'humidité ; ces conditions, analogues à celles observées en saisons des pluies, détermineraient un rythme d'activité continu des mâles comparable à celui observé au cours des mois de juin à novembre.

5. Conclusions

Cette étude a montré l'efficacité des plaques d'aluminium pour la récolte des adultes du complexe *Simulium damnosum* pendant les différents mois de l'année. Elle a fait apparaître l'efficacité particulière de ce piège en période de basses et moyennes eaux, soit de la fin novembre à la mi-juillet (8 mois) à Danangoro.

L'importance numérique des adultes récoltés et la diversité de leurs états physiologiques ont permis d'étudier les rythmes journaliers d'activité des adultes de plusieurs des espèces du complexe. L'étude révèle que la fréquence horaire d'apparition des adultes dans la journée (pic d'activité) est variable selon les groupes physiologiques et les saisons :

— l'émergence des adultes se produit essentiellement au lever du jour et en fin d'après-midi, mais l'importance relative des deux pics est variable selon les mois de l'année ;

— les rythmes d'activité de vol des femelles à jeûn se traduisent par des courbes de type bimodal en saison sèche et unimodal en saison des pluies, sous l'influence de facteurs climatiques, essentiellement la température ;

— on observe des différences saisonnières analogues dans les rythmes d'activité des mâles ;

— les femelles gravides constituent la seule catégorie d'adultes dont l'horaire d'activité de vol ne varie pas d'un bout de l'année à l'autre (courbe unimodale) ; elle se manifeste en fin d'après-midi, en relation avec la baisse de la luminosité ; cependant la durée de la période d'activité maximale varie de 30 à 90 minutes ; elle est influencée par des facteurs météorologiques secondaires (température, humidité, pression atmosphérique, couvert nuageux).

Aucune différence notable dans les heures d'activité des divers groupes physiologiques n'a été observée entre les espèces d'affinité savanicole et celles d'affinité forestière.

La comparaison des cycles d'activité établis au moyen des plaques d'aluminium engluées avec ceux obtenus par d'autres procédés (observation directe, récolte au moyen de cage d'émergence ou de substrats artificiels de ponte, capture sur homme) a permis de relier l'activité de vol à un comportement particulier des adultes au cours de leur cycle biologique. L'utilisation des plaques constitue donc un moyen simple pour étudier certains rythmes biologiques des adultes.

La connaissance des heures d'activité maximale des adultes de chaque groupe physiologique aura facilité la récolte du matériel biologique destiné à de nombreuses études ultérieures, notamment le marquage (Bellec et Hébrard, 1980). Elle permettrait également de réduire la durée de l'évaluation entomologique des populations par ce type de piégeage lors des traitements insecticides expérimentaux développés pour la recherche de produits adulticides efficaces et de leurs modes d'application. Cette évaluation pourrait se limiter aux trois dernières heures précédant le crépuscule (16 à 19 heures) ; durant cette période de la journée on récoltera (en secteur pré-forestier) toutes les

catégories physiologiques (de janvier à juin) ou essentiellement les femelles gravides (de juillet à novembre).

Il conviendra enfin de réaliser des études complémentaires en d'autres zones bioclimatiques et chez d'autres espèces du complexe afin de comparer les heures d'activité de vol des adultes de *S. damnosum* au sein de leur aire de répartition géographique.

REMERCIEMENTS

Il nous est agréable de remercier ici MM. S. Bakayoko, D. Coulibaly, S. Koné, Z. Zoumana, R. Somé qui ont assuré la collecte des simulies sur les plaques. Nos plus vifs remerciements sont également adressés à MM. J. Mouchet, J. Brengues et D. Quillévéré pour leur aide lors de la rédaction de cet article.

Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'O.R.S.T.O.M
le 15 décembre 1983

BIBLIOGRAPHIE

- BALAY (G.), 1964. — Observation sur l'oviposition de *Simulium damnosum* Theobald et *Simulium adersi* Pomeroy (Diptera, Simuliidae) dans l'est de la Haute-Volta. *Bull. Soc. Path. exot.*, 57, 3 : 588-611.
- BELLEC (C.), 1974. — Les méthodes d'échantillonnage des populations adultes de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera : Simuliidae) en Afrique de l'Ouest. Thèse Doctorat 3^e cycle, Université Paris sud, Orsay : 237 p.
- BELLEC (C.), 1976. — Captures d'adultes de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae) à l'aide de plaques d'aluminium, en Afrique de l'Ouest. *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XIV, n^o 3, : 209-217.
- BELLEC (C. et HÉBRARD (G.), 1977. — Captures d'adultes de Simuliidae, en particulier de *Simulium damnosum* Theobald 1903, à l'aide de pièges d'interception : les pièges-vitres. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XV, n^o 1 : 41-54.
- BELLEC (C.) et HÉBRARD (G.), 1980. La durée du cycle gonotrophique des femelles du complexe *Simulium damnosum* en zone préforestière de Côte d'Ivoire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XVIII, n^o 4 : 347-358.
- BELLEC (C.) et HÉBRARD (G.), 1983. — Les préférences trophiques des vecteurs de l'onchocercose en secteur pré-forestier de Côte d'Ivoire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XXI, n^o 4 : 241-249.
- BLACKLOCK (D. B.), 1926. — The development of *Onchocerca volvulus* in *S. damnosum* Theobald. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 20 : 1-48.
- BRADY (J.), 1974. — The physiology of insect circadian rythmes. *Adv. Ins. Physiol.*, 10 : 1-113.
- COLBO (M. H.), 1977. — Diurnal emergence patterns of two species of Simuliidae (Diptera) near Brisbane, Australia. *J. med. Ent.*, 13, 4-5 : 514-515.
- CORBET (P. S.), 1967. — The diel oviposition periodicity of the Black fly *Simulium vittatum*. *Can. J. Zool.*, 23 : 249-258.
- CRISP (G.), 1956. — *Simulium* and Onchocerciasis in the Northern territories of the Gold Coast. H. K. Lewis and Co. Ltd., London : 176 p.
- CROSSKEY (R. W.), 1955. — Observations on the bionomics of adult of *Simulium damnosum* Theobald (Diptera : Simuliidae) in Northern Nigeria. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 49 : 142-153.
- DAVIES (D. M.), 1950. — A study of the Black flies population of a stream in Algonquin Park, Ontario. *Trans. R. Can. Inst.*, 28, 59 : 121-160.
- DAVIES (D. M.), 1978. — Ecology and behaviour adult Black flies (Simuliidae) : a review. *Quaest. Entomol.* 14 : 3-12.
- DAVIES (D. M.) et PETERSON (B. V.), 1956. — Observations on the mating, feeding, ovarian development and oviposition of adult Black flies. *Can. J. Zool.*, 34 : 615-655.
- DAVIES (J.-B.), 1962. — Egg-laying habits of *Simulium damnosum* Theobald and *Simulium medusaeforme* form *hargreavesi* Gibbins in Northern Nigeria. *Nature* 196, 4850 : 149-150.
- DAVIES (L.), 1957. (A study of the Black fly, *Simulium ornatum* Mg. (Diptera) with particular reference to its activity on grazing cattle. *Bull. ent. Res.* 48, 2 : 407-424.
- DISNEY (R. H. L.), 1969. — The timing of adult eclosion in Black flies (Diptera : Simuliidae) in West Cameroon. *Bull. ent. Res.*, 59, 3 : 485-503.
- DISNEY (R. H. L.), 1970. — The timing of the first blood meal in *Simulium damnosum* Theobald. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 64, 1 : 123-128.
- EDWARDS (A. J.) et TRENHOLME (A. A. G.), 1976. — Diel periodicity in the adult eclosion of the Black fly *Simulium damnosum* in the Ivory Coast. *Ecol. Ent.*, 1, 4 : 279-282.
- ELSEN (P.), 1980. — Contribution à l'étude écologique des populations préimaginales du complexe *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera : Simuliidae) en Afrique de l'Ouest. Thèse Doctorat 3^e cycle (spécialité entomologie), Université Paris-Sud, Orsay.
- GARMS (R.), 1978. — Use of morphological characters in the study of *Simulium damnosum* s.l. populations in West Africa. *Tropenmed. Parasit.*, 29, 4 : 483-491.
- GASSOUMA (M. S. S.), 1972. — Some observations on the swarming, mating, etc. of *Simulium damnosum* Theobald in the Sudan. *Doc. multigr. WHO/VBC/72.407*, 5 p.
- GIRARD (G.), SIRCOULON (J.) et TOUCHEBŒUF (P.), 1971. — Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Aperçus sur les régimes hydrologiques. O.R.S.T.O.M., n^o 50 : 109-145.
- GIRARD (G.), SIRCOULON (J.) et TOUCHEBŒUF (P.), 1971. — Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Aperçus sur les régimes hydrologiques. Mém. O.R.S.T.O.M., Paris, n^o 50 : 109-155.
- GIUDICELLI (J.), 1966. — Récoltes de simulies en Côte d'Ivoire. Étude de l'activité diurne des femelles de *Simulium damnosum*. *Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.)*, 11, 2 : 325-342.
- GOLINI (V. I.), 1974. — Relative response to substrates by oviposition Black flies (Diptera. Simuliidae). III. Oviposition by *Simulium vittatum* (Psilozia) Zetterstedt. *Proc. Ent. Soc. Ontario*, 105 : 48-55.

- GUILLAUMET (J.-L.), et ADJANOHOUB (E.), 1971. — Le milieu naturel de Côte d'Ivoire. La végétation de la Côte d'Ivoire. Mém. O.R.S.T.O.M., n° 50 : 156-263.
- HAÜSERMANN (W.), 1969. — On the biology of *Simulium damnosum* Theobald 1903, the main vector of *Onchocerciasis* in the Mahenge Moutains, Ulanga, Tanzania. *Acta tropica*, 26 : 26-29.
- HUNTER (D. M.), 1977. — Eclosion and oviposition rythms in *Simulium ornatipes* (Diptera : Simuliidae). *J. Aust. ent. Soc.*, 16 : 215-220.
- HUNTER (D. M.), 1978. — The sequence of events in outbreaks of *Austrosimulium pestilens* Mackerras and Mackerras (Diptera : Simuliidae). *Bull. ent. Res.*, 68 : 307-312.
- IMHOFF (J. E.) et SMITH (S. M.), 1979. — Oviposition behaviour, egg-masses and hatching response of the eggs of five Nearctic species of *Simulium* (Diptera : Simuliidae). *Bull. ent. Res.*, 69, 3 : 405-425.
- LADDLE (M.), BASS (J. A. B.), PHILPOTT (F. R.) et JEFFERY (A.), 1977. — Observations on the ecology of Simuliidae from the river Frome, Dorset. *Ecol. Ent.*, 2 : 197-204.
- LE BERRE (R.), 1966. — Contribution à l'étude biologique et écologique de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae). *Verh. dt. Zool. Ges.*, 30 : 367-372.
- LE BERRE (R.) et WENK (P.), 1966. — Beobachtung über das Schwarmverhalten bei *Simulium damnosum* Theobald in Obervolta und Kamerun. *Verh. dt. zool. Ges.*, 30 : 367-372.
- LEWIS (D. J.) et DUKE (B. O. L.), 1966. — *Onchocerca-Simulium* complexes. II. Variation in West African female *Simulium damnosum*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 60, 3 : 337-346.
- LEWIS (D. J.), LYONS (G. R. L.) et MARR (J. D. M.), 1961. — Observations on *Simulium damnosum* from the Red Volta in Ghana. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 55, 2 : 202-210.
- MARR (J. D. M.), 1962. — The use of an artificial breeding-site and cage in the study of *Simulium damnosum* Theobald. *Bull. Org. mond. Santé*, 27 : 622-629.
- MARR (J. D. M.), 1971. — Observations on resting *Simulium damnosum* Theobald at a dam site in Northern Ghana. *WHO/ONCHO/71.85*.
- MUIRHEAD-THOMPSON (R. C.), 1956. — Communal oviposition in *Simulium damnosum* Theo. (Diptera, Simuliidae). *Nature*, 178, 4545 : 1297-1299.
- PHILIPPON (B.), 1977. — Étude de la transmission d'*Onchocerca volvulus* (Leuckart, 1893) (Nematoda, Onchocercidae) par *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae) en Afrique tropicale. *Trav. Doc. O.R.S.T.O.M.*, Paris, n° 63, 308 p.
- PHILIPPON (B.), 1978. — L'onchocercose humaine en Afrique de l'Ouest. Vecteurs, agent pathogène, épidémiologie, lutte. *Initiations, Documents techniques* n° 37, ORSTOM, 197 p.
- PHILIPPON (B.), LE BERRE (R.), MAWASA-KWATTA (R.) et BANTANGA (D.), 1970. — Lutte contre *Simulium damnosum* sur le site d'Inga. *Convention E.D.F.-O.R.S.-T.O.M., rapport annuel 1968-1969*. Rapport ORSTOM, 40 p.
- PUYUELO (R.) et HOLSTEIN (M. M.), 1950. — L'onchocercose humaine en Afrique noire française. *Méd. trop.*, 3 : 397-510.
- QUILLÉVÉRÉ (D.), 1979. — Contribution à l'étude des caractéristiques taxonomiques, bioécologiques et vectrices des membres du complexe *Simulium damnosum* présents en Côte d'Ivoire. *Trav. et Doc. O.R.S.T.O.M.*, Paris, n° 109 : 304 p.
- REUTER (U.) et RÜHM (W.), 1976. — On the time distribution of flying females of *Boopthora erythrocephala* De Geer and *Simulium sublacustre* Davies during oviposition (Simuliidae, Dipt.). *Zeit. Angew. Zool.*, 63, 4 : 385-391.
- THOMPSON (R.), WALSH (J. F.) et WALSH (B.), 1972. — A marking and recapture experiment on *Simulium damnosum* and bionomic observations. *WHO/ONCHO/72.98* : 13 p., *multigr.*
- UNDERHILLI (G. W.), 1940. — Some factors influencing feeding activity of Simuliids in the field. *J. Econ. Ent.*, 33 : 915-917.
- WANSON (M.), 1950. — Contribution à l'étude de l'onchocercose africaine humaine. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, 30, 4 : 667-863.
- WELTON (J. S.) et BASS (J. A. B.), 1980. — Quantitative studies on the eggs of *Simulium (Simulium) ornatum* Meigen and *Simulium (Wilhelmia) equinum* L. in a chalk stream in southern England. *Ecol. Ent.*, 5 : 87-96.