

La durée du cycle gonotrophique des femelles du complexe *Simulium damnosum* en zone préforestière de Côte d'Ivoire ⁽¹⁾

Christian BELLEC *
Georges HÉBRARD **

Résumé

La durée du cycle gonotrophique des femelles appartenant au complexe *Simulium damnosum* a été établie, dans les conditions naturelles, en utilisant la technique dite du marquage-lâcher-recapture. Plusieurs catégories de femelles récoltées sur homme (femelles gorgées), sur plaques d'aluminium engluées (femelles gravides et femelles non gravides) et en cage d'émergence (femelles néonates) sont marquées à la peinture à l'huile, sous loupe binoculaire après anesthésie au gaz carbonique. Les recaptures sont assurées par des récoltes sur homme et sur plaques.

Les proportions de femelles recapturées sont de 5,5 % pour l'ensemble des six expérimentations. Les espèces du complexe présentes dans les recaptures appartiennent essentiellement au groupe de savane *S. damnosum* s.s./*S. sirbanum* et en moindres quantités au groupe de forêt *S. soubrense*/*S. sanctipauli*.

Pour reprendre la classification de Beklemishev, la phase I n'excède pas 24 heures dans la majorité des cas, la phase II est de 48 heures pour 86 % des femelles, de 72 heures pour 12 % et de 96 heures pour 2 % ; la phase III est très brève dans le cas de femelles ayant pris un repas de sang l'après-midi ou allongée de 6 à 12 heures pour les femelles gorgées le matin, en raison des exigences des femelles gravides quant aux horaires de ponte, dans la région considérée.

L'intervalle de temps entre les repas sanguins est de 3 ou 4 jours ; aucune variation dans la durée de ce cycle n'a pu être mise en relation avec des fluctuations de températures, des différences d'âge physiologique des femelles (femelles nullipares et femelles pares) ou l'identité spécifique à l'intérieur du complexe *S. damnosum*.

Mots-clés : *Simulium damnosum* s. l. – Cycle gonotrophique – Marquage – Piégeage – Côte d'Ivoire.

Summary

THE DURATION OF THE GONOTROPHIC CYCLE IN FEMALES OF THE SIMULIUM DAMNOSUM COMPLEX IN THE SAVANA-FOREST MOSAIC AREA OF IVORY COAST

The gonotrophic cycle in females of the *Simulium damnosum* complex was determined by the mark-release-recapture technique in the savana forest mosaic area of West Africa. Several categories of females were collected on man (engorged females), on aluminium plaque traps covered with sticky material (gravid females, non-gravid females) and in emergence cages (newly emerged females). These flies were marked using oil-painting through a binocular microscope after being anaesthetized with CO₂. The recapture methods consisted of human and plaque catches.

The recapture rate was 5,5 % for all the experiments. The recaptured species of the *S. damnosum* complex were mainly *S. damnosum* s.s./*S. sirbanum* group and to a lesser extent *S. soubrense*/*S. sanctipauli* group.

The gonotrophic cycle is divided into Beklemishev's three phases. The period between egg-laying and the blood meal (phase I) lasts less than 24 hours in most cases.

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

* Entomologiste médical O.R.S.T.O.M., B.P. 1500, Bouaké, Côte d'Ivoire.

** Technicien d'Entomologie médicale O.R.S.T.O.M., même adresse.

The duration of time for the digestion of the blood meal and the maturation of the ovaries (phase II) amounts to 48 hours for 86 % of the females, 72 hours for 12 % and 96 hours for 2 %. The period between the end of the maturation and the oviposition is very short when the females take their blood meal in the evening but it is delayed for 6 to 12 hours when the blood meal is taken in the morning. This is explained by the hourly activity of oviposition in the area.

Time interval between consecutive blood meals ranges from 3 to 4 days. No variation has been observed in relation to climatic factors (air temperature), age of the females (parous, nulliparous) or species identity.

Key words : *Simulium damnosum* s. l. – Gonotrophic cycle – Marking – Trapping – Ivory Coast.

1. INTRODUCTION

La durée du cycle gonotrophique des femelles de *S. damnosum* s. l. est un paramètre de première importance dans la compréhension de la transmission de l'onchocercose car elle détermine la fréquence du contact avec l'homme. Combiné avec la durée du cycle parasitaire ce paramètre permet d'estimer l'âge épidémiologiquement dangereux des femelles. La durée du cycle gonotrophique permet de déterminer également, compte tenu de la longévité des femelles, le nombre potentiel de pontes — d'estimer les taux de survie des femelles (Le Berre, 1966) selon le modèle proposé par Coz *et al.* (1961).

Le Berre (1966) a résumé les travaux concernant l'étude de la durée du cycle gonotrophique des femelles, cycle divisé en trois phases selon la classification de Beklemishev (1940) : la phase I correspond au délai entre la ponte (ou l'éclosion) et la prise du repas de sang suivant ; sa durée est appréciée par l'aspect et la taille des reliques folliculaires de la ponte précédente chez les femelles récoltées sur homme ; elle ne dépasse pas en moyenne 24 heures (Le Berre, 1966) mais peut être très brève en certaines périodes de l'année (Lewis, 1960 ; Ovazza *et al.*, 1965 ; Le Berre, 1966).

Le délai entre le repas de sang et la fin de la maturation ovarienne a été établi par l'observation du développement des follicules chez des femelles gorgées mises en survie ; la durée de cette phase II a été diversement appréciée : 2 à 3 jours (Lewis, 1953 ; Baccam, 1977), 3 jours (Lewis *et al.*, 1961), 4 jours (Wanson & Lebied, 1948), une semaine (Blacklock, 1926) : Le Berre (1966) a précisé que la durée de cette phase est fonction de la température et de l'âge physiologique des femelles, soit à 22-23°, 4 jours pour les femelles nullipares et 5 jours pour les pares ; cette durée est respectivement de 3 et 4 jours à 27°.

L'estimation de la phase III, délai entre la fin de la maturation ovarienne et l'oviposition est difficile à préciser dans le cas de femelles conservées en captivité, en raison des rétentions de ponte. Le Berre (1966)

a estimé que dans les conditions naturelles la durée de cette phase n'excède pas 24 heures.

L'intervalle de temps entre deux repas sanguins consécutifs peut donc être estimé par sommation des 3 phases (Le Berre, 1966) ou directement par d'autres techniques ; Duke (1968) et Phillippon (1977) apprécient la durée du cycle gonotrophique en comparant les mensurations des larves évolutives d'*O. volvulus* chez les femelles gorgées sur des onchocerquiens et mises en survie avec les mêmes mensurations chez les larves parasitant naturellement les femelles ; Thompson (1976) a effectué des marquages de femelles gorgées sur des onchocerquiens et a apprécié l'intervalle de temps entre les repas successifs par des recaptures sur homme au cours des jours suivant le premier repas.

La durée du cycle gonotrophique a été estimée par les auteurs précédemment cités en tenant compte de l'âge physiologique des femelles et des conditions climatiques ; les valeurs moyennes suivantes ont été observées ; 5 jours pour les femelles nullipares et 6 jours pour les pares en Afrique de l'Ouest (Le Berre, 1966), 3 jours en saison chaude et 4 jours en saison froide en région forestière du Cameroun et quel que soit l'âge physiologique des femelles (Duke, 1968), 3 jours 1/2 à 4 jours en savane soudanienne (saison chaude) et durée légèrement plus courte en forêt (Phillippon, 1977), 3 jours 1/2 en région forestière du Cameroun (Thompson, 1976).

En résumé, nous constatons que les durées des phases du cycle gonotrophique n'ont pu être estimées que par la mise en survie des femelles gorgées ou par des récoltes, faites uniquement sur homme, de femelles obtenues en fin de phase I. La mise au point d'un piège comprenant une plaque d'aluminium engluée (Bellec, 1976) nous permet désormais de récolter des femelles au cours de la phase III. Nous présentons ici les résultats de nos expériences de marquage, suivi de lâcher, de femelles récoltées à différents moments de leur cycle gonotrophique (femelles à jeun, femelles gorgées, femelles gravides, femelles néonates). Les recaptures de femelles sur plaques (femelles en fin de phase III) et sur homme (femelles à jeun en fin de phase I) nous ont permis d'estimer la durée de cha-

cune des phases du cycle gonotrophique dans les conditions de terrain.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les expérimentations se sont déroulées à la station de terrain de Danangoro (7° 10' N - 5° W ; région de Bouaflé, Côte d'Ivoire), sur la rivière Maraoué, dans la zone de secteur préforestier. Six expérimentations ont été faites de mars à juin 1978 et de janvier à février 1979.

2.1. Récoltes des femelles de *S. damnosum* s. l.

Les femelles appartenant au complexe *S. damnosum* sont récoltées vivantes sur homme (femelles gorgées), dans des cages d'émergence (femelles néonates) placées au-dessus de substrats artificiels où sont fixées des nymphes et sur des plaques d'aluminium (Bellec, 1976) ; dans ce dernier cas les femelles gravides et non gravides sont prélevées à l'aide d'une tigette cartonnée sur les plaques préalablement recouvertes d'un agent mouillant. Les femelles récoltées durant la période maximale d'activité entre 17 heures et 19 heures (Bellec & Hébrard, 1977) sont conservées dans des tubes de survie dont les parois sont finement perforées et à l'intérieur desquels sont placés des

rubans de papier filtre ; ces papiers servent de supports aux femelles et permettent d'absorber l'excès d'humidité.

2.2. Marquage et lâcher des femelles

Le marquage est effectué après anesthésie au gaz carbonique sous loupe binoculaire. Le dispositif d'anesthésie comprend (photo 1) une bouteille de gaz carbonique (a), un réchauffeur (b), un manodétendeur (c), un robinet sélecteur à 3 sorties (d) prolongées par des tuyaux de caoutchouc ; ceux-ci débouchent respectivement dans une enceinte d'anesthésie générale (e) permettant d'immobiliser une douzaine de simulies contenues dans les tubes de survie, et au niveau de deux cagettes (f) de 14 × 9 × 4 cm placées sur le socle de la loupe binoculaire ; chaque cagette comprend une grille métallique fixée à 3 cm du fond sur laquelle est posé un papier-filtre. Les simulies, déjà anesthésiées dans l'enceinte générale, sont déposées sur le papier-filtre ; cette cagette permet les marquages dans une enceinte saturée en gaz carbonique.

Une tache de peinture à l'huile est appliquée sur le mésothorax de l'insecte à l'aide d'une aiguille à bout rodé ; la couleur est différente en fonction des catégories de femelles et en fonction des jours. Le moment du marquage varie avec les catégories des femelles : les femelles gorgées sont marquées immédiatement

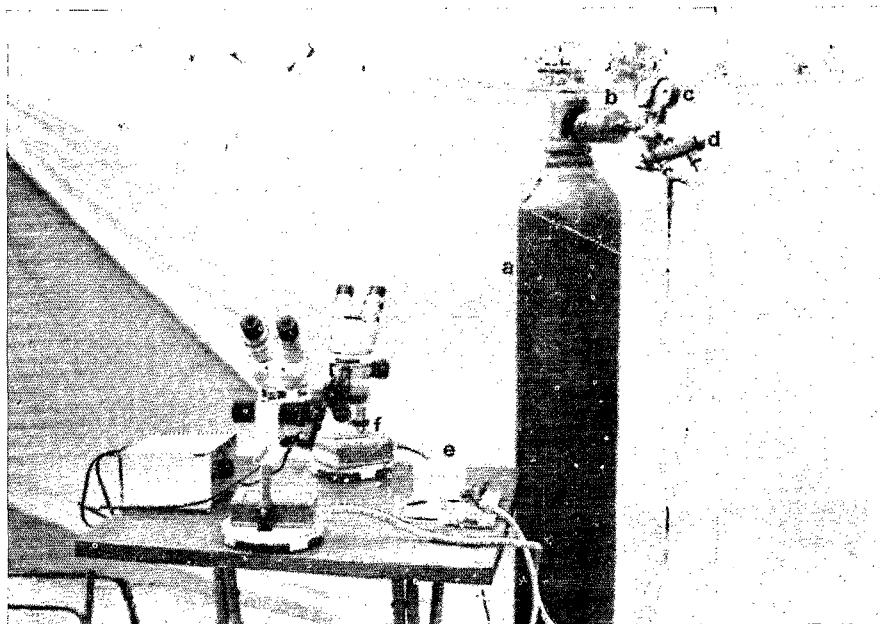


PHOTO 1. — Dispositif de marquage.

(expérience de janvier et février 1979) ou seulement le lendemain matin pour toutes les femelles récoltées la veille ; le marquage des femelles gravides a lieu le jour suivant la récolte sur plaque.

Le lâcher des femelles est effectué sur un gîte différent de celui où s'effectuent les récoltes et distant en amont de 12 km ; les horaires de lâcher sont précisés pour les diverses catégories de femelles de chaque expérimentation (tabl. II).

2.3. Recapture

Un dispositif de recapture est établi sur le gîte où s'effectue le lâcher des femelles ; il comprend des captures sur homme et des récoltes sur plaques d'aluminium engluées, faites de 7 heures à 18 heures 30 ou 19 heures.

2.4. Tri des récoltes de recaptures

Les adultes de simulies récoltés sur plaques sont triés par espèces ; les femelles de *S. damnosum* s. l. sont séparées en femelles gorgées, femelles gra-

vides et femelles non gravides. L'identification spécifique des femelles est faite en tenant compte de la forme et de la mensuration des antennes (Quillévéry *et al.*, 1977) et de la coloration des touffes alaires situées à la base de la nervure radiale de l'aile (Lewis & Duke, 1966 ; Garms, 1978 ; Dang & Peterson, 1980). Chez les femelles gravides le comptage des œufs est également effectué dans le but d'apprécier l'âge physiologique des femelles (méthode de Mockry, 1980).

2.5. Enregistrement des facteurs climatiques

La température est périodiquement repérée à l'aide de thermomètre à mercure au cours de la journée et, lors des expériences de 1979, au moyen de thermomètres à maxima-minima.

3. RÉSULTATS

3.1. Résultats des recaptures

Le tableau I récapitule les quantités de femelles marquées et lâchées, par catégorie physiologique,

TABLEAU I

Nombre de femelles marquées et lâchées ; nombre et identité spécifique des femelles recapturées ; pourcentage de recaptures

	FEMELLES MARQUÉES ET LACHÉES				Total	FEMELLES RECAPTURÉES		
	Néonates	Non gravides	Gravides	Gorgées		Total	Pourcentage	Identité spécifique
Mars 1978		92	94	57	243	9	4,0	<i>S. damnosum</i> s. s. } .. 7 <i>S. sirbanum</i> } .. non identifiées..... 2
Avril 1978		302	163	998	1 463	93	6,5	<i>S. damnosum</i> s. s. } .. 80 <i>S. sirbanum</i> } .. non identifiées..... 13
Mai 1978	91	42	301	712	1 146	12	1,0	<i>S. damnosum</i> s. s. } .. 12 <i>S. sirbanum</i> } ..
Juin 1978	65	21	40	199	325	5	1,5	<i>S. dam./S. sirb.....</i> 3 <i>S. sanct./S. soub.....</i> 1 non identifiée..... 1
Janvier 1979			243	800	1 043	129	12,5	<i>S. damnosum</i> s. s. } .. 91 <i>S. sirbanum</i> } .. <i>S. soubrense</i> } .. 30 <i>S. sanctipauli</i> } .. non identifiées..... 8
		278			278	2	1,0	<i>S. dam./S. sirb.....</i> 1 <i>S. soub./S. sanct.....</i> 1
Février 1979	17		165	104	286	19	6,5	<i>S. damnosum</i> s. s. } .. 15 <i>S. sirbanum</i> } .. <i>S. soubrense</i> } .. 3 <i>S. sanctipauli</i> } .. non identifiée..... 1
TOTAL	451	457	1 006	2 870	4 784	269	5,5	

CYCLE GONOTROPHIQUE DE *SIMULIUM DAMNOSUM* EN CÔTE D'IVOIRE

TABLEAU II

Nombre et horaires des recaptures sur homme (femelles à jeun) observées le lendemain de la ponte

	HEURES DE RECAPTURES											Total
	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18,30	
Nombre de femelles	0	2	3	1	0	—	1	2	4	0	3	16

ainsi que le nombre et l'identité spécifique des femelles recapturées. Sur 4 784 femelles marquées et lâchées, 269 ont été recapturées sur homme (45 femelles à jeun) et sur plaques (178 femelles gravides, 41 femelles non gravides, 5 femelles gorgées). Les femelles recapturées appartiennent essentiellement aux espèces de savane, *S. damnosum* s. s. et *S. sirbanum* Vajime & Dunbar, 1975 et en certaines saisons aux espèces de grandes rivières de forêt, *S. soubrense* V. & D. et *S. sanctipauli* V. & D.

3.2. Durée de chaque phase du cycle gonotrophique

La durée des phases du cycle gonotrophique est estimée par les recaptures successives de femelles sur homme ou sur plaques les jours suivant le lâcher d'un même lot de femelles présentant un état physiologique défini (femelles néonates, femelles à jeun et gorgées, femelles gravides et non gravides) et marquées par une couleur identique. Chaque femelle n'est recapturée qu'une seule fois.

La période écoulée entre la ponte et le repas de sang suivant (phase I) est déterminée par l'intervalle de temps séparant les recaptures de femelles gravides sur plaques (1) de celles des femelles à jeun obtenues sur homme. Les recaptures sur homme (16 femelles recapturées) ont lieu le lendemain de l'oviposition, observée entre 17 heures et 19 heures ; les recaptures sur homme (tabl. III) sont réparties tout au long de la journée.

L'intervalle de temps séparant le repas de sang pris au jour J₀ et la ponte effectuée les jours suivants (J₁, J₂, J₃, ...) correspond aux phases II et III ; cet intervalle a été estimé à partir de 93 femelles gravides (tabl. III) recapturées sur plaques. La durée est de 48 heures pour 86 % des femelles, 72 heures pour 12 % et 96 heures pour 2 % des femelles.

TABLEAU III

Nombre de femelles gravides récoltées sur plaques les jours suivants (J₁, J₂, J₃...) le repas de sang (J₀)

	NOMBRE DE FEMELLES GRAVIDES					
	J ₁	J ₂	J ₃	J ₄	J ₅	J ₆
Expérimentations						
Mars 1978		1	1			
Avril 1978		17	1			
Mai 1978		1	1			
Janvier 1979		59	7	2		1
Février 1979		2				
TOTAL		80	10	2		1

Le marquage par des couleurs différentes de femelles gorgées le matin ou l'après-midi permet d'estimer la durée de la phase III en comparant les durées respectives entre le repas de sang et la ponte (phases II et III ; tabl. IV).

(1) La similitude des horaires de ponte établis lors d'observations de femelles pondeuses sur les supports naturels des gîtes et par des récoltes de femelles gravides sur plaques ainsi que la comparaison de la mensuration moyenne des œufs nous permettent d'affirmer que les femelles gravides sont interceptées par les plaques lorsqu'elles viennent pondre.

TABLEAU IV
Estimation de la durée de la phase III

FEMELLES GRAVIDES RECAPTURÉES								
			NOMBRE			HEURES		
			Avril 78	Mai 78	Janv. 79	Avril 78	Mai 78	Janv. 79
Prise de repas de sang le matin 7 h-12 h (J ₀)	J ₂				7 1			17 h-18 h 30 17 h-18 h
Prise de repas de sang l'après-midi 14 h-18 h (J ₀)	J ₂	8	1	17	15 h-19 h	18 h 30-19 h	17 h-18 h 30	
	J ₃	0	1	1		17 h-18 h	18 h-18 h 30	

Le tableau IV montre que, quel que soit le moment de la journée où s'effectue le repas de sang, l'oviposition des femelles a lieu principalement entre 17 heures et 19 heures le deuxième jour (33 femelles) ou le troisième jour (3 femelles). La durée de la phase III est alors très courte pour les femelles gorgées au cours de l'après-midi, ou allongée de 6 heures à 12 heures pour les femelles ayant pris un repas de sang le matin. Dans ce dernier cas les femelles ont effectué une rétention de ponte.

La rétention de ponte, constatée par de nombreux auteurs pour des femelles maintenues en captivité, a été observée en partie dans les conditions naturelles. Les femelles gravides, récoltées entre 17 heures et 18 h 30 au jour (J₀) puis conservées en captivité, sont lâchées le lendemain matin (J₁) ; le tableau V montre que 95 % des femelles viennent pondre aux heures habituelles de l'oviposition, 24 heures après leur récolte.

TABLEAU V

Observation de la rétention de ponte chez les femelles gravides (femelles récoltées au jour J₀ entre 17 h-18 h 30), conservées en captivité et lâchées le lendemain matin puis recapturées

HORAIRE ET NOMBRE DE RECAPTURES DE FEMELLES GRAVIDES									
	9-10	10-11	11-12	12-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-18,30
HORAIRE DES LACHERS DE FEMELLES GRAVIDES									
10 h-11 h Avril 1978	—	—					1	8	7
10 h-11 h Mai 1978	—	—						1	2
9 h-10 h Janvier 1979	0	2						8	37
9 h-10 h Février 1979	2							2	3

La rétention de ponte a pu atteindre 48 heures chez deux femelles.

3.3. La durée du cycle gonotrophique

A partir des données recueillies pour l'estimation de la durée de chacune des phases nous pouvons considérer que la durée du cycle gonotrophique est de trois jours pour la majorité des femelles ; à savoir : 24 heures pour la phase I et 48 heures pour les phases II et III. La durée atteint quatre jours lorsque la maturation ovarienne nécessite 72 heures.

La durée du cycle gonotrophique peut être appréciée directement par les intervalles de temps entre les repas successifs des femelles recapturées sur homme les jours suivants ce premier repas de sang (tabl. VI).

TABLEAU VI

Intervalle de temps entre les repas de sang successifs : nombre de femelles recapturées sur homme les jours suivants (J₁, J₂, J₃...) un premier repas (J₀)

	NOMBRE DE FEMELLES RECAPTURÉES SUR HOMME						
	J ₁	J ₂	J ₃	J ₄	J ₅	J ₆	J ₇
Mars 1978					1		1
Avril 1978			7	4			
Mai 1978			2				
Juin 1978			1				
Janvier 1979				1			
TOTAL			10	1	5		1

Le tableau VI montre que les femelles ayant pris un repas de sang au jour J₀ sont recapturées sur homme les jours suivants : J₃ (10 femelles) J₄ (1 femelle), J₅ (5 femelles) et J₇ (1 femelle ; cette recapture fera l'objet d'une analyse présentée au paragraphe 4.3).

3.4. Variations observées dans la durée du cycle gonotrophique

Les variations de la durée de la phase II semblent être à l'origine des différences observées dans les esti-

mations du cycle gonotrophique pour des femelles ayant pris un repas de sang non loin des gîtes ; certaines causes de variations avancées par plusieurs auteurs ont fait l'objet d'investigation ; l'identité spécifique des espèces du complexe *S. damnosum*, l'âge physiologique des femelles, la température.

(a) IDENTITÉ SPÉCIFIQUE DES VECTEURS

La possibilité récemment acquise (Quillévéré, 1979 ; Garms, 1978) de déterminer les femelles par paires entre les espèces savaniques (*S. damnosum* s. s./*S. sirbanum*) et forestières (*S. soubrense*/*S. sanctipauli*) nous a permis de constater que dans les conditions de l'expérimentation il ne semble pas exister de différence entre les espèces du complexe. En effet aucune différence significative (test χ^2 corrigé de Yates) n'apparaît dans la durée du cycle gonotrophique (phases II et III) entre les espèces du complexe *S. damnosum* effectuant une maturation ovarienne 48 heures après un repas de sang (*S. damnosum* s.s./*S. sirbanum* : 42 femelles gravides ; *S. soubrense*, *S. sanctipauli* : 11) ou 72 heures (*S. damnosum*/*S. sirbanum*, 10 ; *S. soubrense*/*S. sanctipauli* : 3).

(b) AGE PHYSIOLOGIQUE

La mise en évidence de différence de la durée de la maturation ovarienne en fonction de l'âge physiologique (femelles nullipares et pares) a fait l'objet des marquages suivants : marquage et lâcher de femelles après l'émergence (femelles nullipares), lâcher de femelles gravides marquées (femelles pares après la ponte).

Nous n'avons pu estimer les durées respectives des cycles gonotrophiques des femelles nullipares et pares en raison des faibles taux de recaptures des femelles néonates et des femelles ayant effectué une ponte. Sur 451 femelles marquées et lâchées dans l'heure qui suit l'émergence, 2 femelles non gravides (tableau I) ont été recapturées sur plaques. Sur les 1 006 femelles gravides relâchées, seulement 2 femelles ont été récoltées au jour J₃ après la ponte précédente (J₀) et 2 femelles au jour J₅.

(c) TEMPÉRATURE

Les variations de températures journalières (tabl. VII) observées au cours des mois ou selon les journées pour une même expérience apparaissent peu accusées ; elles ne peuvent expliquer les différences observées dans la durée de la maturation ovarienne.

TABLEAU VII
Températures repérées pendant les expériences

	7 h	15 h	18 h	moyenne diurne	moyennes des températures minimales-maximales	
Mars 1978	22,4°	33,1°	27,5°	28°		
Avril 1978	23,2°	29,5°	25,9°	26,8°		
Mai 1978	23,2°	30,1°	26,4°	27,1°		
Juin 1978	23°	29,5°	26,5°	26,7°		
Janvier 1979	24,6°	31°	28°	28°	29,9°	33°
Février 1979	24,5°	33,3°	28,75°	29,5°	25,7°	33,5°

4. DISCUSSION

4.1. Critique de la méthodologie

L'association de deux méthodes de récoltes (homme et plaque) interceptant les femelles à différents moments de leur cycle gonotrophique (femelles à jeun, femelles pondueuses) présente plusieurs avantages :

— elle augmente le nombre de femelles marquées quotidiennement ; la double possibilité de marquage se révèle particulièrement intéressante lors de faibles densités des populations adultes ou dans le cas d'espèces à tendance zoophile ;

— elle augmente les chances de recaptures ; les taux de recaptures obtenus lors de nos expérimentations sont assez élevés, proches de 5 % pour l'ensemble des six expérimentations ; ils sont nettement supérieurs à ceux obtenus par d'autres auteurs.

Ces taux présentent par ailleurs des variations comprises selon les mois entre 1 et 2 % en mai et juin et 12 % en janvier. Ces variations peuvent s'expliquer soit par des différences d'efficacité des plaques par rapport au nombre et à la distribution des gîtes lors des fluctuations des niveaux d'eau soit par les variations intrinsèques de dispersion des femelles en fonction des saisons (Le Berre, 1966).

Cette méthodologie présente toutefois certaines contraintes en raison du double dispositif de récolte ; le lâcher (2.2) des femelles a été choisi en un

site différent de celui des récoltes afin d'éviter des interférences dans les manipulations lors des prélèvements de femelles gravides et des femelles gorgées destinées au marquage des recaptures de femelles marquées ; le transport de ces femelles n'occasionnant pas de mortalité.

La méthodologie retenue pour le marquage effectué après anesthésie ne pose aucun problème technique puisque 200 simules peuvent être marquées par heures et par opérateur (photo 1) ; elle provoque un certain délai entre la récolte et le marquage. Ce délai est inévitable dans le cas des femelles gravides ; compte tenu des horaires de ponte (maximum observé dans la demi-heure précédant le crépuscule) il nous est impossible de marquer et de lâcher les femelles avant la nuit ; nous avons donc effectué le marquage le lendemain matin. Lors des expériences effectuées en 1978, le marquage des femelles gorgées a lieu le lendemain matin pour toutes les femelles capturées la veille ; en effet la majorité des récoltes était faite dans la dernière heure de la journée et le marquage et le lâcher des femelles ne pouvaient avoir lieu le soir même. Afin de vérifier si le délai de conservation des femelles gorgées n'influait pas les estimations des phases II et III, nous avons marqué immédiatement les femelles gorgées lors des expériences de janvier et de février 1979 ; dans ce cas les captures de femelles étaient suspendues vers 17 heures 30. Nos résultats permettent d'affirmer que le délai de conservation ne modifie aucunement la durée des phases II

et III. Cette méthodologie permet ainsi de récolter des femelles en plusieurs gîtes d'où une augmentation des quantités de femelles marquées ; elle sera particulièrement adaptée pour des études de dispersion et de migration des femelles.

4.2. Durée des phases du cycle gonotrophique

Les femelles ayant pondu entre 17 heures et 19 heures, heures habituelles de l'oviposition (Bellec & Hébrard, 1977), reprennent un repas de sang le lendemain ; la durée de la phase I n'excède donc pas 24 heures, ce qui correspond aux appréciations faites par Le Berre (1966). Les heures de recaptures sur homme (tabl. II) sont réparties tout au long de la journée et correspondent aux horaires des piqûres de femelles pares (Le Berre, 1966). La durée de la phase II, estimée dans les conditions de terrain est de 48 heures pour la majorité des femelles ce qui confirme les résultats de Lewis (1953) et Baccam (1977). La durée de la phase III dépend de l'heure à laquelle les femelles ont pris le repas sanguin ; cette différence est le fait du comportement de vol des femelles gravides de *S. damnosum* s. s. qui généralement n'effectuent leur ponte qu'à des horaires particuliers (le soir) en relation avec la diminution de la luminosité en fin d'après-midi (Thompson *et al.*, 1972 ; Bellec & Hébrard, 1977). Les possibilités de rétentions de ponte, qui ont pu atteindre 48 heures chez deux femelles (3.2.) peuvent expliquer la recapture de femelles gravides en des points éloignés (80 km) des gîtes d'origine (Bellec *et al.*, 1977).

4.3. Durée du cycle gonotrophique

L'intervalle entre les deux premiers repas de sang suivant le marquage est de 3 jours pour la majorité des femelles, estimation faite en tenant compte de la durée respective des trois phases ou de l'intervalle de temps séparant deux repas de sang pris sur un hôte humain ; la récolte faite le quatrième jour (tabl. VI) concernerait des femelles ayant effectué une maturation ovarienne en 72 heures. Deux interprétations peuvent être faites au sujet des recaptures observées au jour J_5 :

— soit ces femelles sont capturées lors du deuxième repas ; elles présenteraient une durée de maturation ovarienne plus longue que celle observée pour la majorité des femelles (tabl. III) ; elles correspondraient aux 2 % des recaptures de femelles gravides observées au jour J_4 (première hypothèse) ;

— soit ces femelles sont recapturées lors du troisième repas de sang ; dans ce cas nous devons envisa-

ger, compte tenu des horaires de ponte (maximum situé entre 17 heures et 19 heures) que le second repas (R_2) a succédé immédiatement à la ponte P_1 (deuxième hypothèse).

L'absence de recaptures, le même jour, de femelles pondeuses récoltées sur plaques et de femelles à jeun sur homme appartenant à un même lot de marquage ne nous permet pas de conclure. Cette éventualité d'un troisième repas de sang au jour J_5 n'est pas à écarter compte tenu des observations analogues faites par Duke (1968). Dans ces conditions les récoltes de femelles pondeuses (tabl. III) au jour J_4 concerneraient des femelles qui effectueraient leur deuxième ponte (P_2).

De la même façon, les récoltes faites le septième jour (tabl. VI) peuvent être interprétées comme des femelles effectuant leur troisième repas de sang après deux cycles gonotrophiques de 3 à 4 jours ou bien des femelles prenant leur quatrième repas.

4.4. Variations observées de la durée du cycle gonotrophique

Plusieurs causes de variations ont été avancées par les auteurs tels que la température (Le Berre, 1966 ; Duke, 1968 ; Philippon, 1977), l'âge physiologique des femelles (Le Berre, 1966 ; Philippon, 1977) sans omettre la possibilité de variation en fonction des espèces du complexe (Philippon, 1977).

— Variation en fonction de l'espèce : dans les conditions climatiques identiques, nos observations (3.3.a) ne font pas apparaître de différence de la durée de la maturation ovarienne entre les espèces du complexe. Nos observations ne portant que sur une seule expérimentation (janvier 1979) et sur des effectifs de femelles forestières particulièrement faibles, il convient de nuancer ces conclusions.

— Variations liées aux facteurs climatiques : les faibles variations thermiques observées au cours de notre expérimentation, températures moyennes diurnes comprises entre 26,7° et 29°, peuvent expliquer la constance de notre estimation de la durée du cycle gonotrophique. Ces températures sont en effet nettement supérieures à celles mentionnées par Le Berre (1966) et Duke (1977) et ne semblent pas montrer suffisamment de fluctuations pour influencer sur la durée du cycle gonotrophique.

— Variation en fonction de l'âge physiologique : nos expérimentations ne nous ont pas permis de définir par des méthodes directes les durées respectives des cycles gonotrophiques des femelles nullipares et des femelles pares ; néanmoins, des estimations indirectes peuvent être faites.

Les recaptures successives de femelles gravides suivant la ponte au jour J_0 ont lieu au jour J_3 (deux femelles) et au jour J_5 (deux femelles) ; les intervalles de temps entre les pontes successives sont alors analogues au délai observé entre les repas (tabl. VI) ; cette analogie semblerait montrer que la durée du cycle gonotrophique, telle qu'elle ressort des résultats présentés au paragraphe 3.3, correspond à celle des femelles paires. Cette déduction paraît confirmée au vu des proportions de femelles paires établies par la dissection d'une partie des femelles récoltées le jour du marquage des femelles gorgées ; ces proportions étaient très élevées au cours des différentes expérimentations, supérieures à 70 % sauf chez les femelles capturées en mai (55 % de femelles paires).

On a procédé par ailleurs au comptage des œufs des femelles gravides recapturées les jours suivant la prise d'un repas de sang en considérant comme Le Berre (1966) et Mockry (comm. pers.) que le nombre moyen de follicules ovariens ou d'œufs décroît à chaque cycle gonotrophique. Les effectifs des femelles gravides recapturées après le marquage de femelles gorgées ont été particulièrement élevés au cours de l'expérimentation du mois de janvier 1979. La comparaison du nombre d'œufs moyens contenus dans les abdomens des femelles récoltées sur plaques ne révèle pas de différence significative entre les femelles ayant effectué une maturation ovarienne en 48 heures (nombre moyen de 369 œufs observé chez 53 femelles) ou en 72 heures (nombre moyen de 373 œufs, 7 femelles). Selon Mockry (1980) ces nombres moyens correspondraient à des femelles paires.

5. CONCLUSIONS

La possibilité d'observer les femelles de *S. damnosum* s.l. à plusieurs moments de leur cycle gonotrophique à l'aide de capture sur homme et de récoltes sur plaques a permis d'apprécier, dans les conditions de terrain, la durée des différentes phases de ce cycle. La figure 1 (1) résume les interprétations données aux recaptures des femelles qui ont été marquées soit à l'état de femelles gravides (A) soit après un repas de sang (B) :

— le délai entre la ponte et le repas de sang (phase I) n'exécède pas 24 heures ;

— la durée de la maturation ovarienne (phase II) est de 48 heures pour la majorité des femelles ;

— l'intervalle de temps séparant la fin de la maturation ovarienne de l'oviposition (phase III) est bref ou allongé de 6 à 12 heures selon le moment de la journée (matin ou après-midi) où a lieu le repas de sang ;

— l'intervalle de temps (durée du cycle gonotrophique) entre deux repas consécutifs est de 3 jours pour la majorité des femelles et atteint 4 jours lorsque la maturation ovarienne nécessite 72 heures. Dans les conditions de nos expériences cette variation n'a pu être mise en relation avec des différences de température, d'identité spécifique des femelles du complexe ou d'âge physiologique.

La durée du cycle gonotrophique est comparable à celle estimée en zone forestière du Cameroun par Duke (1968), 3 jours en saison chaude, et légèrement plus courte que celle appréciée par Thompson (1976), 3 jours 1/2 dans cette région, et par Philippon (1977), 3 jours 1/2 - 4 jours en savane soudanienne de Haute-Volta. Un intervalle de 3-4 jours peut donc être adopté dans le cas de température moyenne journalière supérieure à 24° ; il est à noter également que cet intervalle moyen a été observé lors des études faites chez des espèces sylvicoles du complexe (Philippon, 1977) et chez une espèce forestière, probablement *S. squamosum* (Duke, 1968 ; Thompson, 1976). Enfin nos observations révèlent que la durée du cycle gonotrophique des femelles paires ne serait pas aussi élevée que celle déterminée par Le Berre (1966). En résumé il semble donc exister une variation naturelle intrinsèque ou influencée par des conditions extérieures auxquelles les femelles peuvent d'ailleurs réagir différemment.

L'intérêt de l'estimation de la durée du cycle gonotrophique est primordial tant sur le plan épidémiologique qu'entomologique :

— Sur le plan épidémiologique : la possibilité pour une femelle de transmettre des larves infectantes d'*Onchocerca volvulus* est sous la dépendance de trois facteurs ; la durée du cycle gonotrophique, la durée du cycle parasitaire, la longévité des femelles ; ces trois facteurs définissent l'âge épidémiologiquement dangereux. La relation entre l'intervalle de temps séparant deux repas consécutifs et la durée du cycle parasitaire, observée par Quillévéré (comm. pers.) à 6-7 jours à Danangoro montre qu'en majorité les femelles ne peuvent transmettre des larves infectantes d'*Onchocerca volvulus* qu'à partir du troisième repas ou à des repas ultérieurs (observations de femelles récoltées au troisième repas au jour J_5 ; para-

(1) Ce diagramme ne tient pas compte de certaines recaptures (3.1) en raison de la difficulté de leur interprétation ; il s'agit des recaptures de femelles non gravides sur plaques, de recaptures sur homme de femelles non gravides récoltées sur plaques ; enfin les femelles gravides récoltées à distance du point de relâcher n'ont pas été prises en compte.

CYCLE GONOTROPHIQUE DE *SIMULIUM DAMNOSUM* EN CÔTE D'IVOIRE

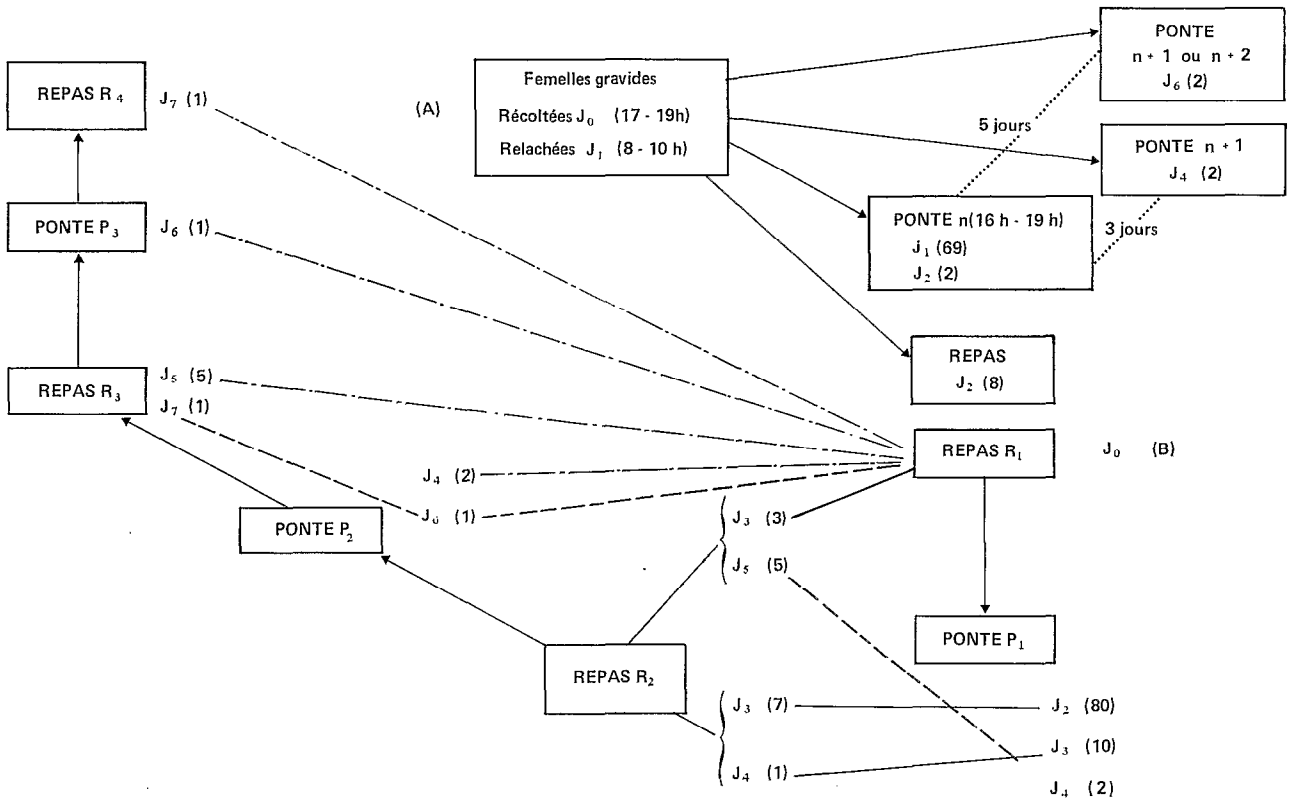


FIG. 1. — Interprétations données aux recaptures de femelles marquées :
 (A) : marquage de femelles gravides. (B) : marquage de femelles gorgées au jour J_0 .
 - - - - - Première hypothèse : maturation ovarienne longue.
 — — — Deuxième hypothèse : délai entre la ponte et le repas suivant, extrêmement court.
 Le nombre de femelles marquées est mis entre parenthèses.

graphe 4.3). Cette constatation rejoint celles faites en d'autres zones de la répartition des vecteurs par Le Berre (1966), Duke (1968), Garms (1973), Philippon (1977) et Quillévére (1979). L'éventualité d'une transmission de larves infectantes entre deux repas sanguins consécutifs ne serait envisagée que dans le cas où une femelle ayant pris un repas de sang le matin du jour J_0 effectuerait le repas ultérieur au jour J_5 dans l'après-midi (tabl. VI). Dans cette hypothèse correspondant à notre deuxième interprétation présentée au paragraphe 4.3, l'intervalle entre deux repas serait de 5 jours 1/2 soit à la limite inférieure du cycle parasitaire. La fraction de la population concernée serait alors faible (2 %) ; cette possibilité a déjà été formulée au Cameroun par Duke (1968) chez des femelles forestières et par Philippon (1977) en savane soudanienne qui a constaté une augmentation du taux de femelles infectieuses chez les femelles les plus âgées.

— Sur le plan biologique le nombre de cycles gonotrophiques détermine le nombre de pontes, facteur important dans la connaissance de la dynamique des populations simuliennes.

— Sur le plan de la lutte aduicide ; nous avons montré dans un travail antérieur que le phénomène de réinvasion se traduit essentiellement par une arrivée de femelles gravides (Bellec *et al.*, 1977) ; compte tenu du délai extrêmement bref de la phase I (période écoulée entre la ponte et le repas de sang suivant), la protection des zones traitées soumises à des réinvasions devra nécessiter une intervention (lutte aduicide) rapide pour éviter une retransmission de l'onchocercose dans ses régions.

REMERCIEMENTS

Il nous est agréable de remercier tous ceux qui ont participé occasionnellement aux séances de marquages : MM. J. M. Prud'hom, technicien d'Entomologie médicale

de l'O.R.S.T.O.M., A. Moustapha, A. d'Almeida, A. Somé, élèves d'Entomologie médicale de l'O.R.S.T.O.M., stagiaires à l'I.R.O., R. Lama et A. Sagno, entomologistes guinéens, stagiaires à l'I.R.O., le personnel de notre équipe « Échantillonnage », en particulier MM. S. Bakayoko et D. Coulibaly.

Nous adressons également tous nos remerciements au Dr B. Philippon, ancien directeur de l'Institut de Recherches sur l'Onchocercose, pour nous avoir conseillé lors de cette expérience et lors de la rédaction de cette publication.

Manuscrit reçu au Service des Publications de l'O.R.S.T.O.M.
le 22 juillet 1980.

BIBLIOGRAPHIE

- BACCAM (D.), 1977. — Biologie et écologie de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae). Recherches sur le fonctionnement ovarien et sur l'influence des mermithidae parasites (Nematoda). Thèse de Doctorat de 3^e cycle, Université P. Sabatier de Toulouse.
- BEKLEMISHEV (W. M.), 1940. — (Le cycle trophogonique, principe de base de la biologie d'Anophèles). *Vop. Fiziol. Ekol. Malar.*, Komara, 1, 3.
- BELLECC (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° 3 : 209-217.
- BELLECC (C.) & HÉBRARD (G.), 1977. — Étude des cycles d'activité horaire de vol des adultes de *Simulium damnosum* s.l. en Afrique de l'Ouest. *Doc. O.C.C.G.E./O.R.S.T.O.M.*, n° 2/Oncho/Rap./77 12 p., multigr.
- BELLECC (C.), HÉBRARD (G.) & TRAORÉ (S.), 1977. — Étude des déplacements des vecteurs de l'Onchocercose en Afrique de l'Ouest. I. Utilisation des « plaques d'aluminium » dans l'étude de la dispersion des adultes de *Simulium damnosum* s.l. *Doc. O.C.C.G.E./O.R.S.T.O.M.*, n° 25/Oncho/Rap./77, p. 13.
- BELLECC (C.), HÉBRARD (G.), TRAORÉ (S.) & YÉBAKIMA (A.), 1977. — Étude des déplacements des vecteurs de l'Onchocercose en Afrique de l'Ouest. I. Utilisation des « plaques d'aluminium » dans l'étude de la réinvasion par les adultes de *Simulium damnosum* s.l. d'une zone du programme O.M.S., *Doc. vonéo O.C.C.G.E./O.M.S./O.R.S.T.O.M.*, n° 24/Oncho/Rap/77, 16 p.
- BLACKLOCK (D. B.), 1926. — The further development of *O. volvulus* Leuckart in *S. damnosum*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 20, 2 : 203-218.
- COZ (J.), GRUCHET (H.), CHAUVET (G.) & COZ (M.), 1961. — Estimation du taux de survie chez les anophèles. *Bull. Soc. Path. exot.*, 54, 6 : 1353-1358.
- DANG (B. T.) & PETERSON (R. V.), 1980. — Pictorial keys to the main species and species group within the *Simulium damnosum* Theobald complex occurring in West Africa (Diptera, Simuliidae). *Tropenmed. Parasit.*, 31, 1 : 117-120.
- DUKE (B. O. L.), 1968. — Studies of factors influencing the transmission of Onchocerciasis. V. The stages of *Onchocerca volvulus* in wild « forest » *Simulium damnosum*, the fate of the parasites in the fly, and the age-distribution of the biting population. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 62, 1 : 107-116.
- GARMS (R.), 1973. — Quantitative Studies on the Transmission of *Onchocerca volvulus* by *Simulium damnosum* in the Bong Range, Liberia. *Tropenmed. Parasit.*, 24 : 358-372.
- 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.
- LE BERRE (R.), 1966. — Contribution à l'étude biologique et écologique de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae). *Mém. O.R.S.T.O.M.*, n° 17, 204 p.
- LEWIS (D. J.), 1953. — *Simulium damnosum* and its relation to onchocerciasis in the anglo-egyptian Sudan. *Bull. ent. Res.*, 43, 4 : 597-644.
- LEWIS (D. J.), 1960. — Observations in *Simulium damnosum* in the southern Cameroon and Liberia. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 54, 2 : 208-223.
- LEWIS (D. J.), LYONS (G. R. L.) & MARR (J. D. M.), 1961. — Observations on *Simulium damnosum* from the red Volta in Ghana. *Ann. trop. Med. Parasit.* 55 : 202-210.
- LEWIS (D. J.) & DUKE (B. O. L.), 1966. — *Onchocerca-Simulium* complexes. II — Variation in West African female *Simulium damnosum*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 60, 3 : 337-346.
- MOCKRY (J. E.), 1980. — A method for estimating the age of field-collected female *Simulium damnosum* s.l. (Diptera, Simuliidae). *Tropenmed. Parasit.*, 31, 1 : 121-127.
- OVAZZA (M.), COZ (J.) & OVAZZA (L.), 1965. — Étude des populations de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae) en zone de gîtes non permanents. I. Observations sur les variations de quelques-uns des caractères utilisés dans l'estimation de l'âge physiologique. *Bull. Soc. Path. exot.*, 58, 5 : 938-950.
- 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. et Doc. de l'O.R.S.T.O.M.*, n° 63 : 308 p.
- QUILLÉVÉRÉ (D.), SECHAN (Y.) & PENDRIEZ (B.), 1977. — Étude du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest. V. Identification morphologique des femelles en Côte d'Ivoire. *Tropenmed. Parasit.*, 28, 2 : 204-253.
- 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. de l'O.R.S.T.O.M.*, n° 109 : 304 p.
- THOMPSON (B. H.), 1976. — The intervals between the blood meals of man-biting *Simulium damnosum* (Diptera, Simuliidae). *Ann. trop. Med. Parasit.*, 70, 3 : 329-341.
- THOMPSON (B. H.), WALSH (J. F.), WALSH (B.), 1972. — A marking and recapture experiment on *Simulium damnosum* and bionomic observations. *WHO/ONCHO/72.98*, 13 p., multigr.
- WANSON & LEBIED, 1948. — Le cycle gonotrophique de *Simulium damnosum*. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 41 : 66-82.