

Etude du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'ouest

VII. Etude de la bioécologie et du pouvoir vecteur des femelles de *S. sanctipauli*, *S. soubrense* et *S. yahense* en Côte d'Ivoire (1)

Daniel QUILLÉVÉRE *

Bernard PENDRIEZ **

Yves SÉCHAN **

Bernard PHILIPPON *

RÉSUMÉ.

Après une revue des problèmes soulevés par l'existence du complexe *S. damnosum* et l'exposé des techniques d'étude, les auteurs étudient successivement le rythme journalier de piqûre, la densité et l'âge moyen des populations, la dispersion, la zoophilie et le pouvoir vecteur de *S. sanctipauli*, *S. soubrense* et *S. yahense* en Côte d'Ivoire. L'étude du parasitisme par *O. volvulus* dans les différentes espèces a permis de mettre au point un calcul donnant la composition théorique d'une population piqueuse. Il apparaît également que de nettes différences existent entre les espèces tant du point de vue de la bioécologie que du potentiel vecteur. Les pics d'agressivité des différentes espèces dépendent essentiellement des variations journalières de température. Ces pics sont constitués essentiellement par les femelles nullipares plus sensibles aux facteurs climatiques. Les densités des populations de *S. sanctipauli* et de *S. soubrense* varient de façon synchrone avec le niveau de l'eau. Chez *S. yahense* la densité des populations est maximum au moment de la décrue. Il s'agit là d'un type de variation particulier propre aux petites rivières de forêt. La dispersion radiaire des femelles n'est importante qu'en saison des pluies. Chez *S. sanctipauli* et *S. soubrense* on trouve des taux de femelles pares similaires sur les gîtes et à plusieurs kilomètres. Chez *S. yahense* le taux de pares des femelles dispersives est plus élevé que sur le

ABSTRACT.

After a review of the problem raised by the existence of the *S. damnosum* complex and the statement made on the techniques used, the authors are studying successively the daily biting cycle, the density and the age of the biting populations, the dispersion, the zoophily and the vector potential of *S. sanctipauli*, *S. soubrense* and *S. yahense* in the Ivory Coast. The study of parasitism by *O. volvulus*, in the different species, has permitted to work out a calculation giving the theoretical composition of a biting population. It seems also that clear differences do exist between the species, on the bio-ecology as well as on the vector potential. The aggressivity peaks of the different species depend essentially on the daily variations of temperature. These peaks are composed mainly of the nulliparous females more sensitive to climatic factors. The population densities of *S. sanctipauli* and *S. soubrense* vary in a synchronous way with the water level. With *S. yahense* the populations density is at its maximum during the water fall. It is in fact a type of special variation characteristic of small forest rivers. The females radial dispersion is important only during rainy season. With *S. sanctipauli* and *S. soubrense* we find proportion of parous females similar on the breeding-site and at several kilometres. With *S. yahense* the proportion of parous flies among the dispersive females is more important than on the breeding-site. *S. sanctipauli* and *S.*

(1) Ce travail a bénéficié d'une subvention de l'Organisation Mondiale de la Santé. Les précédentes parties ont paru in : *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Ent. méd. et Parasitol.* à l'exception du N° V qui doit paraître in : *Tropenmed. Parasit.*

* Entomologiste médical O.R.S.T.O.M. Mission O.R.S.T.O.M. auprès de l'O.C.C.G.E., Institut de Recherches sur l'Onchoceroze, B.P. 1500, Bouaké - Côte d'Ivoire.

** Technicien d'entomologie médicale O.R.S.T.O.M. Mission O.R.S.T.O.M. auprès de l'O.C.C.G.E., Institut de Recherches sur l'Onchoceroze, B.P. 1500, Bouaké - Côte d'Ivoire.

gîte. *S. sanctipauli* et *S. soubrense* sont volontiers zoophiles mais seul *S. sanctipauli* a été trouvé porteur de filaires animales. Le pouvoir vecteur de *S. sanctipauli* est pratiquement nul en Côte d'Ivoire en ce qui concerne *O. volvulus*. Pour *S. soubrense* le pourcentage moyen de femelles parasitées par rapport aux pares est de 9,42, celui des femelles infectées est de 8,11 et celui des femelles infectieuses de 1,97. Chez *S. yahense* en zone de forêt le pourcentage moyen de femelles parasitées par rapport aux pares est de 30,32, il est de 25,65 pour les femelles infectées et de 10,63 pour les infectieuses. En zone de savane ces taux tombent à 0,85 % de femelles parasitées (infectées) et 0 % d'infectieuses. Si le nombre moyen de larves évolutives par femelle infectée est similaire chez *S. soubrense* (9,1) et *S. yahense* (9,5), le nombre moyen de larves infectantes par femelle infectieuse est nettement différent pour les deux espèces. Il est de 5,5 chez *S. soubrense* et de 8,5 chez *S. yahense*. L'intensité de transmission est maximum chez *S. yahense* en zone de forêt où 1 000 femelles capturées donnent en moyenne 382 larves infectantes d'*O. volvulus*. Chez *S. soubrense* en forêt pour 1 000 femelles capturées on obtient seulement 44 larves infectantes d'*O. volvulus*. En zone de savane la transmission est nulle pour *S. yahense*. Sur réservoir forêt-savane *S. soubrense* transmet mieux qu'en forêt puisqu'on obtient 204 larves infectantes d'*O. volvulus* pour 1 000 femelles.

Ces résultats amènent à penser qu'il existe bien plusieurs souches d'*O. volvulus* dont le cycle parasitaire et la pathogénicité peuvent être différents. Des expériences de transmission croisées seront effectuées prochainement pour cerner ce problème.

MOTS CLÉS : *Simuliidae* — Biologie — Ethologie — Ecologie — Nutrition — Transmission — Onchocercose.

1. INTRODUCTION.

1.1. Le complexe *Simulium damnosum* en Côte d'Ivoire.

Les six espèces importantes du complexe *Simulium damnosum* décrites en Afrique de l'Ouest (Vajime et Dunbar, 1975) sont présentes en Côte d'Ivoire. L'étude de la répartition géographique de leurs gîtes larvaires nous a permis de constater qu'en général *S. damnosum* s.s. (Nile*) et *S. sirbanum* (Sirba) peuplent les cours

* Nous indiquons entre parenthèses à côté du nom d'espèce le nom de la forme cytologique correspondante, ces noms étant toujours largement utilisés.

soubrense are easily zoophilic but only *S. sanctipauli* was found to carry animal filariae. The vector capacity of *S. sanctipauli* is virtually null in Ivory Coast as far as *O. volvulus* is concerned. For *S. soubrense* the average percentage of parasited females among the parous flies is of 9,42 it is of 8,11 for the infected females and of 1,97 for the infectious females. With *S. yahense*, in forest zone, the average percentage of parasited females among the parous flies is of 30,32 it is of 25,65 for the infected females and of 10,63 for the infectious ones. In savana zone these figures drop to 0,85 % of parasited females (infected) and 0 % infectious. If the average number of evolutive larvae by infected female is similar with *S. soubrense* (9,1) and *S. yahense* (9,5), the average number of infective larvae by infectious female is clearly different for the two species. It is of 5,5 with *S. soubrense* and of 8,5 with *S. yahense*. For *S. yahense* the transmission is at its maximum in forest zone where a thousand captured females give an average of 382 infective *O. volvulus* larvae. For *S. soubrense* in forest, for a thousand captured females only 44 infective *O. volvulus* larvae can be obtained. In savana zone the transmission is nil for *S. yahense*. On forest-savanna reservoir *S. soubrense* transmits better than in forest as 204 infective larvae of *O. volvulus* are obtained out of a thousand females caught.

These results bring to think that several strains of *O. volvulus* do exist from the parasitic cycle and the pathogenicity can be different. Experimentations of crossed transmissions will soon be made so as to cover this problem.

KEY WORDS : *Simuliidae* — Biology — Ethology — Ecology — Nutrition — Transmission — Onchocerciasis.

d'eau de savane, *S. sanctipauli* (Bandama) et *S. soubrense* (Soubré) les grandes rivières de forêt, *S. yahense* (Yah) les petites rivières de forêt ainsi que *S. squamosum* (Bille) que l'on retrouve aussi sur de petites rivières de savane (Quillévéré et Pendriez, 1975). Les deux autres espèces Ouest-Africaines décrites, *S. dieguerense* (Diéguera) et *S. sudanense* (Soudan) sont rares et connues seulement de quelques gîtes. Une dernière forme cytologique appelée « Menge » a été découverte au Cameroun (Vajime, 1976). Cette étude porte sur les trois espèces « forestières » *S. sanctipauli*, *S. soubrense* et *S. yahense*. Nos données étant actuellement insuffisantes pour *S. squamosum*, espèce que l'on trouve en forêt et en savane, nous l'étudierons avec *S. damnosum* et *S. sirbanum* lors d'une prochaine publication.

1.2. Problèmes bioécologiques et épidémiologiques.

Compte tenu des difficultés d'identification des espèces à l'intérieur du complexe *S. damnosum* (cf. 2.3.) et de la multiplication des diverses techniques d'étude, il n'est plus possible actuellement de considérer globalement tous les problèmes bioécologiques et épidémiologiques des diverses espèces. Nous avons travaillé plus particulièrement sur les aspects de la bioécologie des femelles en relation directe avec leur pouvoir vecteur, à savoir : le rythme journalier de piqure, la dynamique des populations (densité et âge moyen des femelles piqueuses), la dispersion et la zoophilie. Nous verrons lors des rappels bibliographiques que de nombreux travaux ont déjà été consacré à chacun de ces problèmes. L'intérêt de ce travail réside dans le fait que des espèces du complexe *S. damnosum* sont étudiées séparément alors que les recherches effectuées jusqu'ici portaient sur le complexe *S. damnosum* dans son ensemble. Seuls Garms (1973) et Philippon (1976) ont pu rattacher leurs résultats aux cytotypes larvaires présents sur leurs gîtes d'étude. Nous devons cependant souligner que la composition imaginale des populations sur un gîte est souvent assez différente de la composition larvaire. Cela est particulièrement vrai en zone de forêt où la dispersion des femelles est importante.

2. TECHNIQUES D'ÉTUDES.

2.1. Choix et localisation des stations d'étude.

Dans un premier temps nos stations d'étude des femelles ont été choisies en fonction de la composition cytologique larvaire des gîtes. Par la suite nous avons pu, grâce à la méthode d'identification morphologique des femelles (cf. 2.3.), étudier plus précisément la bioécologie et le pouvoir vecteur de chaque espèce, même en cas de mélange des populations imaginaires présentes sur la station. Dans tous les cas nous avons placé nos stations d'étude à proximité de gîtes larvaires accessibles facilement et productifs aux diverses périodes de l'année. Nous avons également tenu compte du contact hôte-vecteur et nos stations ne sont éloignées du village le plus proche que de quelques centaines de mètres. Nous disposons pour certaines de nos stations de données bioécologiques et épidémiologiques sur plusieurs années (Archives I.R.O. Bouaké).

Nous avons indiqué sur la carte de Côte d'Ivoire (cf. carte 1) la localisation de nos stations d'étude. Les diverses espèces ont été étudiées dans les stations suivantes :

— *S. sanctipauli* : M'Basso (Comoé), Louga (Sassandra), Chutes Gauthier et Ahouati (Bandama).

— *S. soubrense* : Aka-Komoékro, Amankoukro, Attakro et M'Basso (toutes situées sur la Comoé), Massadougou (Sien, Haut-Sassandra) N'Golodougou (Bagbé, Haut-Sassandra) et Taabo (Bandama).

— *S. yahense* : M'Basso (Comoé), Wa (Goué, affluent Cavally), Danané (affluent Cavally), Nimpleu (Goué), Soto-Waté (affluent Cavally), Kariko (Bagoé amont) et Massadougou (Sien, Haut-Sassandra).

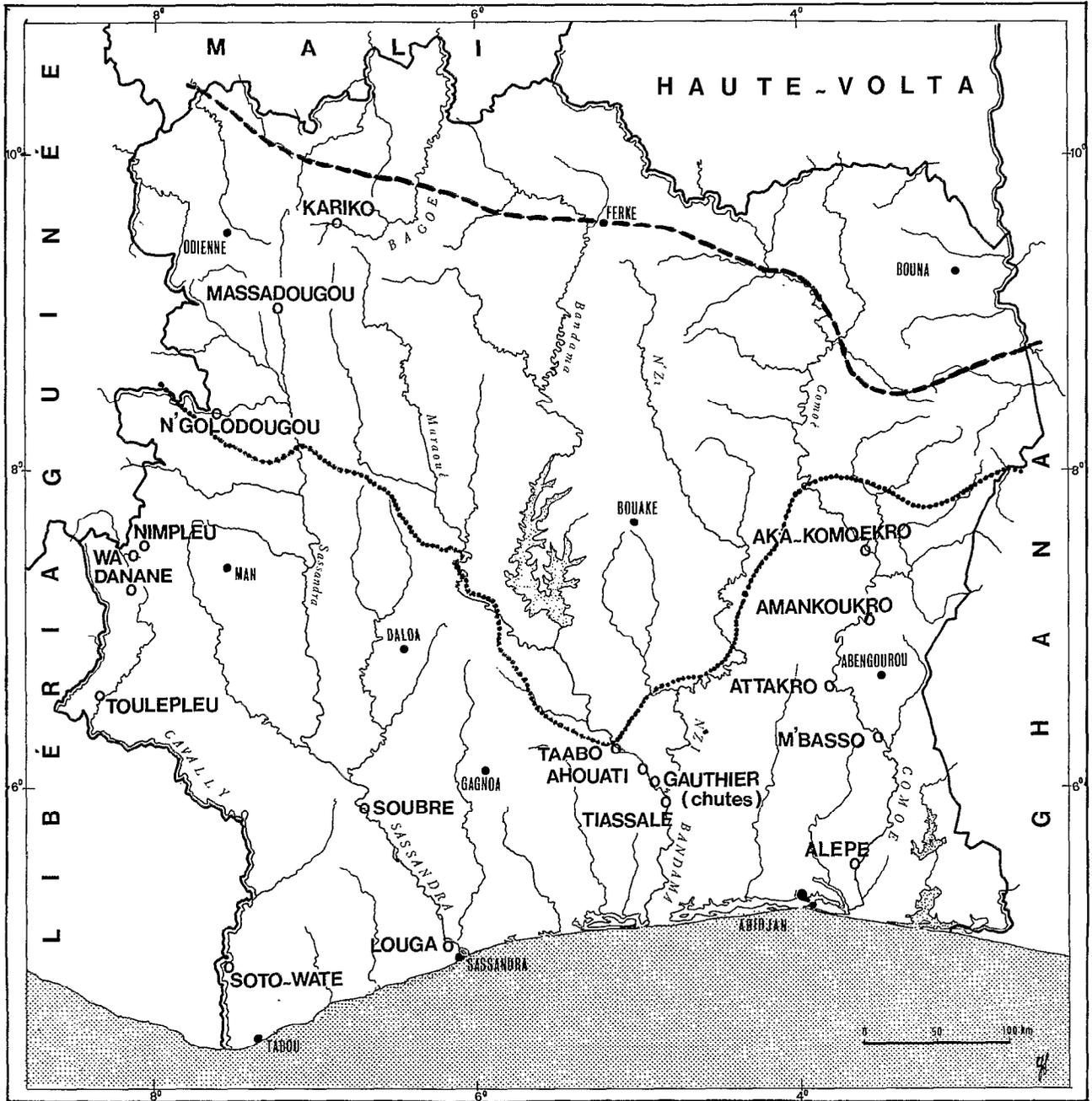
2.2. Captures et dissections.

Les captures se font sur appât humain de 7 heures à 18 heures. Le captureur récolte les simulies dans des tubes à hémolyse et marque chaque heure sur une fiche de capture journalière le nombre de femelles capturées et la température de l'air. Il indique également s'il y a lieu le vent et la pluie. Un hygromètre enregistreur est placé au point de capture. Lors des études sur la zoophilie, les animaux testés (poule, lapin, mouton) sont placés dans des cages métalliques. Ces cages recouvertes d'un tissu de couleur sombre descendant jusqu'à 20 cm du sol, sont surmontées d'une petite cage couverte de toile moustiquaire recueillant les simulies piqueuses attirées par la lumière (Bellec *et al.*, 1975).

Les femelles fraîchement capturées sont disséquées dans de l'eau physiologique sous loupe binoculaire. L'observation des ovaires (reliques folliculaires) de la graisse abdominale et des tubes de Malpighi permet de séparer les pares et les nullipares. La recherche et le comptage des divers stades d'*Onchocerca volvulus* (Leuckart, 1893) ou d'autres filaires d'origine animale se fait au niveau de l'abdomen, du thorax et de la tête. Les femelles sont classées en femelles infectées (renfermant des larves d'*O. volvulus* aux stades I, II et III intramusculaires) et en femelles infectieuses, qui renferment des larves infectantes d'*O. volvulus* (larves au stade III libres dans l'hémocoèle de toutes les parties du corps). Toutes les observations sont transcrites sur une fiche de dissection journalière qui est jointe à la fiche de capture.

2.3. Identification des femelles.

Dans un premier temps les femelles piqueuses ont été identifiées indirectement par l'étude chromosomique des larves présentes sur le gîte où étaient effectuées les captures. Dans les régions où une seule espèce cytologique est présente (région de Danané en Côte d'Ivoire) cette méthode ne comporte pas d'inconvénient majeur bien qu'on ne puisse pas assurer l'absence de



CARTE 1. — Répartition en Côte d'Ivoire de nos station d'étude pour *S. sanctipauli*, *S. soubrense* et *S. yahense*.
 Limite forêt-savane guinéenne.
 - - - Limite savane guinéenne-savane soudanaise.

toute femelle migratrice d'une autre espèce du complexe *S. damnosum*. Par contre dans la plupart des zones forestières il y a un mélange continu de populations de femelles issues des grands fleuves (espèces *S. sanctipauli* et *S. soubrense*) et de leurs affluents (espèces *S. yahense* et *S. squamosum*). Nous avons donc été amenés à mettre au point une méthode d'identification morphologique des femelles (Quillévéry *et al.*, 1977). Notre clé de détermination fondée sur des caractères antennaires et maxillaires nous permet de séparer les diverses espèces du complexe *S. damnosum*.

Lors de chaque série de captures-dissections nous avons monté un échantillon représentatif de la population étudiée (habituellement une centaine de femelles) ainsi que toutes les femelles infectées et infectieuses.

3. BIOÉCOLOGIE DES FEMELLES PIQUEUSES.

3.1. Rythme journalier de piqure.

3.1.1. RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE.

Les rythmes journaliers d'activité des insectes sont étroitement liés aux variations de luminosité, de température et d'hygrométrie (Harker, 1961). Chez les insectes hématophages le rythme journalier de piqure est particulièrement important puisque le contact s'établit entre l'hôte vertébré et l'insecte au moment du repas de sang. Ce rythme constitue donc un facteur épidémiologique essentiel (Le Berre, 1966). C'est Dry (1921) puis Blacklock (1926) qui font les premières observations sur le rythme de piqure des simuliés. Ils constatent que les simuliés piquent uniquement de jour et que leur activité cesse lorsqu'il pleut ou que la température est trop élevée. Crosskey (1955) et Crisp (1956) notent l'influence des facteurs microclimatiques sur l'agressivité de *S. damnosum* s.l. alors que Lewis (1956, 1958 et 1960) met pour la première fois en évidence l'importance de l'âge des femelles dans le cycle de piqure. Il constate que les femelles pares piquent principalement le matin et au milieu de journée alors que les nullipares piquent en majorité en fin de journée. Le Berre (1966) confirme et précise ces données; il constate que la température est le facteur limitant, l'hygrométrie n'ayant qu'une influence secondaire (Giudicelli, 1966; Hausermann, 1969).

3.1.2. OBSERVATIONS PERSONNELLES.

Nos observations sur les espèces *S. yahense*, *S. soubrense* et *S. sanctipauli* sont illustrées par les figures 1 à 12. Pour chacune des espèces nous avons choisi

parmi nos différents points de capture des stations caractéristiques en saison sèche et en saison des pluies. Lorsque cela était possible nous avons également choisi des points de capture situés dans les diverses zones bioclimatiques recouvertes par l'aire de répartition de l'espèce. Sur chacun de ces graphiques figure le nombre horaire total de femelles piqueuses ainsi que le nombre horaire de femelles pares et nullipares. Nous avons superposé à ces histogrammes la courbe horaire de température.

3.1.3. DISCUSSION.

Après observation des divers graphiques il apparaît nettement que le facteur température est déterminant et ce pour les différentes espèces mais à divers degrés. C'est ainsi que les simuliés ne piquent pas ou piquent peu lorsque la température est trop basse (inférieure à 23 °C) ou trop haute (supérieure à 28 °C). De même le pic vespéral d'activité des femelles semble se déclencher dès la chute de température qui se produit habituellement en début d'après-midi. Il va sans dire que ces constatations globales sont tempérées par une étude plus précise des divers graphiques.

On peut remarquer par exemple que l'espèce *S. sanctipauli* paraît en général plus sensible aux fortes températures que *S. soubrense* et *S. yahense*. En effet en saison sèche comme en saison des pluies on peut observer une chute importante du nombre de femelles capturées entre 10 et 15 heures c'est-à-dire aux heures chaudes de la journée (fig. 9 et 10), cependant que ce nombre s'accroît rapidement dès que la température décroît. Par contre si chez *S. sanctipauli* les femelles viennent piquer nombreuses dès le matin ce n'est pas le cas chez *S. soubrense* et encore moins chez *S. yahense* où le nombre de femelles capturées entre 7 et 8 heures reste toujours faible, (fig. 6, 7, 8 et 1, 2, 3, 4). En résumé on peut donc dire que compte tenu des variations journalières de température on observe chez *S. sanctipauli* une nette diminution de l'activité des femelles en milieu de journée, en saison sèche comme en saison des pluies. Chez *S. soubrense* on observe un nombre accru de femelles tout au long de la journée avec un pic vespéral d'activité très net qui correspond à la retombée de température de l'après-midi. Chez *S. yahense* le pic d'activité se situe en forêt en milieu de matinée à la saison sèche où la température journalière atteint 28 °C (fig. 2). En saison des pluies où la température ne dépasse pas 25 °C le pic d'activité se situe en milieu de journée (fig. 1). En zone de forêts montagneuses où en saison sèche la température matinale est inférieure à 25 °C, le pic d'activité se situe en fin d'après-midi (fig. 3). Enfin en zone de savane en saison des pluies on retrouve le pic d'activité

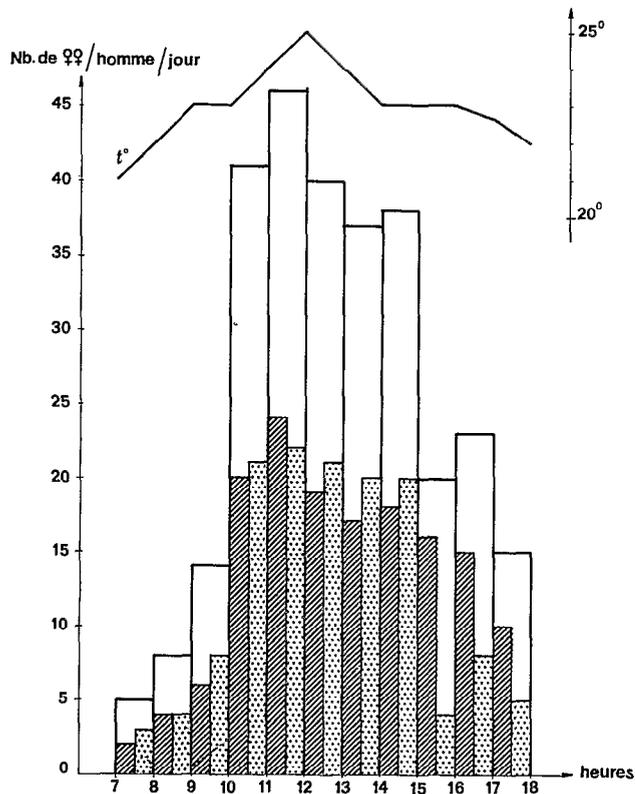


Fig. 1 - *S. yahense* SOTO-WATE saison des pluies

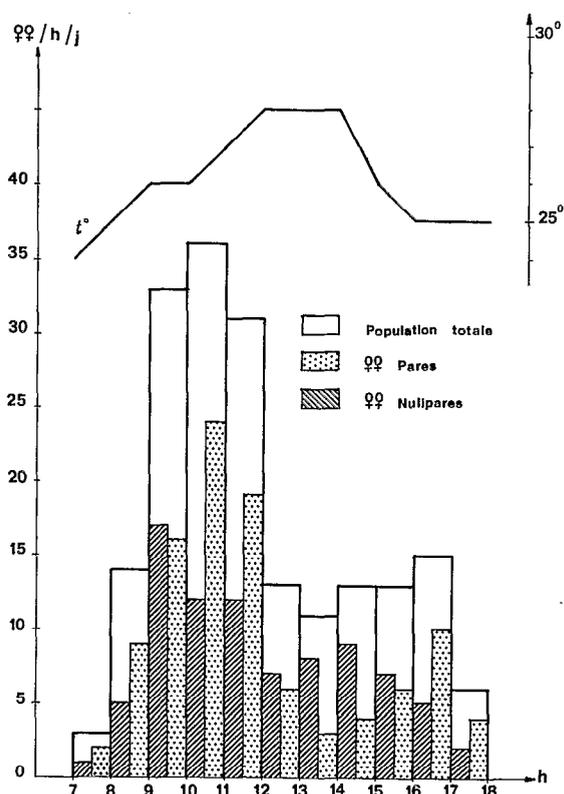


Fig. 2 - *S. yahense* SOTO-WATE saison sèche

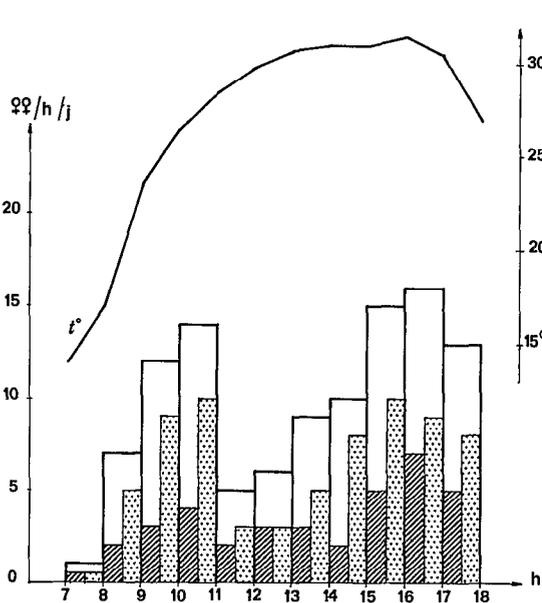


Fig. 3 - *S. yahense* NIMPLEU saison sèche

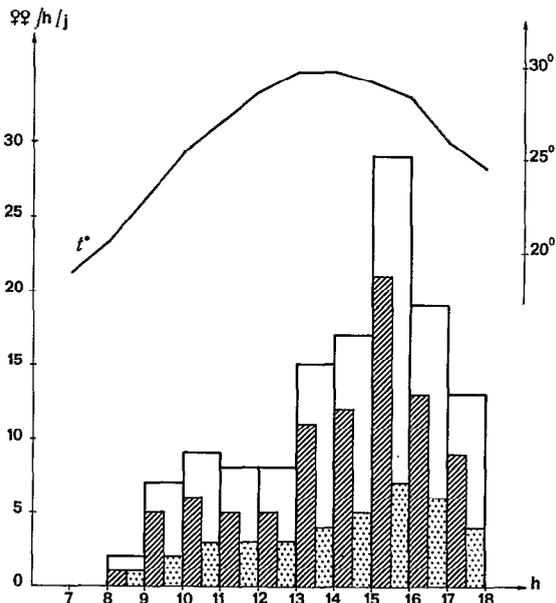


Fig. 4 - *S. yahense* KARIKO saison sèche

ÉTUDE DU COMPLEXE *SIMULIUM DAMNOSUM* EN AFRIQUE DE L'OUEST. VII.

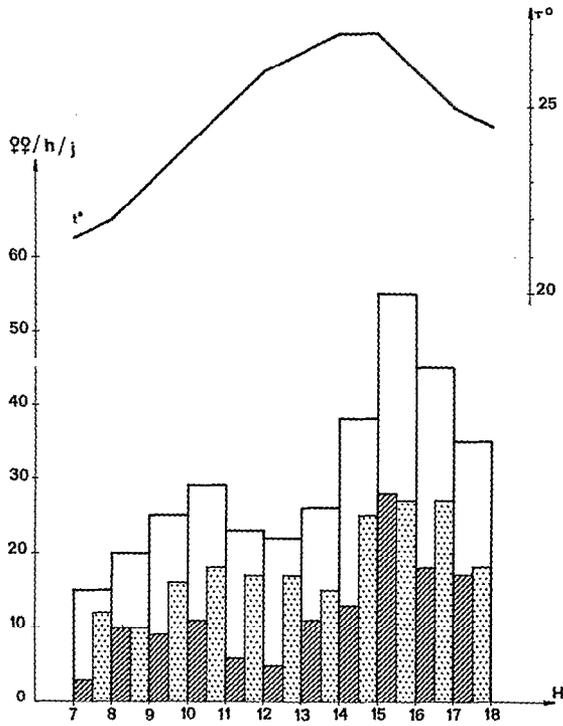


Fig. 5 — *S. yahense* MASSADOUGOU saison des pluies

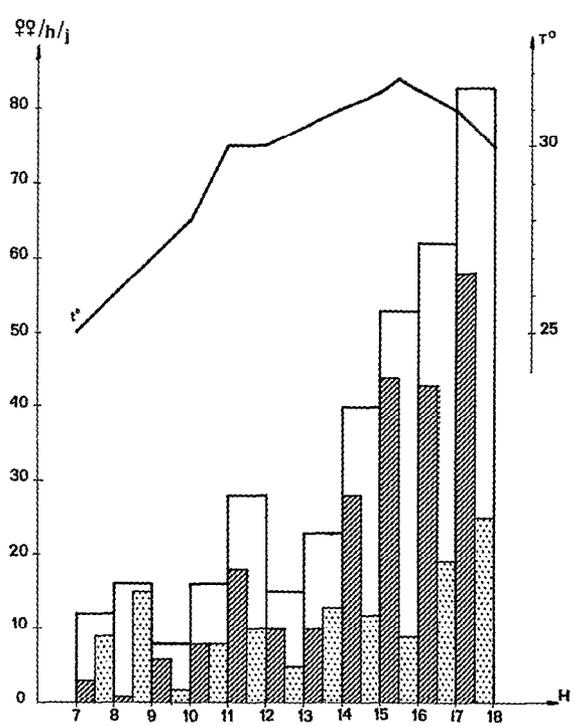


Fig. 6 — *S. soubrense* TAABO saison sèche

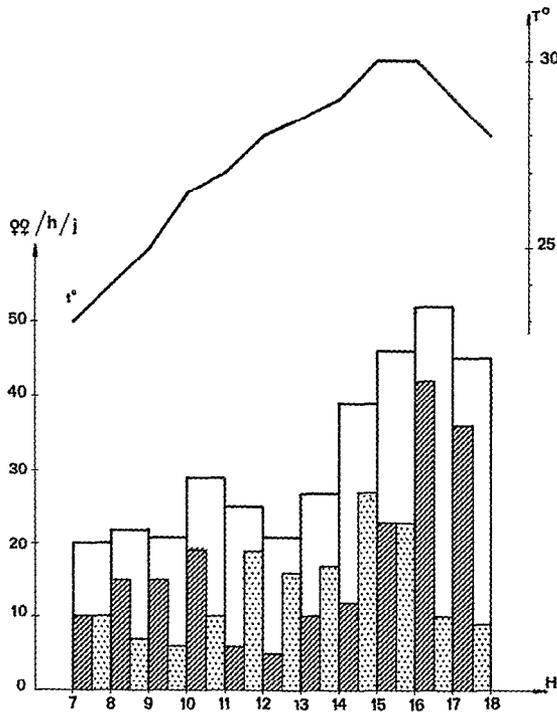


Fig. 7 — *S. soubrense* ATTAKRO saison des pluies

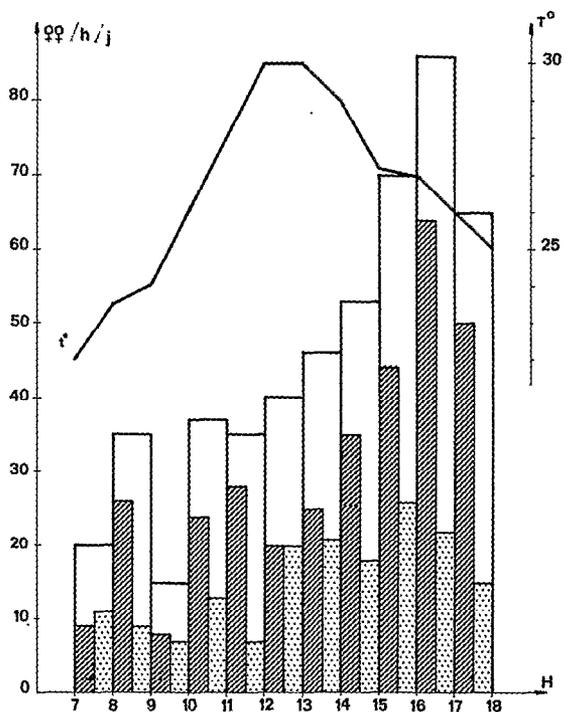


Fig. 8 — *S. soubrense* N'GOLODOUGOU saison des pluies

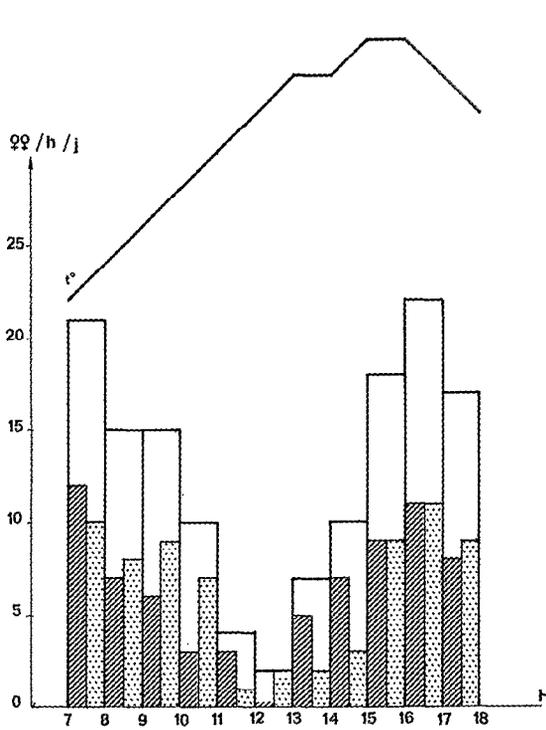


Fig. 9 - *S. sanctipauli* TIASSALE saison sèche

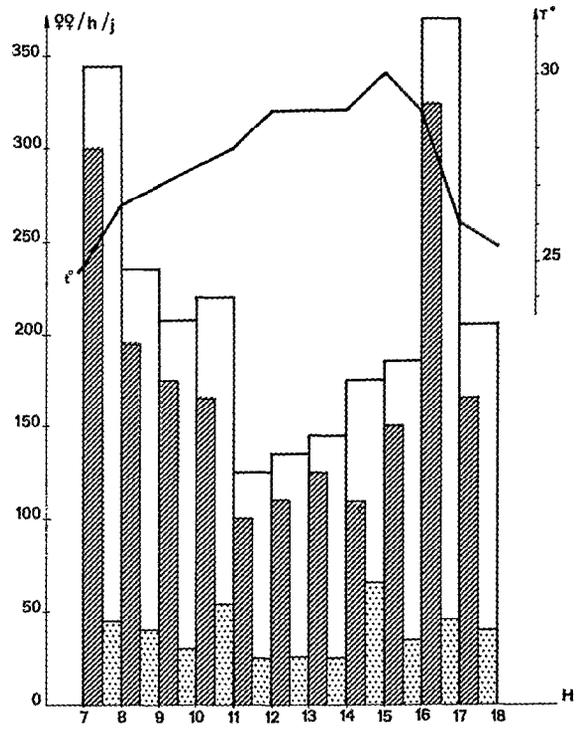


Fig. 10 - *S. sanctipauli* GAUTHIER saison des pluies

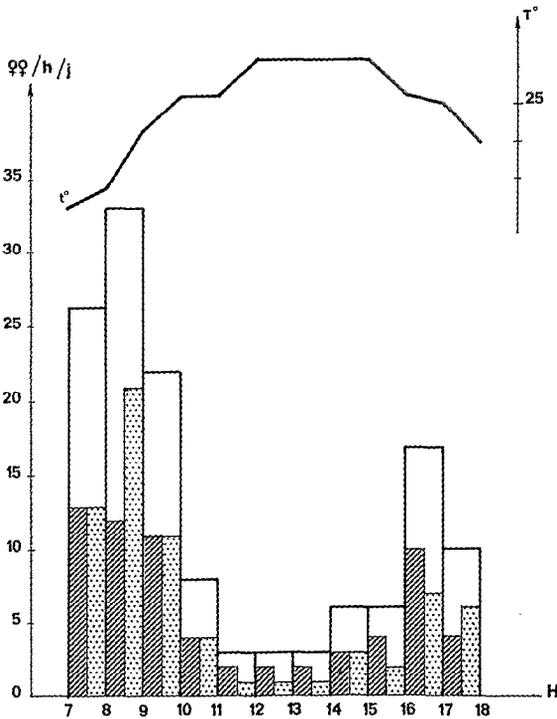


Fig. 11 - *S. sanctipauli* TOULEPLEU fin de saison des pluies

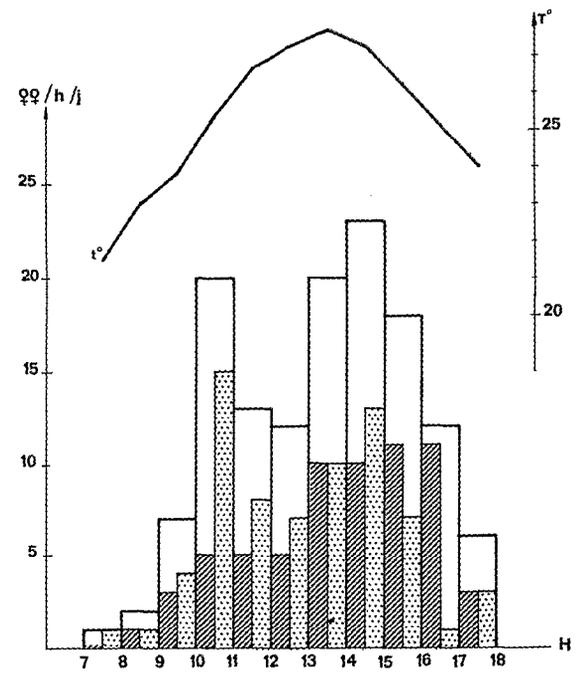


Fig. 12 - *S. yahense* WA fin de saison des pluies

de fin d'après-midi (fig. 5) alors qu'en saison sèche on retrouve un cycle d'activité bimodal la température dépassant 30 °C en milieu de journée (fig. 4). Il existe donc une nette différence dans les rythmes journaliers de piqûre des diverses espèces aux différentes saisons et selon les zones bioclimatiques. Les espèces répondent différemment aux variations climatiques et en particulier à la température. Pour s'en convaincre il suffit de regarder les figures 11 et 12 qui représentent les rythmes journaliers de piqûre de *S. sanctipauli* à Toulepleu et de *S. yahense* à Wa à la même période de l'année. Ces deux gîtes sont situés à une centaine de kilomètres dans la même zone bioclimatique. Les pics d'activité sont totalement différents. A Toulepleu comme sur tous les gîtes de *S. sanctipauli* on note une nette diminution des piqûres en milieu de journée alors qu'à Wa c'est justement en milieu de journée que l'agressivité des femelles est maximum.

Lorsque l'on compare l'activité des femelles pares et nullipares on peut constater que pour l'ensemble des espèces aux différentes saisons et dans les diverses zones, la répartition des femelles pares est à peu près régulière tout au long de la journée. A l'inverse les femelles nullipares plus sensibles aux facteurs climatiques ont une répartition beaucoup plus irrégulière et les pics d'agressivité observés sur la population globale sont en fait dus la plupart du temps à l'activité des nullipares. Chez *S. sanctipauli* il existe un pic matinal et un pic vespéral de nullipares avec une chute très marquée du nombre de nullipares en saison sèche et moins apparente en saison des pluies (fig. 9 et 10). Chez *S. yahense* le pic d'agressivité des nullipares est unique en zone de forêt (fig. 1, 2 et 3) et double en zone de savane avec un pic matinal peu important et un pic vespéral plus net (fig. 4 et 5). Chez *S. soubrense* selon les zones on observe un ou deux pics de nullipares, le plus important se situant dans tous les cas dans les dernières heures de la journée alors que les pares ont une répartition assez régulière.

Ces pics d'agressivité liés à l'abondance des femelles nullipares pourraient expliquer les corrélations observées par divers auteurs entre les horaires d'agressivité maximum des femelles et les horaires d'émergence (Marr, 1962; Thompson *et al.*, 1972; Bellec, 1974).

En conclusion nous pouvons donc dire que nos résultats coïncident parfaitement avec ceux obtenus en particulier par Le Berre (1966). La température semble effectivement jouer un rôle prépondérant dans le rythme journalier de piqûre des diverses espèces. Les mesures d'hygrométrie que nous avons effectuées lors des captures ne nous ont pas permis de mettre en évidence une relation quelconque avec les pics d'activité des femelles. Par contre le décalage parfois observé entre la retombée de température et le pic d'activité lorsque cette retombée

a lieu tôt dans la journée (fig. 8) laisse penser que le facteur température pourrait agir en relation avec la luminosité.

3.2. Densité et âge moyen des populations de femelles piqueuses.

3.2.1. DENSITÉ DES POPULATIONS

3.2.1.1. Rappel bibliographique

En ce qui concerne la densité des populations imaginaires de nombreux auteurs (Gibbins, 1933; Wanson et Henrard, 1945; Fain, 1950; Lewis, 1953; Crosskey, 1955, 1956, 1957; Crisp, 1956; Muirhead-Thompson, 1957, Tendeiro, 1963; Davies, 1963) constatent une variation saisonnière de cette densité en relation avec les variations de niveau de l'eau sur les gîtes préimaginaux. Cependant ces observations restent souvent contradictoires certains auteurs constatant l'augmentation du nombre des femelles en saison sèche, d'autres en saison des pluies. Le Berre (1966) a pu après une étude suivie de différents gîtes situés dans les diverses zones bioclimatiques établir trois types de variations annuelles de population :

— variations synchrones avec le niveau de l'eau : la quantité de végétation immergée déterminant la densité des populations simulidiennes;

— variations inverses : les larves ne s'installent qu'en saison sèche lorsque le cours d'eau s'est stabilisé au niveau inférieur;

— variations bimodales : présence de supports à la stabilisation au niveau supérieur et inférieur.

3.2.1.2. Observations personnelles et discussion.

Nos observations sur les espèces *S. sanctipauli*, *S. soubrense* et *S. yahense* sont rassemblées par les figures 13, 14 et 15. *S. sanctipauli* et *S. soubrense* montrent une variation synchrone avec le niveau de l'eau. Pour *S. yahense* le problème est plus complexe car le maximum de densité de population se situe au moment de la décrue. En effet sur les petites rivières de forêt les premières pluies occasionnent des variations importantes du niveau de l'eau, variations qui ne permettent pas l'établissement de populations larvaires nombreuses. En fin de saison des pluies le niveau se stabilise et la décrue se fait lentement, permettant aux larves de se développer sur les nombreux supports flottants. Il s'agit donc là d'un type de variation particulier propre aux petites rivières de forêt.

Ces observations recourent parfaitement celles effectuées par Garms (1973) au Libéria. Il y note en effet une variation de population de type synchrone chez *S.*

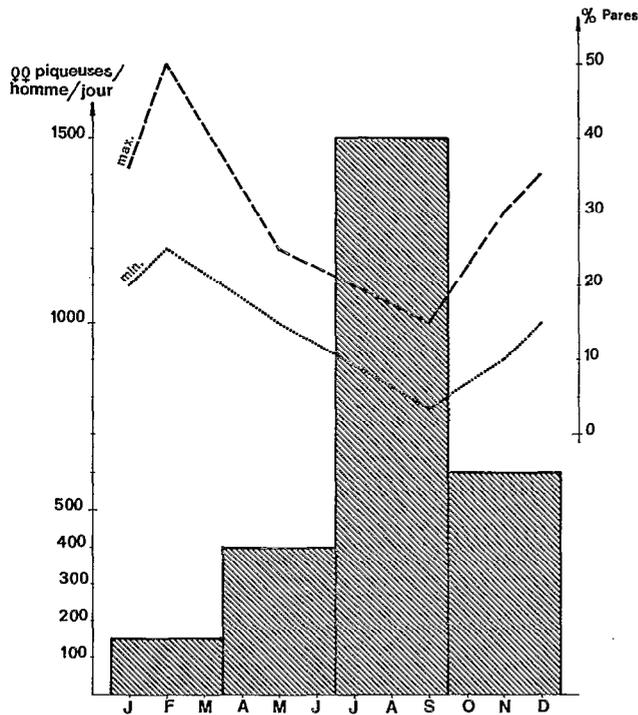


Fig. 13 - *S. sanctipauli*

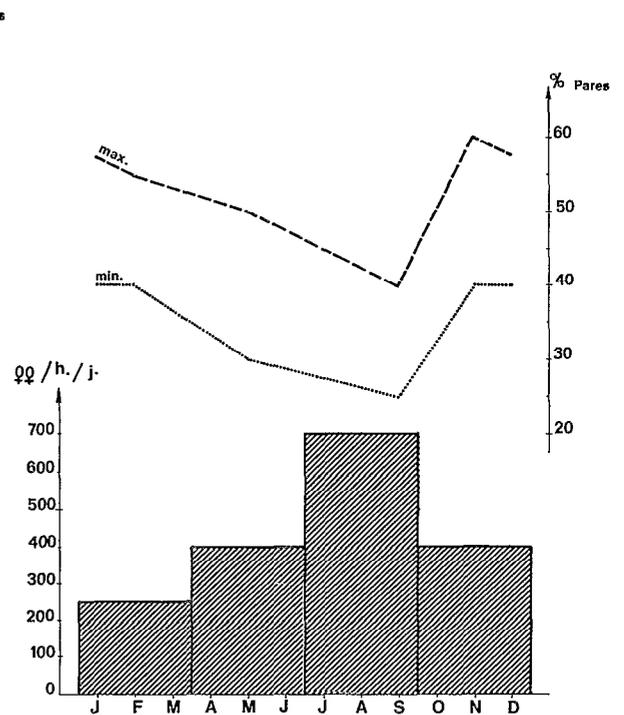


Fig. 14 - *S. soubrense*

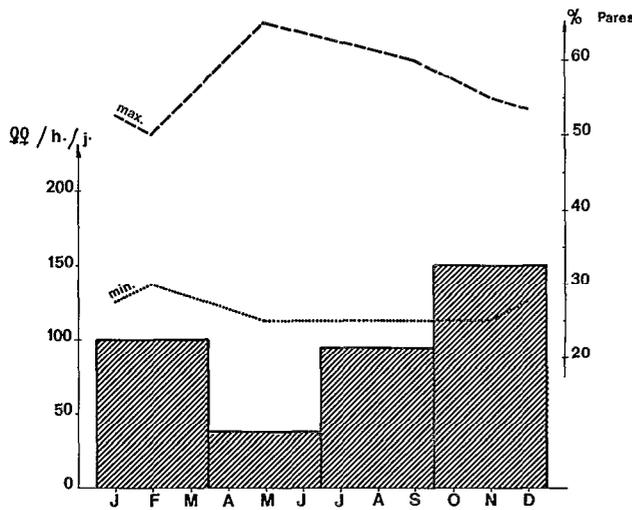


Fig. 15 - *S. yahense*

Fig. 13, 14 et 15 : Diagrammes représentatifs des variations annuelles de la densité et de l'âge moyen des populations de femelles piqueuses chez : *S. sanctipauli*, *S. soubrense*, *S. yahense*

sanctipauli et une variation de type particulier chez *S. yahense*. Il considère pour sa part que chez *S. yahense* le taux d'agressivité est constant toute l'année. Cela est peut être dû au fait que Garms a travaillé au Libéria

dans une zone moins montagneuse que la zone de Danané et où les variations de niveau d'eau sont moins brutales en début de saison des pluies. Il faut d'ailleurs souligner que l'amplitude de variation que nous avons

observée chez *S. yahense* est nettement inférieure à celle observée chez *S. soubrense* et *S. sanctipauli*. La différence d'amplitude observée entre ces deux dernières espèces est plus difficile à expliquer, elle est sans doute en relation avec les problèmes de dispersion et de zoophilie que nous aborderons ultérieurement.

3.2.2. AGE MOYEN DES POPULATIONS.

3.2.2.1. Rappel bibliographique.

La longévité des femelles de *S. damnosum s.l.* peut être étudiée directement par épandages larvicides et capture de femelles jusqu'à la disparition de la population imaginaire ou indirectement par un calcul mathématique tenant compte de la durée du cycle gonotrophique et du rapport entre les femelles pares et les femelles nullipares, (Coz *et al.*, 1961). Ces deux méthodes ont été utilisées conjointement par Le Berre (1966) qui a obtenu des résultats tout à fait concordants. Il estime que la durée de vie des femelles atteint dans les meilleures conditions trois à quatre semaines. Il observe une variation graduelle de la longévité moyenne des femelles. Cette longévité croît lorsque l'on se déplace de la zone forestière vers la zone de savane sèche.

Garms (1973) qui a observé au Libéria des taux de pares proches de 10 % identiques à ceux observés par Le Berre (1966) en Côte d'Ivoire, s'interroge sur la valeur de ces taux. Il se demande s'ils correspondent bien à une très faible longévité des femelles de forêt. Il constate une discordance entre les chiffres de mortalité obtenus à partir des pourcentages de pares et ceux obtenus à partir des rapports femelles infectieuses sur femelles infectées (Duke, 1968 b, Duke *et al.*, 1972) qui indiqueraient la proportion de femelles survivant d'un repas de sang à l'autre. Philippon (1976) souligne que, pour la plupart des études (exceptée celle de Le Berre, 1966), les pourcentages de femelles pares ne concernent que la fraction non dispersive des populations. Il observe de plus en forêt des proportions de femelles pares dans l'ensemble bien supérieures (24 à 43 %) à celles observées par Le Berre (1966) et Garms (1973), souvent voisines de celles observées par Duke (1968 a et 1975) en zone de forêt camerounaise.

3.2.2.2. Observations personnelles et discussions.

Nous pensons comme Garms (1973) et Philippon (1976) que les taux de pares, résultant localement de la longévité, de la dispersion et de la production des femelles, ne sont que des indices de l'âge moyen des populations et qu'il convient de les utiliser avec beaucoup de précautions. Nous estimons préférable de baser les études de longévité sur les divers rapports d'infestation des

populations. Nous reprendrons cela en détail lors de notre chapitre sur le pouvoir vecteur et lors de la discussion générale. Nous nous en tiendrons donc ici à nos observations sur les pourcentages observés de femelles pares et leurs variations au cours de l'année.

Nous avons représenté sur les figures 13, 14 et 15 nos observations sur la variation annuelle du taux de femelles pares pour chaque espèce. Les deux courbes indiquent les maxima et minima observés à la même époque sur divers gîtes en ce qui concerne le pourcentage de femelles pares. La variation annuelle est très importante chez *S. sanctipauli* puisque le taux de femelles pares passe de 10 % en moyenne en septembre à 35 % en moyenne en février. On peut aussi souligner que le taux de pares est maximum quand la population est minimum et inversement. On est donc amené à penser que le taux de pares est ici le reflet des déséquilibres de population plutôt que l'indicateur d'une variation de longévité. Nous avons dit précédemment que les gîtes préimaginaux de *S. sanctipauli* ont une population larvaire variant de façon synchrone avec le niveau de l'eau, la quantité de végétation immergée déterminant la densité des populations simulidiennes. On peut donc considérer qu'en pleine saison des pluies (septembre) où les rivières sont en crue les populations imaginaires sont également en pleine expansion et que nous avons alors affaire à une population dans l'ensemble très jeune d'où un taux de pares extrêmement bas. A la saison sèche au contraire, au moment de l'étiage, les supports végétaux se font de plus en plus rares et la population n'a plus les mêmes possibilités de renouvellement d'où un taux de pares relativement élevé. Le taux moyen annuel de pares de 25 % laisse cependant penser que l'âge moyen des populations de *S. sanctipauli* est peu élevé ce qui correspond aux observations de Le Berre à Tiassalé (1966) où la durée de vie des femelles n'excède pas deux semaines.

Chez *S. soubrense* les populations de femelles semblent mieux s'équilibrer tout au long de l'année ce qui se traduit à la fois par une variation de densité des populations et du taux de femelles pares moins nette que chez *S. sanctipauli*. Le taux moyen de pares varie ici entre 30 et 50 %. Cette nette différence entre *S. sanctipauli* et *S. soubrense* qui occupent la plupart du temps les mêmes gîtes larvaires pourrait s'expliquer par une dispersion beaucoup plus forte chez *S. soubrense* dont les femelles nullipares ne resteraient pas pondre sur le même gîte. Nous reviendrons sur ce problème lors de notre étude de la dispersion.

Chez *S. yahense* enfin, qui peuple les petites rivières de forêt, les variations continues de niveau de l'eau et l'étroitesse du lit ne permettent pas l'implantation de populations très importantes. Cela se traduit également

par un taux de pares difficilement appréciable à une période donnée puisqu'il oscille entre 25 et 60 %. Il faut cependant noter qu'il varie de la même façon tout au long de l'année et que sa valeur moyenne annuelle paraît indiquer un âge moyen des populations supérieur à celui de *S. sanctipauli* et équivalent à celui de *S. soubrense*.

3.3. Dispersion des femelles.

3.3.1. RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE.

La première étude détaillée de la dispersion des femelles de *S. damnosum* s.l. a été effectuée par Le Berre (1966) dans les diverses zones bioclimatiques d'Afrique de l'Ouest. En forêt dans la zone de Tiassalé (Côte d'Ivoire), où l'espèce *S. sanctipauli* est dominante, il capture au mois d'octobre des femelles à 41 kilomètres de la ligne de gîtes sur l'axe routier Tiassalé-Divo. Il note un pourcentage de pares similaires sur le gîte (11 %) et tout au long de l'axe de dispersion (9 %). En 1973 Garms au Libéria observe également qu'en saison des pluies les femelles de forêt appartenant probablement aux espèces *S. sanctipauli* et *S. yahense* peuvent se disperser en nombre important à plus de 10 kilomètres de la ligne de gîte. Il observe cependant un taux de pares plus bas (4 %) à 11 kilomètres que sur le gîte (11 %). En 1975 Duke fait une étude comparée de la dispersion des femelles pares et nullipares en savane soudanienne, guinéenne et en zone forestière au Cameroun. En zone forestière probablement peuplée par *S. squamosum* il observe que les femelles nullipares ne se dispersent pas sélectivement comme en savane, mais qu'au contraire les femelles pares et infectieuses sont proportionnellement plus abondantes à une certaine distance des cours d'eau que sur les berges. Enfin Philippon (1976) constate dans la région de Lamto (Côte d'Ivoire) où se trouvent *S. sanctipauli* et *S. soubrense* que le pourcentage de pares est identique sur le gîte et à 20 kilomètres.

3.3.2. OBSERVATIONS PERSONNELLES.

D'une façon générale nous avons pu constater que *S. sanctipauli* ne se disperse guère en saison sèche. Il faut cependant souligner qu'à cette saison les gîtes de *S. sanctipauli* sont peu productifs et qu'un nombre très élevé de femelles sur un gîte semble être un facteur favorisant la dispersion. Ainsi au mois de mars à Ahouati nous avons pu constater qu'avec 852 femelles de *S. sanctipauli* sur le gîte (37 % de pares) nous en avons 200 à 400 mètres (36 % de pares) 39 à 800 mètres (40 % de pares)

1 à 2 kilomètres (nullipare). Par contre lors d'une enquête à Louga (Bas-Sassandra) au mois de janvier nous avons capturé une cinquantaine de femelles par jour et par captureur sur le gîte mais pas une seule femelle au village situé à 300 mètres. Ce phénomène nous a été confirmé par les villageois qui sont abondamment piqués en saison des pluies mais jamais en saison sèche. Cela est d'ailleurs prouvé par plusieurs séries de captures effectuées en forêt à diverses périodes. C'est ainsi qu'en septembre en pleine saison des pluies 1 114 femelles ont été capturées sur le gîte de Taabo (32 % de pares) et 698 à 10 kilomètres (26 % de pares). Il faut cependant remarquer que la chute nette de la densité des femelles en fin de saison des pluies (cf. 3.2.1.2.) entraîne immédiatement une diminution encore plus nette des femelles dispersives. C'est ainsi qu'aux Chutes Gauthier (Bas-Bandama) au mois de novembre on a pu capturer en moyenne 133 femelles sur le gîte mais seulement 18 à 2 kilomètres et 11 à 6 kilomètres.

Nos observations en saison sèche sur *S. soubrense* ont été effectuées sur le cours moyen de la Comoé et le Bandama. Dans la première zone nous n'avons pu capturer une seule femelle à 1 kilomètre perpendiculairement à la ligne de gîte. Il faut noter cependant qu'à cette époque de l'année les gîtes larvaires ne sont guère productifs et les populations imaginales très faibles (en moyenne 20 femelles par captureur et par jour sur les gîtes). Nous avons pu faire les mêmes constatations à Soubré sur le Sassandra. A Ahouati par contre où à la saison sèche le nombre de femelles de *S. soubrense* sur le gîte atteint 213 (40 % de pares) nous avons 145 femelles à 400 mètres (43 % de pares) 45 à 800 mètres (30 % de pares) et 3 à 2 kilomètres (1 pare, 2 nullipares). En saison des pluies par contre la dispersion est très importante. Au mois de septembre à Attakro (Comoé) nous avons capturé 186 femelles sur le gîte (46 % de pares) 300 au village à 3 kilomètres (44 % de pares) et 89 à 20 kilomètres (65 % de pares). Nous avons également pu observer la dispersion de *S. soubrense* en saison des pluies en zone de savane. A Massadougou (Haut-Sassandra) au mois de juin nous avons capturé 38 femelles de *S. soubrense* sur le gîte et 13 à 6 kilomètres. Au mois de septembre au même endroit il y avait 92 femelles de *S. soubrense* capturées sur le gîte et 11 à 6 kilomètres. Dans les deux cas le pourcentage de pares était similaire sur le gîte et à 6 kilomètres et légèrement supérieur à 50 %.

Pour *S. yahense* à Soto-Waté au mois de février nous avons en moyenne 180 femelles sur le gîte (51 % de pares) et 8 à 2 kilomètres (87 % de pares). Au mois d'août sur le même gîte nous avons en moyenne 190 femelles sur le gîte (38 % de pares) et 65 à 1 kilomètre (56 % de pares).

3.3.3. DISCUSSION.

Nous devons souligner que toutes nos études de dispersion ont été faites perpendiculairement à la ligne de gîte et le long d'un axe routier. Il va de soi que la dispersion linéaire le long des cours d'eau est sans doute numériquement plus importante. Il est cependant difficile de l'étudier sans techniques de marquage appropriées compte tenu de la multiplicité des gîtes larvaires en zone forestière. De plus du point de vue épidémiologique la dispersion radiaire le long d'un axe perpendiculaire à la ligne de gîte est très importante. Elle permet en particulier à la saison des pluies un contact plus étroit entre l'hôte vertébré et l'insecte vecteur, au niveau des villages dont la plupart se situent à quelques centaines de mètres ou quelques kilomètres du cours d'eau.

Si l'on considère l'âge des femelles dispersives on peut constater qu'en ce qui concerne *S. sanctipauli* et *S. soubrense* nos résultats recourent parfaitement ceux de Le Berre (1966) et de Philippon (1976) qui observent un taux de pares similaire sur les gîtes et à plusieurs kilomètres. Par contre pour *S. yahense* nos résultats concordent avec ceux obtenus par Duke (1975) au Cameroun sur *S. squamosum*. On constate alors un taux de pares plus élevé chez les femelles dispersives que sur le gîte.

En conclusion nous pouvons retenir qu'en saison sèche la dispersion radiaire reste faible pour toutes les espèces même lorsque le nombre de femelles sur le gîte est assez important. Par contre en saison des pluies cette dispersion est importante chez *S. sanctipauli* et *S. soubrense* et moindre chez *S. yahense*. Compte tenu des populations de femelles présentes sur le gîte on peut considérer que c'est *S. soubrense* qui aurait le plus grand potentiel de dispersion radiaire car dans le cas de *S. sanctipauli* l'accroissement rapide des populations en saison des pluies explique en partie le nombre élevé des captures à plusieurs kilomètres des gîtes. Notons enfin que la dispersion radiaire en dehors d'axes dégagés est peu probable en zone forestière. Tous les essais de captures de femelles en un point proche des gîtes mais séparé de ceux-ci par une zone de forêt dense se sont avérés infructueux. Ce qui correspond aux observations de Le Berre (1966).

3.4. Zoophilie.

3.4.1. RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE.

La zoophilie chez les femelles du complexe *S. damnosum* peut être étudiée de manière directe ou indirecte. La méthode directe consiste à observer et capturer les femelles venant prendre leur repas de sang sur divers

animaux. La méthode indirecte consiste lors des dissections de femelles à noter celles qui sont infectées par des filaires animales morphologiquement différenciables d'*O. volvulus* ou bien encore à déterminer l'origine des repas sanguins.

Philippon (1976) a dressé une liste complète des observations effectuées par divers auteurs sur les préférences trophiques de *S. damnosum* s.l. En ce qui concerne la zone forestière d'Afrique de l'Ouest deux observations y sont signalées. Le Berre (1966) observe en Côte d'Ivoire dans la région de Tiassalé des femelles du complexe *S. damnosum* (probablement *S. sanctipauli*) piquant sur chèvre et sur chien. Garms et Voelker (1969) au Liberia signalent des femelles de *S. damnosum* s.l. piquant les poules, les canards et les oiseaux. Disney (1972) étudie au Cameroun les femelles de *S. damnosum* s.l. piquant sur des poules. Philippon (1976) pour sa part signale en zone forestière de Côte d'Ivoire des femelles appartenant sans doute à l'espèce *S. sanctipauli* piquant sur lapins et chiens. Au Zaïre à Inga il observe également des femelles du complexe *S. damnosum* piquant sur chiens et bovins.

Des filaires autres qu'*Onchocerca volvulus* ont été décrites chez *S. damnosum* s.l. par Duke (1967) et Garms et Voelker (1969). Garms (1973) observe au Liberia de nombreuses femelles infectieuses du complexe *S. damnosum* (probablement *S. sanctipauli* ou *S. yahense*) abritant des filaires d'origine animale; sur 397 femelles infectieuses 186 possèdent des stades infectants d'*O. volvulus* et 211 des stades infectants d'autres filaires.

3.4.2. OBSERVATIONS PERSONNELLES.

Nous avons sur le tableau I indiqué les captures de femelles de *S. sanctipauli* et *S. soubrense* obtenues sur appât animal. Les essais effectués avec *S. yahense* n'ont pas été concluants. Sur le tableau I nous comparons ces captures faites à la même période sur homme, lapin, poulet et mouton. Afin de mieux juger de l'importance relative de ces captures nous avons effectué pour les animaux deux corrections différentes. L'une tenant compte du poids respectif du captureur et de l'animal, l'autre de la quantité de gaz carbonique dégagée selon les abaques de Gaddum (1961). Il apparaît que les deux espèces piquent les animaux, *S. sanctipauli* étant légèrement plus zoophile. Cependant les chiffres dont nous disposons sont insuffisants pour une étude détaillée.

Il faut cependant noter que nous avons rencontré des stades infectants ou des larves évolutives morphologiquement différenciables de *O. volvulus* uniquement chez *S. sanctipauli*. Nos observations sont regroupées sur le tableau II. Sur ce tableau nous pouvons comparer en divers points de captures les infestations par *O. vol-*

TABLEAU I. — Femelles de *S. sanctipauli* et *S. soubrense* capturées sur appât animal.

Homme : Poids moyen = 70 kg.
 Poule, lapin : Poids moyen = 1 kg.
 Mouton : Poids moyen = 25 kg.

CO₂ dégagé par minute : 250 cc
 CO₂ dégagé par minute : 10 à 15 cc
 CO₂ dégagé par minute : 100 cc

Gîtes	Date des captures	Homme/jour	Lapin/jour	Poule/jour	Mouton/jour
M'Basso (Comoé)	Janvier 1976	39 Espèces <i>S. sanctipauli</i> : 41 % <i>S. soubrense</i> : 59 %	Femelles capturées : 5 Correction poids : 350 Correction CO ₂ : 125 Espèces présentes : <i>S. sanctipauli</i> : 3 <i>S. soubrense</i> : 2	Femelles capturées : 10 Correction poids : 700 Correction CO ₂ : 250 Espèces présentes : <i>S. sanctipauli</i> : 8 <i>S. soubrense</i> : 2	
N'Golodougou (Bagbé)	Novembre 1975	93 Espèces : <i>S. sanctipauli</i> : 32 % <i>S. soubrense</i> : 68 %	Femelles capturées : 23 Correction poids : 1 610 Correction CO ₂ : 575 Espèces présentes : <i>S. sanctipauli</i> : 10 <i>S. soubrense</i> : 13	Femelles capturées : 2 Correction poids : 140 Correction CO ₂ : 50 Espèces présentes : <i>S. sanctipauli</i> : 2	Femelles capturées : 8 Correction poids : 24 Correction CO ₂ : 20 Espèces présentes : <i>S. sanctipauli</i> : 3 <i>S. soubrense</i> : 5
Ahouati (Bandama)	Mars 1977	903 Espèces : <i>S. sanctipauli</i> : 80 % <i>S. soubrense</i> : 20 %	Femelles capturées : 52 Correction poids : 1 820 Correction CO ₂ : 1 300 Espèces présentes : <i>S. sanctipauli</i> : 47 <i>S. soubrense</i> : 5	Femelles capturées : 10 Correction poids : 700 Correction CO ₂ : 250 Espèces présentes : ?	

TABLEAU II. — Comparaison entre l'infestation par *O. volvulus* et par filaires animales chez *S. sanctipauli*, *S. soubrense* et *S. yahense* (*O. volvulus* = larves morphologiquement indifférenciables d'*O. volvulus*).

Gîtes	Rivières	Date des enquêtes	Espèces présentes	Femelles disséquées	Femelles pares	% pares	Femelles avec larves évolutives <i>O. volvulus</i>	Femelles avec larves évolutives filaires animales	Femelles infectieuses <i>O. volvulus</i>	Femelles infectieuses filaires animales
Toulepleu	Cavally	Décembre 1969	<i>S. sanctipauli</i> dominant	548	264	48	1	5	3	2
Ahouati	Bandama	Avril 1975	<i>S. sanctipauli</i> 80 % <i>S. soubrense</i> 20 %	1 042	317	30	14	1	3	4
Taabo	Bandama	Juin 1976	<i>S. sanctipauli</i> 28 % <i>S. soubrense</i> 72 %	3 175	1 446	46	98	?	19	8
M'Basso	Comoé	Août 1976	<i>S. sanctipauli</i> 17 % <i>S. soubrense</i> 52 % <i>S. yahense</i> 31 %	1 247	685	55	68	11	18	0
Attakro	Comoé	Septembre 1976	<i>S. sanctipauli</i> 10 % <i>S. soubrense</i> 90 %	420	251	60	17	3	3	0

vulus et par filaires animales. Nous reprendrons en partie ces résultats dans le chapitre sur le taux d'infestation des populations (cf. 3.5.2.1.) en séparant cette fois *S. sanctipauli* des autres espèces.

3.4.3. DISCUSSION.

Comme nous l'avons dit précédemment nous ne disposons pas de données suffisantes pour tirer des conclusions définitives sur la zoophilie des diverses espèces. Nous pouvons cependant noter que *S. soubrense* et *S. sanctipauli* piquent volontiers les animaux. Il faut enfin souligner que seul *S. sanctipauli* a été trouvé porteur de filaires d'origine animale.

3.5. Pouvoir vecteur des diverses espèces.

3.5.1. RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE.

De nombreux travaux sur la transmission d'*O. volvulus* ont été effectués dans les diverses zones bioclimatiques d'Afrique de l'Ouest. Duke (1962 a et b, 1968 a et b, 1973) Duke et Lewis (1964) Duke *et al.*, (1972) étudient au Cameroun divers facteurs conditionnant la transmission d'*O. volvulus* en savane comme en forêt. Ces études concernent l'ingestion des microfilaires, la formation de la membrane péritrophique, les différents stades de l'onchocercose chez la simule, le cycle de piqûre, le taux d'infestation et l'âge moyen des populations simulidiennes, la transmission des stades infectants et les relations entre l'intensité de la transmission et le tableau clinique de la maladie. Garms (1973) au Liberia suit durant trois années consécutives la transmission onchocercarienne en zone de forêt. Il note en particulier un fort pourcentage d'infestation des simules par des filaires animales. Philippon (1976) étudie de façon détaillée les rapports entre l'homme réservoir de virus, l'insecte vecteur et le parasite. Il examine en particulier les facteurs susceptibles d'influer sur la quantité de microfilaires ingérées, les facteurs influant sur la contact homme-vecteur, le développement d'*O. volvulus* chez *S. damnosum* s.l., la sortie des microfilaires de l'estomac, le développement intramusculaire de l'onchocercose et le devenir des larves infectantes à l'issue du cycle parasitaire. Il étudie enfin les taux d'infestations des populations simulidiennes ainsi que la retransmission du parasite et établit des relations entre l'intensité de la transmission et l'épidémiologie de la maladie.

Nous constatons donc que la transmission de l'onchocercose est un phénomène qui a été déjà étudié de façon détaillée et ce dans diverses zones bioclimatiques. Le but de notre étude n'est donc pas de reprendre dans le détail ces travaux mais d'établir compte tenu de nos

observations les caractéristiques vectrices de chacune des espèces du complexe *S. damnosum*. Les divers auteurs précédemment cités et en particulier Duke, Garms et Philippon ont déjà pu relier certains de leurs résultats à la présence de diverses espèces du complexe *S. damnosum*. Cependant comme nous l'avons dit plus haut ces travaux ont été souvent effectués sur des mélanges d'espèces. De plus la présence de complexes *Onchocerca-Simulium* mis en évidence par Duke (1966, 1967), Duke *et al.*, (1966) et Philippon (1976) lors d'expériences sur les transmissions croisées complique cette situation. Nous reprendrons ces problèmes lors de la discussion après l'exposé de nos résultats sur chacune des espèces.

3.5.2. OBSERVATIONS PERSONNELLES.

Nos études sur le pouvoir vecteur des espèces forestières *S. sanctipauli*, *S. soubrense* et *S. yahense* ont été effectuées lors de 46 enquêtes entomologiques menées aux diverses périodes de l'année dans 19 stations d'étude. Comme le montre la carte, ces stations (carte 1) sont réparties sur les différents bassins fluviaux; Comoé (Aka-Komoekro, Amankouro, Attakro, M'Basso et Alépé), Bandama (Taabo, Ahouati, Gauthier, Tiassalé) Sassandra (Massadougou, N'Golodougou, Soubré, Louga) Cavally (Nimpleu, Wa, Danané, Toulepleu, Soto-Waté) et Bagoé (Kariko). Nos observations portent sur 578 jours de capture durant lesquels 82 858 femelles ont été capturées et 48 785 disséquées. Les dissections nous ont permis de découvrir 1 369 femelles avec des larves évolutives et 482 avec des larves infectantes d'*O. volvulus* (1). Les 482 femelles infectieuses renfermaient 2 507 larves infectantes. Lors de notre étude des taux d'infestation naturelle, de la charge parasitaire et de l'intensité de transmission nous reprendrons pour chaque espèce les résultats correspondants obtenus dans les divers bassins fluviaux.

3.5.2.1. Taux d'infestation naturelle.

Le tableau III nous permet de comparer sur quelques populations de *S. sanctipauli* l'infestation par *O. volvulus* et par filaires animales. Il est extrêmement significatif de noter qu'une seule femelle de *S. sanctipauli* sur 3 910 disséquées et 1 760 paires abritait un stade infectant d'*O. volvulus* alors que dix femelles abritaient un ou plusieurs stades infectants de filaires animales. Ces stades infectants de grande taille sont semblables à ceux décrits

(1) Nous utilisons dans ce texte « larves évolutives ou infectantes d'*O. volvulus* » dans le sens « larves évolutives ou infectantes morphologiquement indifférenciables d'*O. volvulus* » comme le font les divers auteurs.

TABLEAU III. — Comparaison entre l'infestation par *Onchocerca volvulus* et l'infestation par filaires animales sur quelques populations de *S. sanctipauli* étudiées dans diverses zones.

Gîtes	Date	♀♀ Disséquées	♀♀ Pares	% Pares	♀♀ Infectées <i>O. volvulus</i>	♀♀ Infectées animales	♀♀ Infectieuses <i>O. volvulus</i>	♀♀ Infectieuses animales
Soto-Waté (Cavally)	Août 1976	382	85	22,3	19	?	0	1
Gauthier* (Bandama)	Juin 1976	1 600	934	58,4	0	0	1	1
Taabo* (Bandama)	Juin 1976	863	390	45,2	15	?	0	8
Louga (Sassandra)	Janvier 1976	332	164	49,4	0	0	0	0
M'Basso (Comoé)	Janvier 1976	230	118	51,3	0	0	0	0
M'Basso (Comoé)	Août 1976	221	38	17,2	3	11	0	0
Attakro (Comoé)	Juillet 1976	282	31	11	12	3	0	0
Résultat global		3 910	1 760	45	49	14	1	10

* Gîtes traités.

par Garms et Voelker (1969). Nous les avons trouvés uniquement chez *S. sanctipauli*. Si nous avons pu différencier par leur taille les larves évolutives animales chez 14 femelles, on peut cependant penser que sur les 49 femelles infectées restantes, toutes n'étaient pas infectées par *O. volvulus*. D'après ces chiffres on peut estimer que le pouvoir vecteur de *S. sanctipauli* est pratiquement nul en Côte d'Ivoire en ce qui concerne *O. volvulus*.

Nous avons regroupé sur les tableaux IV et V les taux d'infestation naturelle observés lors de diverses enquêtes de saison sèche et de saison des pluies sur *S. soubrense* et *S. yahense*. Chez *S. soubrense* (si on met à part le gîte d'Aka-Komoékro où les femelles piquent sur réservoir de forêt et de savane mélangé) le pourcentage moyen de femelles parasitées par rapport aux pares est de 9,42, celui des femelles infectées est de 8,11 et celui des femelles infectieuses de 1,97.

TABLEAU IV. — Taux d'infestation naturelle observés chez les femelles pares de *S. soubrense* en diverses zones.

<i>S. soubrense</i>	M' Basso	Attakro	Amankoukro	Taabo	Aka Komoékro
♀♀ disséquées	1 247	2 400	1 796	3 083	930
♀♀ pares	685	1 107	670	1 412	512
% parasitées	11,68	9,12	8,96	7,93	8,01
% infectées	10,07	7,23	8,21	6,94	4,69
% infectieuses	2,63	2,26	1,64	1,35	3,71

ÉTUDE DU COMPLEXE *SIMULIUM DAMNOSUM* EN AFRIQUE DE L'OUEST. VII.

TABLEAU V. — Taux d'infection naturelle observés chez les femelles pares de *S. yahense* en diverses zones.

<i>S. yahense</i>	Wa	Wa	Danané	Nimpleu	Soto-Waté	Kariko
♀♀ disséquées	781	553	412	879	510	892
♀♀ pares	406	178	237	287	259	588
% parasitées	23,40	32,58	21,10	39,02	35,52	0,85
% infectées	18,97	25,28	18,38	32,40	33,20	0,85
% infectieuses	11,58	9,50	5,13	11,15	15,85	0

Chez *S. yahense* en zone de forêt le pourcentage moyen de femelles parasitées par rapport aux pares est de 30,32, il est de 25,65 pour les femelles infectées et de 10,36 pour les infectieuses. En zone de savane ces taux tombent à 0,85 % de femelles parasitées (infectées) et 0 % d'infectieuses.

Pour une espèce donnée il est possible de calculer le pourcentage théorique de femelles parasitées par rapport aux pares. En effet si on observe lors des dissections les doubles infestations (c'est-à-dire soit des stades infectants associés à des larves évolutives jusqu'au stade II soit des stades III intramusculaires associés à des saucisses (Philippon, 1976) dans une même femelle) il ne peut s'agir que de femelles qui se sont infectées lors des deux derniers repas de sang. Si on fait le rapport des doubles infestations aux femelles infectieuses on obtient donc le pourcentage de femelles pares susceptibles de s'infecter à chaque repas de sang, ce pourcentage correspond au taux théorique de femelles parasitées par rapport aux pares sur une population en équilibre. Nous avons indiqué sur les figures 16 et 17 les pourcentages théoriques de femelles parasitées par rapport aux pares chez *S. soubrense* et *S. yahense*. Chez *S. soubrense* les pourcentages théoriques varient de 8 à 12 % les pourcentages observés de 8,01 à 11,68 %. Chez *S. yahense* les pourcentages théoriques varient de 19 à 38 % les pourcentages observés de 21,10 à 39,02 %. Compte tenu des aléas de l'échantillonnage lors des séries de captures-dissections nous pouvons constater la complète concordance des pourcentages calculés et observés.

3.5.2.2. Charge parasitaire des femelles.

Les taux de parasitisme de *S. sanctipauli* en Côte d'Ivoire étant pratiquement nuls en ce qui concerne *O. volvulus* (cf. 3.5.2.1.) nous n'étudierons dans le chapitre sur la charge parasitaire des femelles et l'intensité de transmission que les espèces *S. soubrense* et *S. yahense*.

Afin de pouvoir comparer la charge parasitaire des femelles infectées à celle des femelles infectieuses dans

la même espèce et la charge parasitaire chez *S. soubrense* et *S. yahense* nous avons ramené dans tous les cas nos résultats à 100 femelles. Cela nous a permis d'établir les histogrammes de répartition des femelles infectées et infectieuses selon leur charge parasitaire (fig. 18 à 21) et les courbes correspondantes (fig. 22 à 23).

En ce qui concerne tout d'abord les femelles infectées notons que nous avons seulement retenu comme larves évolutives les formes saucisses et les stades II à l'exclusion des stades III intramusculaires. Ces derniers sont en effet considérés comme des stades infectants par certains auteurs; leur nombre étant très limité il nous a paru préférable de ne pas en tenir compte. Les histogrammes de répartition comme les courbes de distribution des femelles infectieuses en fonction du nombre de larves évolutives sont similaires chez *S. soubrense* et *S. yahense*, tout au plus peut-on constater que le nombre de larves évolutives par femelle infectée est légèrement inférieur chez *S. soubrense* (9,1 contre 9,5 chez *S. yahense*). Cela paraît surtout dû à la présence chez *S. yahense* de femelles très fortement infectées (maximum 55 larves chez *S. yahense*, 45 chez *S. soubrense*).

La différence est beaucoup plus nette en ce qui concerne les femelles infectieuses. Chez *S. soubrense* 53 % des femelles infectieuses possèdent de 1 à 3 larves infectantes d'*O. volvulus* alors que ces femelles peu parasitées ne représentent que 31 % des femelles infectieuses chez *S. yahense*. Les femelles possédant plus de 9 larves infectantes représentent 16 % des femelles infectieuses chez *S. soubrense* et 33 % chez *S. yahense*. Cela explique que le nombre moyen de larves infectantes par femelle infectieuse n'est que de 5,5 chez *S. soubrense* mais atteint 8,5 chez *S. yahense*.

Philippon (1976), observe qu'en zone de forêt la charge microfilarienne des onchocerquiens peut influencer sur la charge parasitaire des femelles. Nos stations d'étude ayant été choisies selon des critères bien définis, en particulier en ce qui concerne les contacts homme-vecteur

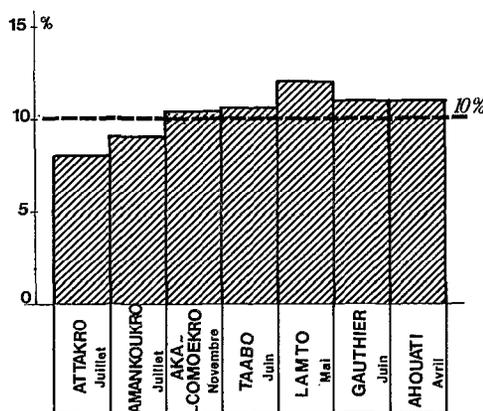


Fig. 16 : *S. soubrense*

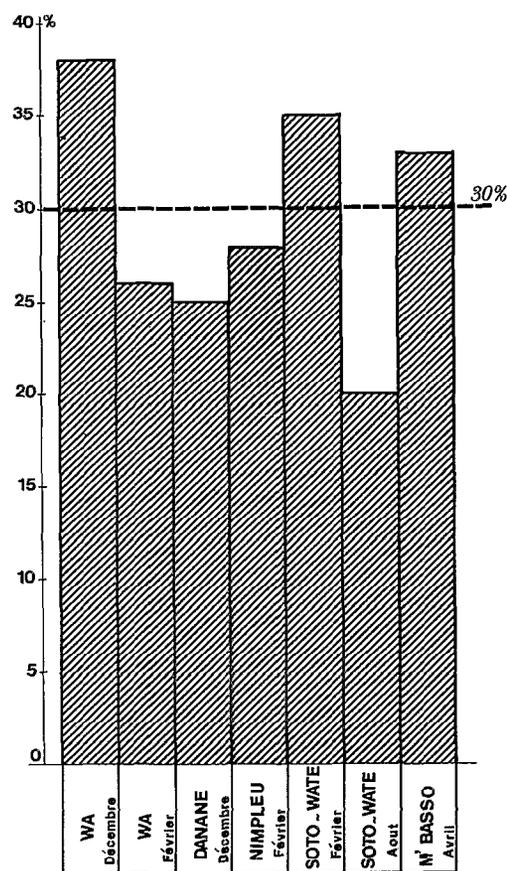


Fig. 17 : *S. yahense*

Pourcentage des ♀♀ paires susceptibles de s'infecter à chaque repas de sang (calcul théorique)

(cf 2.1.), nous n'avons observé aucune variation importante de la charge parasitaire des femelles à l'intérieur d'une même espèce.

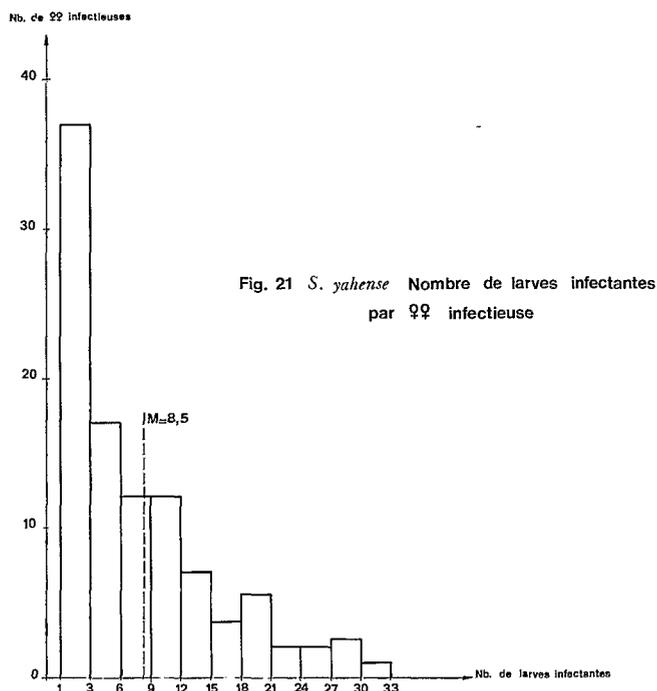
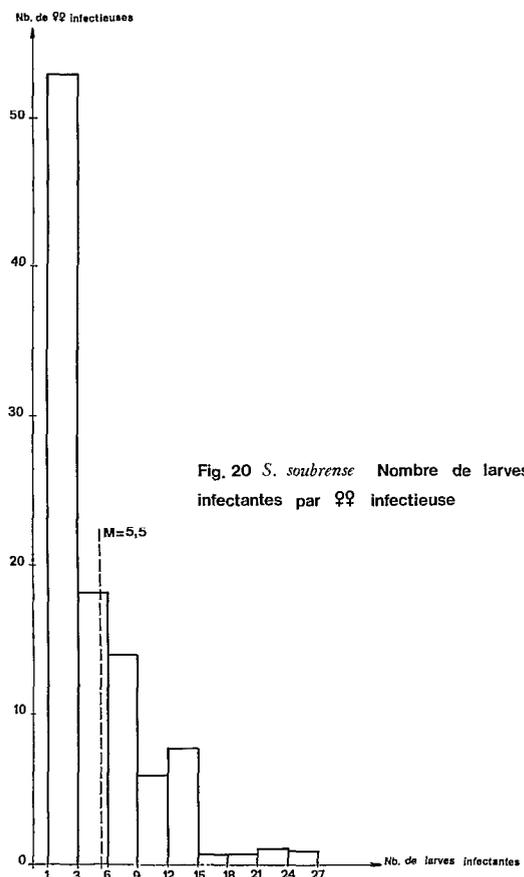
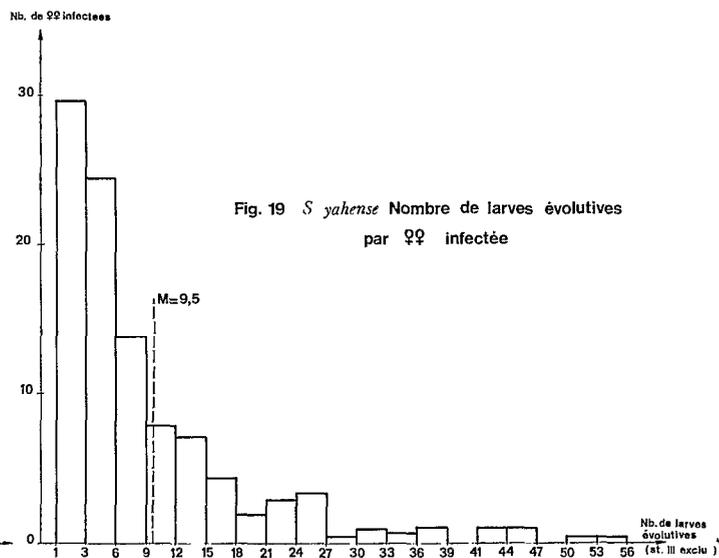
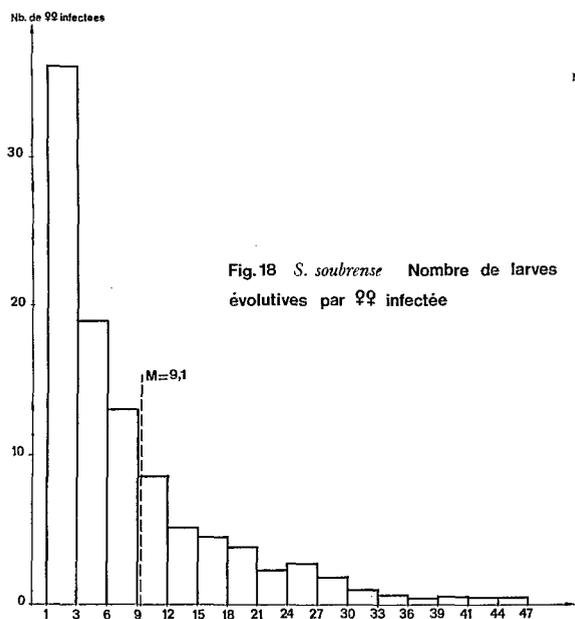
Tous les résultats que nous venons d'exposer ont été obtenus sur *S. soubrense* et *S. yahense* en zone de forêt. Il est très intéressant de noter que les résultats sont nettement différents si *S. yahense* s'établit en zone de savane (Massadougou et Kariko) ou si *S. soubrense* pique à la limite forêt-savane sur un réservoir de virus mixte. A Kariko sur la Bagoé en février 1976 on observait 90 % de *S. yahense* et 10 % de *S. damnosum* et *S. sirbanum*. Sur 970 femelles disséquées on notait 649 paires, 10 femelles infectées et 1 infectieuse. L'identification des femelles parasitées montrait que 5 femelles infectées et la femelle infectieuse appartenaient aux espèces *S. damnosum* et *S. sirbanum* (1 infectieuse et 3 infectées pour *S. sirbanum*, 2 infectées pour *S. damnosum*). Cinq femel-

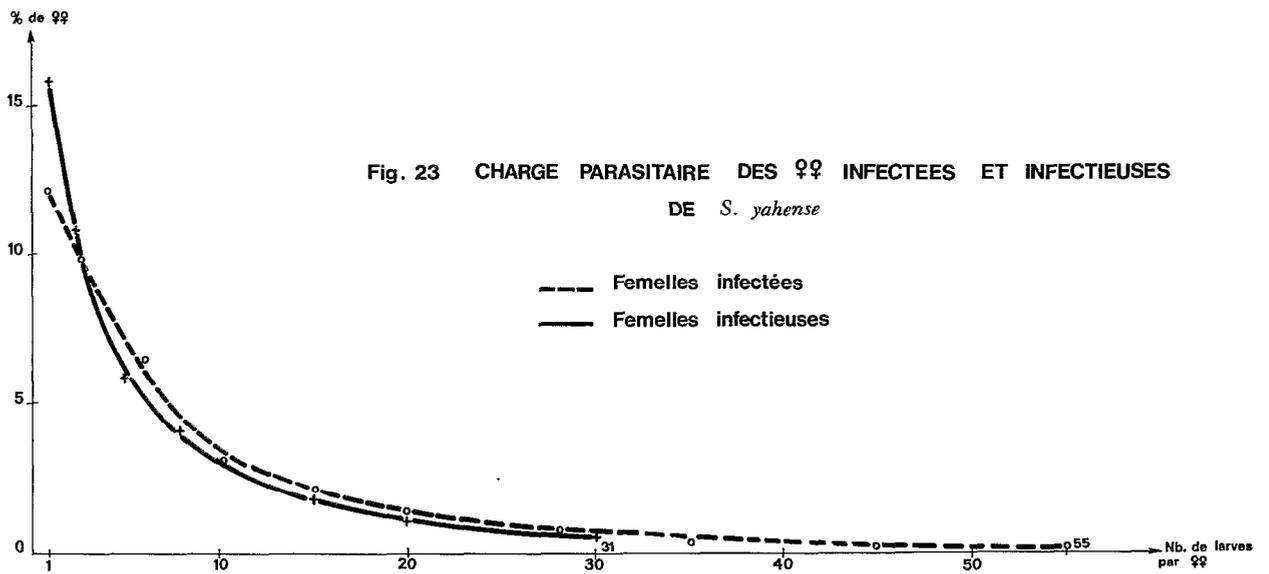
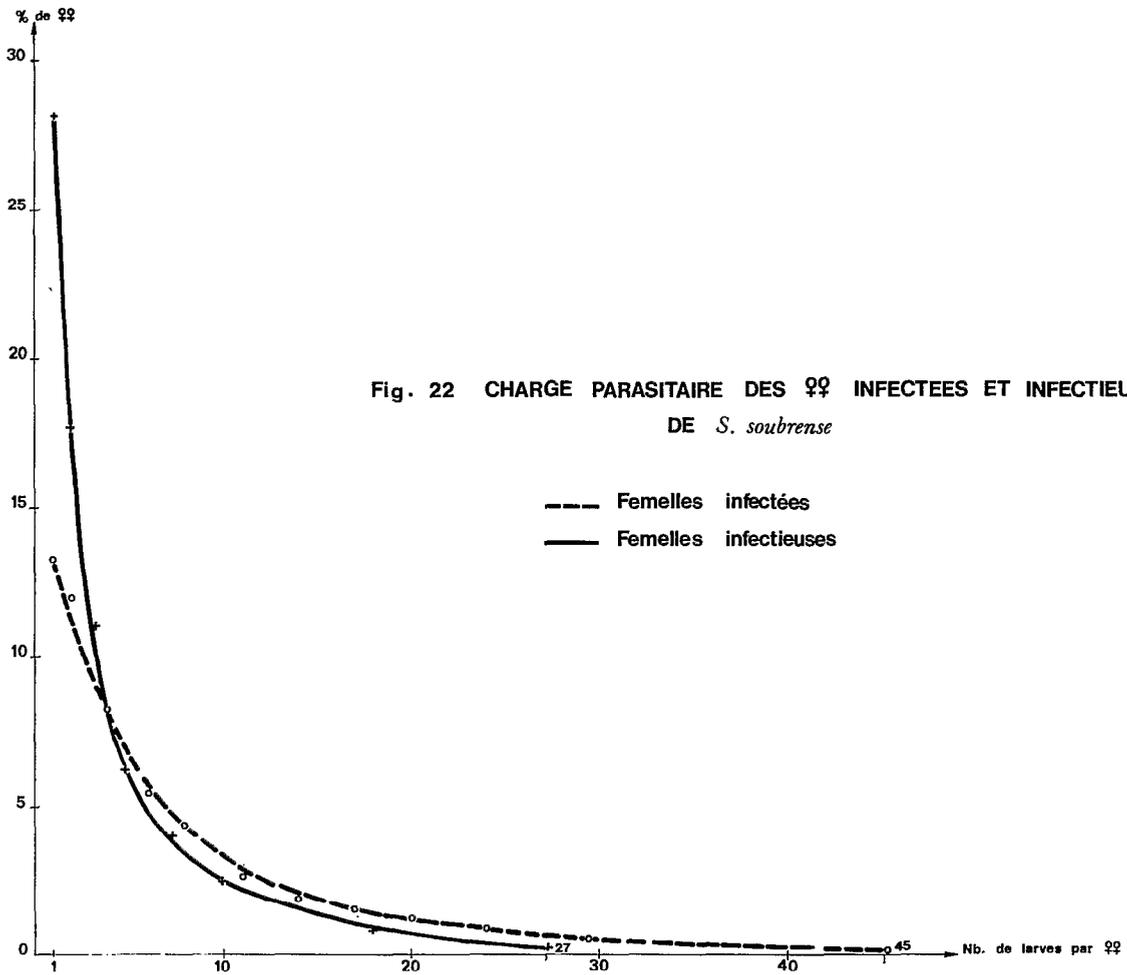
les infectées appartenaient à l'espèce *S. yahense*. A Massadougou sur le haut bassin du Sassandra au mois de septembre, 66 % des femelles appartenaient à l'espèce *S. yahense*, 12 % à *S. soubrense*, 14 % à *S. sirbanum* et 8 % à *S. damnosum* s.l. 1 002 femelles ont été disséquées, 683 étaient paires, 10 étaient infectées et 2 étaient infectieuses. Les 12 femelles parasitées ont été étudiées, les 2 infectieuses et 3 infectées étaient *S. damnosum* s.s., 3 infectées *S. sirbanum*, 2 *S. soubrense* et 2 *S. yahense*. Cela revient à dire que *S. yahense* a un rôle vecteur pratiquement nul dans cette zone de savane.

A Aka-Koméokro, *S. soubrense* pique sur un réservoir de parasites savane-forêt (1). En effet durant toute

(1) Caractère mixte du réservoir attesté par le faciès clinique particulier de l'onchocercose dans cette région (Prost, comm. pers.).

ÉTUDE DU COMPLEXE *SIMULIUM DAMNOSUM* EN AFRIQUE DE L'OUEST. VII.





l'année *S. damnosum* s.l. est présent. Il est dominant en saison sèche (70 à 80 % des femelles) mais ne représente plus que 15 % de la population en saison des pluies. *S. soubrense* a été étudié à Aka-Komoékro en fin de saison des pluies lorsqu'il forme plus de 80 % de la population de femelles. Sur 930 femelles de *S. soubrense* disséquées, on notait 512 pares, 41 parasitées, 24 infectées et 19 infectieuses. La charge parasitaire était très élevée puisque le nombre moyen de larves évolutives par femelle infectée atteignait 10,5 (contre 9,1 en moyenne en forêt) et le nombre moyen de larves évolutives par femelle infectieuse 10,2 (contre 5,5 en moyenne en forêt). Cela semble indiquer un potentiel de transmission plus élevé pour *S. soubrense* sur réservoir mixte que sur réservoir de forêt. Nous reprendrons ce problème lors du chapitre sur l'intensité de la transmission.

3.5.2.3. Intensité de transmission.

Afin de rendre compte de l'intensité de transmission moyenne de chaque espèce nous avons représenté sur les fig. 24 à 27 les divers facteurs importants. Ces facteurs sont :

- l'âge moyen des femelles exprimé en taux de pares;
- le taux d'infestation de la population;
- la charge parasitaire des femelles.

Nous pouvons constater que la transmission est maximum chez *S. yahense* en zone de forêt (fig. 24) où 1 000 femelles capturées donnent en moyenne 382 larves infectantes d'*O. volvulus*. Chez *S. soubrense* (fig. 25) on obtient seulement 44 larves infectantes d'*O. volvulus*. Cette énorme différence tient essentiellement à deux facteurs. D'une part au taux d'infestation de la population qui est cinq fois plus important en ce qui concerne les femelles infectieuses chez *S. yahense*. D'autre part à la charge parasitaire en larves infectantes qui est presque double chez *S. yahense* (8,5 contre 5,5 chez *S. soubrense*).

En zone de savane par contre la transmission est pratiquement nulle pour *S. yahense* (fig. 26). Si quelques femelles sont parasitées (5 pour 650 pares) aucune ne devient infectieuse. Le nombre de larves infectantes d'*O. volvulus* est donc nul. *S. soubrense* sur réservoir forêt-savane transmet mieux que sur réservoir de forêt. Le taux de pares est plus important (55 % contre 40 % en forêt) le taux d'infestation de la population est presque double (3,71 d'infectieuses contre 1,97 en forêt) la charge parasitaire également (10,2 contre 5,5 en forêt). Cela nous amène à 204 larves infectantes d'*O. volvulus* contre 44 en forêt, et peut expliquer la gravité particulière de l'endémie onchocercienne obser-

vée par les équipes médicales dans les villages situés à la limite forêt-savane sur la Comoé (Prost comm. pers.).

Ces derniers chiffres montrent nettement que l'espèce vectrice n'est pas la seule en cause dans la détermination sur l'intensité de transmission. La zone bioclimatique peut influencer sur le taux de pares, la souche d'onchocercus peut faire varier énormément le taux d'infestation de la population et la charge parasitaire des femelles. Nous reviendrons sur ce problème lors de la discussion générale des résultats.

3.5.3. DISCUSSION.

Si nous comparons nos résultats avec ceux obtenus par les divers auteurs travaillant en zone forestière (Duke, 1968; Garms, 1973; Philippon, 1976), on peut constater que dans l'ensemble nos observations concordent avec celles effectuées précédemment. Cependant si on compare plus précisément les résultats obtenus pour chaque espèce du complexe on note des différences importantes.

S. sanctipauli, dont le rôle vecteur nous apparaît négligeable, est considéré comme un vecteur à part entière par Garms (1973) et Philippon (1976). Cependant il faut tenir compte du fait que ces travaux ont été menés sur des mélanges d'espèces et non sur des femelles identifiées de *S. sanctipauli*. C'est ainsi qu'au Libéria Garms a travaillé manifestement sur un mélange *S. sanctipauli*, *S. yahense* (et peut être aussi *S. soubrense*) comme l'indique la carte des gîtes larvaires et des points de capture. Il faut remarquer que compte tenu du taux très important d'infestation chez *S. yahense*, il suffit d'un faible pourcentage de cette espèce mêlée à la population de *S. sanctipauli* pour fausser complètement les résultats. C'est ainsi que le taux global de femelles infectieuses par rapport aux pares est seulement de 2,7 % alors que pour *S. yahense* ce taux est de 10,6 %. Si nous tenons compte du fait que chez *S. yahense* le taux de femelles pares est proche de 50 % et chez *S. sanctipauli* en moyenne de 20 %, il suffit que 12 % des femelles capturées appartiennent à l'espèce *S. yahense* et 88 % à l'espèce *S. sanctipauli* pour retrouver les résultats de Garms. Si le taux de pares tombe à 10 % chez *S. sanctipauli* en particulier en saison des pluies il suffit alors de 6 % de *S. yahense* dans la population totale pour obtenir le taux d'infestation par *O. volvulus* observés. Les enquêtes que nous avons effectuées à Louga sur le Sassandra en saison des pluies nous ont montré que bien que le gîte larvaire soit entièrement peuplé par *S. sanctipauli* et *S. soubrense* les populations de femelles piqueuses comportaient 17 % de *S. yahense* venues des affluents. Les résultats de Philippon (1976) à Taabo s'expliquent également

INTENSITÉ DE TRANSMISSION D'ONCHOCERCA VOLVULUS PAR *S. YAHENSE* ET *S. SOUBRENSE*

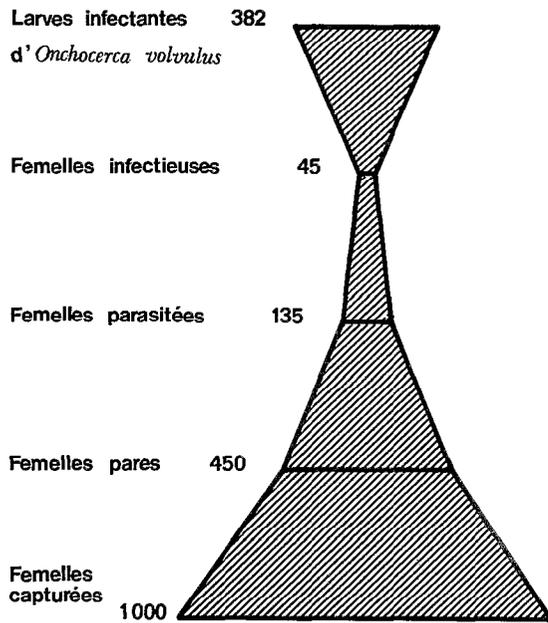


Fig. 24 - *S. yahense* ZONE DE FORÊT

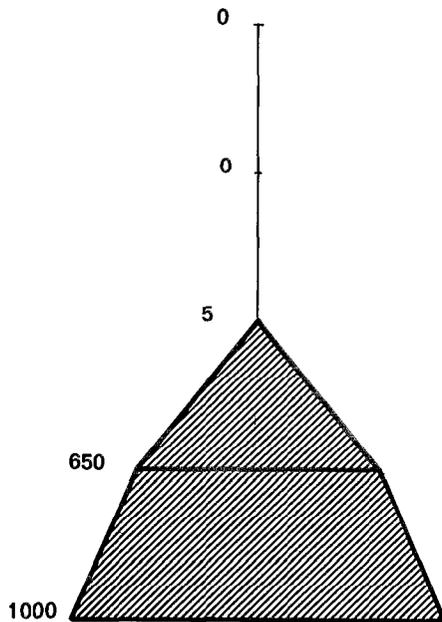


Fig. 26 - *S. yahense* ZONE DE SAVANE (Karlko; Bagoé)

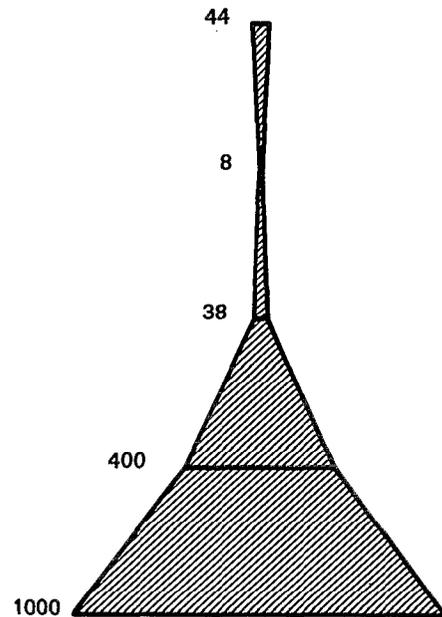


Fig. 25 - *S. soubrense* ZONE DE FORÊT

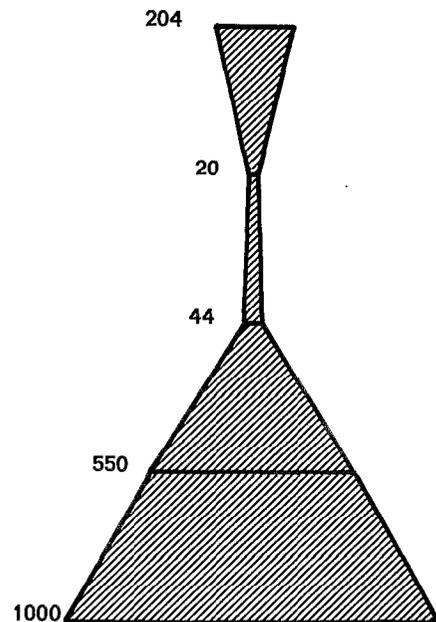


Fig. 27 - *S. soubrense* RESERVOIR FORÊT-SAVANE (Aka..Komoékro; Comoé)

parfaitement compte tenu de la présence de *S. soubrense* en plus de *S. sanctipauli*. C'est ainsi que Philippon trouve sur l'année près de 3 % de femelles infectées par rapport aux paires et 1 % d'infectieuses. Chez *S. soubrense* nous avons trouvé 8,11 % d'infectées et 2 % d'infectieuses. Nos identifications ont montré que dans cette zone *S. soubrense* forme de 40 à 60 % de la population ce qui correspond parfaitement aux taux d'infestation obtenus par Philippon. Nos résultats concordent également parfaitement en ce qui concerne la charge parasitaire puisque chez *S. soubrense* nous avons trouvé une charge moyenne en larves évolutives égale à 9,1 et une charge moyenne en larves infectantes de 5,5. Philippon pour les larves évolutives trouve sur l'année une moyenne de 9,5 et pour les larves infectantes une moyenne de 5,3. Nous pouvons en conclure que les différences observées entre les observations précédentes et nos propres résultats s'expliquent parfaitement compte tenu du pouvoir vecteur de chacune des espèces. Notons enfin en ce qui concerne *C. yahense* que nos résultats sont identiques à ceux obtenus par Philippon à Wa en ce qui concerne les taux d'infestation (25,65 % de paires infectées et 10,63 % d'infectieuses sur *S. yahense* et 22,7 % d'infectées et 11,05 d'infectieuses à Wa). La charge parasitaire en larves infectantes est par contre nettement plus faible à Wa en saison sèche (5,8) que chez *S. yahense* (8,5) mais s'en rapproche en saison des pluies (7,2). Cela peut également s'expliquer en partie du fait que le gîte de Wa à certaines périodes est peuplé en majorité par *S. squamosum* dont la charge parasitaire en larves infectantes serait proche de 6 (chiffre trouvé par Duke au Cameroun, 1968 a).

En ce qui concerne l'intensité de transmission dans le cas d'un contact homme-vecteur maximal, il faut noter la nette différence entre *S. yahense* (382 larves infectantes d'*O. volvulus* pour 1 000 femelles capturées) et *S. soubrense* (44 larves infectantes pour 1 000 femelles) en zone de forêt. Il faut cependant souligner l'importance de la transmission de *S. soubrense* sur réservoir forêt-savane (204 larves infectantes pour 1 000 femelles). Ce résultat confirme également les expériences de transmission croisées qui avaient été faites par Philippon dans la zone de Taabo. Il trouvait en effet lors des transmissions expérimentales un nombre moyen de 13 larves infectantes d'*O. volvulus* par femelle infectieuse à Taabo sur onchocerquien de savane. De même la transmission très faible de *S. yahense* en savane confirme les résultats obtenus par Philippon lors des transmissions croisées effectuées entre un vecteur de forêt (Wa) piquant un onchocerquien de forêt (Wa). Ces résultats fort intéressants nous amènerons prochainement à reprendre en détail

les expériences de transmissions croisées sur des diverses espèces vectrices piquant des onchocerquiens d'origines différentes.

En ce qui concerne enfin les infestations de *S. sanctipauli* par des filaires animales nos observations recourent celles de Garms (1973) bien qu'en Côte d'Ivoire le taux d'infestation observé semble nettement inférieur à celui de Garms (0,57 % d'infectieuses animales par rapport aux paires contre 3 % au Libéria). Ce problème reste cependant important en zone de forêt et il serait intéressant de pouvoir identifier les larves évolutives des diverses filaires ainsi que de rattacher les diverses filaires animales à leur hôte vertébré.

4. DISCUSSION GÉNÉRALE. COMPOSITION DES POPULATIONS PIQUEUSES.

Plusieurs auteurs et en particulier Duke (1968 b) ont essayé à partir des données obtenues lors des dissections, de connaître la composition par âge des populations piqueuses. Tous les auteurs admettent en effet (Le Berre, 1966; Duke, 1968 a et b; Garms, 1973; Philippon, 1976) que les femelles infectieuses venant piquer sont obligatoirement à leur troisième repas de sang, et qu'en zone de forêt les femelles dans leur immense majorité n'effectuent pas plus de 4 repas de sang (100 % des femelles pour Le Berre, 1966, 99,7 % pour Duke, 1968 b). Connaissant le nombre de nullipares, de paires, de femelles infectées et infectieuses et de doubles infestations il est possible de calculer pour une population donnée la composition de cette dernière par tranche d'âge.

Lors des séries de captures-dissections, les femelles sont habituellement capturées durant 3 à 4 jours successifs. Le nombre de paires ainsi trouvé lors des dissections est peu précis, comparé aux diverses infestations qui elles portent sur 12 à 15 jours en moyenne. Il est possible de calculer un nombre théorique de paires portant sur une durée équivalente. En effet comme nous l'avons vu lors du chapitre sur le taux d'infestation des populations (cf. 3.5.2.1.) le rapport des doubles infestations sur les femelles infectieuses (dI) donne le pourcentage de femelles s'infectant à chaque repas de sang. Si on multiplie l'inverse de ce rapport par le nombre de « piqûres d'infestation » on obtient le nombre théorique de femelles paires. Ce nombre peut être égal, inférieur ou supérieur au nombre de paires réel trouvé lors de la dissection selon que l'on a affaire à une population bien équilibrée, ou en voie d'extinction ou au contraire en expansion.

Compte tenu des données fournies par les divers auteurs précédemment cités et de nos observations personnelles on peut schématiser les diverses catégories d'âge dans une population de femelles piqueuses.

	dI_1	dI_2	
	I_1	I_2	
i_1	i_2	i_3	
N	P_1	P_2	P_3
1er repas de sang	2ème repas de sang	3ème repas de sang	4ème repas de sang

Les femelles à leur premier repas de sang sont les nullipares. Celles-ci sont observées au moment de la dissection et ne présentent pas d'intérêt particulier du point de vue transmission. Par contre il est intéressant de connaître sur une population piqueuse les divers éléments :

P_1 , P_2 et P_3 Pares venant piquer au 2^e, 3^e et 4^e repas de sang.

i_1 , i_2 et i_3 Femelles paires présentant des larves évolutives au 2^e, 3^e et 4^e repas de sang.

I_1 et I_2 Femelles paires présentant des larves infectantes au 3^e et 4^e repas de sang.

dI_1 et dI_2 Femelles paires présentant des doubles infestations au 3^e et 4^e repas de sang.

Nous proposons ci-dessous un calcul simple de ces différents éléments. Comme tout calcul théorique il n'est pas exempt de critiques; cependant nous pensons qu'il permet de se faire une idée plus précise de la transmission dans chacune des espèces du complexe *S. damnosum*.

Prenons l'exemple de Soto-Waté où les femelles au mois de février appartenaient toutes à l'espèce *S. yahense*. Après dissection nous disposons des éléments suivants :

Nombre de nullipares $N = 251$

Nombre de paires disséquées = $Pr = 259$

Femelles infectées $dI_1 + dI_2 + i_1 + i_2 + i_3 = i = 86$

Femelles infectieuses $dI_1 + dI_2 + I_1 + I_2 = I = 40$

Doubles infestations $dI_1 + dI_2 = dI = 14$

Femelles parasitées $Fp = 92^*$

Nombre de piqûres d'infestation $Qi = 106$

1. Calcul du nombre de paires théorique. :

$$P_T = Qi \times \frac{I}{dI}$$

$$P_T = 106 \times \frac{40}{14} = 303$$

* Le nombre de femelles parasitées est obtenu en additionnant les femelles infectées et infectieuses dont on retranche les doubles infestations et les femelles renfermant des stades infectants et des stades III intramusculaires (ces deux catégories de femelles étant comptées à la fois dans les infectées et les infectieuses).

2. Calcul des divers éléments de la population piqueuse : Duke (1968b), Duke *et al.*, (1972) et Philippon (1976) admettent la validité de la formule : $\frac{I}{i} = \frac{PI}{P}$, où PI représente les femelles multipares soit dans notre cas $P_2 + P_3$. On obtient donc en prenant les paires théoriques P_T :

$$P_2 + P_3 = P_T \times \frac{I}{i}$$

$$P_2 + P_3 = 303 \times \frac{40}{86} = 141$$

$$P_1 = 303 - 141 = 162$$

$$i_1 = P_1 \times \frac{dI}{I}$$

$$i_1 = 161 \times \frac{14}{40} = 57$$

$$i_2 + i_3 = i - i_1$$

$$i_2 + i_3 = 86 - 57 = 29$$

$$\frac{dI}{I} = \frac{i_3}{i_2 + i_3}$$

$$i_2 = 86 - 67 = 19$$

$$i_1 = 57$$

$$i_2 = 19$$

$$i_3 = 10$$

Une fois calculé le nombre de femelles infectées à chaque repas de sang on peut retrouver P_1 , P_2 et P_3 en multipliant i_1 , i_2 et i_3 par I/dI . On peut également trouver I_1 et I_2 en multipliant i_1 et i_2 par I/i et en dI_1 et dI_2 en multipliant I_1 et I_2 par dI/I .

$$i_1 = 57 \quad P_1 = \frac{57 \times 40}{14} = 163$$

$$i_2 = 19 \quad P_2 = \frac{19 \times 40}{14} = 54$$

$$i_3 = 10 \quad P_3 = \frac{10 \times 40}{14} = 29$$

$$i_1 = 57 \quad I_1 = \frac{57 \times 40}{86} = 27$$

$$i_2 = 19 \quad I_2 = \frac{19 \times 40}{86} = 9$$

$$i_3 = 10 \quad I_3 = \frac{10 \times 40}{86} = 4$$

$$I_1 = 27 \quad dI_1 = \frac{27 \times 14}{40} = 10$$

$$I_2 = 9 \quad dI_2 = \frac{9 \times 14}{40} = 3$$

$$I_3 = 4 \quad dI_3 = \frac{4 \times 14}{40} = 1$$

ÉTUDE DU COMPLEXE *SIMULIUM DAMNOSUM* EN AFRIQUE DE L'OUEST. VII.

$$\begin{aligned} i_1 &= 57 & P_1 &= 163 & I_1 &= 27 & dI_1 &= 10 \\ i_2 &= 19 & P_2 &= 54 & I_2 &= 9 & dI_2 &= 3 \\ i_3 &= \frac{10}{86} & P_3 &= \frac{29}{246} & I_3 &= \frac{4}{40} & dI_3 &= \frac{1}{14} \end{aligned}$$

On peut donc remarquer que chez *S. yahense* en zone de forêt quelques femelles atteignent le 5^e repas de sang ce qui correspond aux résultats de Duke (1966).

$$\begin{aligned} 1^{\text{er}} \text{ repas de sang : femelles nullipares} \\ 2^{\text{e}} \text{ repas de sang : } P_1 + i_1 &= 220 \\ 3^{\text{e}} \text{ repas de sang : } P_2 + i_2 + I_1 + dI_1 &= 110 \\ 4^{\text{e}} \text{ repas de sang : } P_3 + i_3 + I_2 + dI_2 &= 51 \\ 5^{\text{e}} \text{ repas de sang : } I_3 + dI_3 &= \frac{5}{386} \end{aligned}$$

Ce nombre représente le total des divers éléments additionnés. En fait il convient de soustraire 2 fois les femelles ayant une double infestation puisqu'elles sont prises en compte 3 fois (dans i , I et dI) On doit aussi retrancher les femelles qui bien que n'étant pas comptées dans les doubles infestations présentent à la fois des larves évolutives et des larves infectantes (stade III intramusculaire + stades infectants).

Dans notre exemple $dI = 14$ et 20 femelles ont à la fois des larves évolutives et larves infectantes sans être considérées comme des doubles infestations. Le total trouvé est donc :

$$368 - (28 + 20) = 338$$

Ce nombre diffère du nombre de paires théoriques égal à 303 étant donné que dans les calculs nous ne pouvons tenir compte que de nombres entiers de femelles. De plus comme nous le verrons chez *S. soubrense* plus la transmission est faible plus le chiffre final diffère du chiffre des paires théoriques, les données d'infestation étant moins nombreuses et donc les calculs moins précis.

A partir de notre résultat final de 386 il est possible de calculer le nombre de femelles théorique venant à chaque repas de sang lors de notre série de capture. En effet nous avons 251 nullipares et 259 paires sur 510 femelles disséquées.

Nous avons donc :

1 ^{er} repas de sang :	251	49,22 %
2 ^e repas de sang :	$\frac{220 \times 259}{386}$: 148	29,02 %
3 ^e repas de sang :	$\frac{110 \times 259}{386}$: 74	14,51 %
4 ^e repas de sang :	$\frac{51 \times 259}{386}$: 34	6,67 %
5 ^e repas de sang :	$\frac{5 \times 259}{386}$: $\frac{3}{510}$	0,59 %

A titre de comparaison nous prendrons l'exemple d'Attakro au mois de juillet où les femelles appartiennent à l'espèce *S. soubrense*.

Après dissection nous disposons des éléments suivants :

Nombre de femelles nullipares disséquées $N = 1293$
 Nombre de femelles paires disséquées $Pr = 1107$
 Femelles infectées $i_1 + i_2 + i_3 = i = 80$
 Femelles infectieuses $dI_1 + dI_2 + I_1 + I_2 = I = 25$
 Doubles infestations $dI_1 + dI_2 = dI = 2$
 Femelles parasitées $Fp = 101$
 Nombre de piqûres d'infestation $Qi = 103$.

1. Calcul du nombre de paires théoriques :

$$P_T = \frac{106 \times 25}{2} = 1287$$

2. Calcul des divers éléments de la population piqueuse

$$p_2 + p_3 = 1287 \times \frac{25}{80} = 399.$$

$$p_1 = 1287 - 399 = 888$$

$$i_1 = 888 \times \frac{2}{25} = 71$$

$$i_2 + i_3 = 80 - 71 = 9$$

$$i_3 = 9 \times \frac{2}{25} = 1$$

$$i_2 = 8$$

$$i_1 = 71 \quad p_1 = 888 \quad I_1 = 22 \quad dI_1 = 2$$

$$i_2 = 8 \quad p_2 = 100 \quad I_2 = 3 \quad dI_2 = 0$$

$$i_3 = \frac{1}{80} \quad p_3 = \frac{13}{1001} \quad \frac{\quad}{25} \quad \frac{\quad}{2} = 1108$$

Dans ce cas nous avons seulement les 2 doubles infestations à retirer 2 fois du total et nous obtenons $1108 - 4 = 1104$.

Ici nous obtenons directement le nombre théorique de femelles ayant piqué à chaque repas de sang puisque le nombre obtenu après addition des divers éléments, 1108, est pratiquement égal au nombre réel de paires 1107.

On a donc :

1 ^{er} repas de sang nullipares :	1297	53,93 %
2 ^e me repas de sang $p_1 + i_1$:	959	39,88 %
3 ^e me repas de sang $p_2 + i_2 + I_1 + dI_1$:	132	5,49 %
4 ^e me repas de sang $p_3 + i_3 + I_2 + dI_2$:	17	0,71 %
	2405	

Ces résultats tendraient à prouver que la longévité de *S. yahense* est légèrement supérieure à celle de *S. soubrense*. En effet plus de 7 % de femelles piqueuses

atteignent le 4^e repas de sang chez *S. yahense* alors que 0,71 seulement l'atteignent chez *S. soubrense*. Cependant il se peut également que le cycle gonotrophique soit plus court chez *S. yahense* ou encore que la souche d'*O. volvulus* chez *S. yahense* évolue plus rapidement que chez *S. soubrense*.

En résumé nous pouvons dire que ces résultats concordent bien dans l'ensemble avec ceux obtenus au Cameroun par Duke (1966) travaillant probablement sur *S. squamosum*. Nous n'avons pu appliquer cette méthode de calcul à *S. sanctipauli* l'infestation y étant pratiquement nulle.

5. CONCLUSIONS.

Les enquêtes entomologiques que nous avons menées sur les espèces *S. sanctipauli*, *S. soubrense* et *S. yahense* en diverses zones de Côte d'Ivoire nous ont permis de mettre en évidence les faits suivants :

5.1. Cycle journalier de piqûre.

— Le cycle journalier de piqûre des différentes espèces dépend essentiellement des variations journalières de température.

— *S. sanctipauli* paraît en général plus sensible aux fortes températures que *S. soubrense* et *S. yahense*. On note d'ailleurs chez cette espèce une nette diminution de l'agressivité des femelles en milieu de journée, en saison sèche comme en saison des pluies.

— Chez *S. soubrense* on observe un nombre accru de femelles piqueuses tout au long de la journée avec un pic vespéral d'activité très net qui correspond à la retombée de température de l'après midi.

— Chez *S. yahense* le pic d'activité se situe en milieu de matinée à la saison sèche où la température journalière est élevée. Il se situe en milieu de journée en saison des pluies.

— Pour l'ensemble des espèces et dans les diverses zones, la répartition des femelles pares est à peu près régulière tout au long de la journée.

— Les nullipares plus sensibles aux facteurs climatiques ont une répartition beaucoup plus irrégulière et sont à l'origine des pics d'agressivité observés en saison des pluies.

5.2. Densité et âge moyen des populations piqueuses.

— Les densités de population de *S. sanctipauli* et de *S. soubrense* montrent une variation synchrone avec le niveau de l'eau

— Chez *S. yahense* les populations atteignent leur densité maximum au moment de la décrue. Il s'agit donc là d'un type de variation particulier propre aux petites rivières de forêt.

— Chez les diverses espèces le taux moyen annuel de femelles pares peut donner une indication de la longévité des femelles. Il est chez *S. sanctipauli* proche de 25 % et chez *S. soubrense* et *S. yahense* proche de 40 %.

— Les variations du taux des femelles pares durant l'année sont le reflet des déséquilibres successifs de population. Dans ce cas le taux de femelles pares permet de connaître à un moment donné l'âge moyen d'une population.

— Un calcul théorique de la longévité des femelles, basé sur le parasitisme par *O. volvulus* et le nombre de repas de sang, est proposé.

5.3. Dispersion des femelles.

— En saison sèche la dispersion radiaire est faible pour toutes les espèces. Elle devient pratiquement nulle lorsque le nombre de femelles présentes sur le gîte est peu élevé.

— En saison des pluies elle est importante chez *S. sanctipauli* et *S. soubrense* et moindre chez *S. yahense*.

— Compte tenu des populations de femelles présentes sur le gîte on peut considérer que c'est *S. soubrense* qui a la plus forte dispersion radiaire; en effet dans le cas de *S. sanctipauli* l'accroissement rapide des populations en saison des pluies explique en partie le nombre élevé des captures à plusieurs kilomètres des gîtes.

— La dispersion radiaire en dehors d'axes dégagés (zones défrichées, pistes) est peu probable en zone forestière.

— La dispersion linéaire le long des cours d'eau est sans doute numériquement plus importante mais nécessite compte tenu de la multiplicité des gîtes larvaires en zone forestière, des techniques de marquage appropriées.

— Si l'on considère l'âge des femelles dispersives, on constate chez *S. sanctipauli* et *S. soubrense* des taux de pares similaires sur les gîtes et à plusieurs kilomètres.

— Chez *S. yahense* on observe un taux de pares plus élevé chez les femelles dispersives que sur le gîte.

5.4. Zoophilie.

— *S. sanctipauli* et *S. soubrense* piquent volontiers les animaux tels que lapin, poulet, mouton. Il faut cependant souligner que seul *S. sanctipauli* a été trouvé porteur de filaires d'origine animale.

5.5. Pouvoir vecteur.

— Le pouvoir vecteur de *S. sanctipauli* est pratiquement nul en Côte d'Ivoire en ce qui concerne *O. volvulus*.

— Pour *S. soubrense* le pourcentage moyen des femelles parasitées par rapport aux pares est de 9,42, celui des femelles infectées est de 8,11 et celui des femelles infectieuses de 1,97.

— Chez *S. yahense* en zone de forêt le pourcentage moyen de femelles parasitées par rapport aux pares est de 30,32, il est de 25,65 pour les femelles infectées et de 10,63 pour les infectieuses. En zone de savane ces taux tombent à 0,85 % de femelles parasitées (infectées) et 0 % d'infectieuses.

— Il est possible de calculer grâce aux doubles infestations les pourcentages théoriques de femelles parasitées par rapport aux pares. Ces pourcentages coïncident parfaitement avec les pourcentages observés.

— Le nombre moyen de larves évolutives par femelle infectée est similaire chez *S. soubrense* (9,1) et *S. yahense* (9,5.)

— Le nombre moyen de larves infectantes par femelle infectieuse est nettement différent pour les deux espèces. Il est de 5,5 chez *S. soubrense* et de 8,5 chez *S. yahense*.

— L'intensité de transmission est maximum chez *S. yahense* en zone de forêt où 1 000 femelles capturées donnent en moyenne 382 larves infectantes d'*O. volvulus*.

— Chez *S. soubrense* en forêt pour 1 000 femelles capturées on obtient seulement 44 larves infectantes d'*O. volvulus*.

— En zone de savane la transmission est nulle pour *S. yahense* (0 larve infectante d'*O. volvulus* pour 1 000 femelles).

— Sur réservoir forêt-savane *S. soubrense* transmet nettement mieux qu'en forêt puisque l'on obtient 204 larves infectantes d'*O. volvulus* pour 1 000 femelles.

— Ces résultats amènent à penser qu'il existe bien plusieurs souches d'*O. volvulus* dont le cycle parasitaire et la pathogénicité peuvent être différents.

— Des expériences de transmissions croisées seront effectuées prochainement pour cerner ce problème.

REMERCIEMENTS.

Nous tenons à remercier tout le personnel de l'IRO de Bouaké et en particulier l'équipe « cytotaxonomie » dont le dévouement constant permet aux divers programmes de recherches de se dérouler avec le maximum d'efficacité. Nos collègues Entomologistes de l'ORSTOM et du Programme de Lutte contre l'Onchocercose ainsi que les divers Consultants de passage à Bouaké nous ont prodigué conseils et encouragements qu'ils en soient également remerciés.

Manuscrit reçu au Service des Publications de l'O.R.S.T.O.M.
le 6 mai 1977

BIBLIOGRAPHIE

- 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, ORSTOM*, Paris, 237 p.
- BELLEC (C.), ELSÉN (P.), LLOUARD (J.-M.), SECHAN (Y.) HEBRARD (G.) 1975. — Rapport annuel de la convention échantillonnage des populations larvaires et adultes de *Simulium damnosum*. *Rapport ronéo-typé OCCGE/ORSTOM*, n° 30/Oncho/Rap/75, 14 pp.
- BLACKCOCK (D.B.), 1926. — The development of *O. volvulus* in *S. damnosum* Theo. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 20 (1) : 1-48.
- 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.
- CRISP (G.), 1956. — *Simulium* and Onchocerciasis in the Northern territories of Gold Coast. *H. K. Lewis & Co. Ltd., London* : 176 pages, 51 figures.
- CROSSKEY (R.W.), 1955. — Observations on the bionomics of *Simulium damnosum* Theo. (Diptera, Simuliidae) in Northern Nigeria. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 49 : 142-153.
- CROSSKEY (R.W.), 1956. — The distribution of *Simulium damnosum* Theo. in Northern Nigeria. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 50 (4) : 379-392.
- CROSSKEY (R.W.), 1957. — Further observations on infections of *Simulium damnosum* with *Onchocerca volvulus* in Northern Nigeria. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 51 (6) : 541-548.
- DAVIES (J.B.), 1963. — Further distribution records of the black flies (Diptera, Simuliidae) of Nigeria with notes on the occurrence of *Simulium damnosum* Theo. in abnormal situations. *J. West. Afr. Sci. Ass.*, 7 (2) : 134-137.
- DISNEY (R.H.L.), 1972. — Observations on chicken-biting blackflies in Cameroon with a discussion of parous rates of *Simulium damnosum*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 66 (1) : 149-158.
- DRY (F.W.), 1921. — Trypanosomiasis in the absence of tsetse and a human disease possibly carried by *Simulium* in Kenya colony. *Bull. ent. Res.*, 12 : 233-238.
- DUKE (B.O.L.), 1962 a. — Studies on factors influencing the transition of onchocerciasis. I. The survival rate of *Simulium damnosum* under labo-

- ratory conditions and the effect upon it of *Onchocerca volvulus*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 56 (2): 130-135.
- DUKE (B.O.L.), 1962 b. — Studies on factors influencing the transmission of Onchocerciasis. II. The intake of *Onchocerca volvulus* microfilariae by *Simulium damnosum* and the survival of the parasites in the fly under laboratory conditions. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 56 (3): 255-263.
- DUKE (B.O.L.), 1966. — *Onchocerca-Simulium* complexes. III. The survival of *Simulium damnosum* after high intakes of microfilariae of incompatible strains of *Onchocerca volvulus* and the survival of the parasites in the fly. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 60 (4): 495-500.
- DUKE (B.O.L.), 1967. — Infective filaria larvae other than *Onchocerca volvulus*, in *Simulium damnosum*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 61 (2): 200-205.
- DUKE (B.O.L.), 1968 a. — Studies of factors influencing the transmission of Onchocerciasis. IV. The biting cycles, infective biting density and transmission potential of "forest" *Simulium damnosum*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 62 (1): 95-106.
- DUKE (B.O.L.), 1968 b. — Studies of factor 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.
- DUKE (B.O.L.), 1973. — Studies on factors influencing the transmission of Onchocerciasis. VIII. The escape of infective *Onchocerca volvulus* larvae from feeding "forest" *Simulium damnosum*. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, 67: 95-99.
- DUKE (B.O.L.), 1975. — The differential dispersion of nulliparous and parous *Simulium damnosum*. *Tropenmed. Parasit.*, 26 (1): 88-97.
- DUKE (B.O.L.) et LEWIS (D.J.), 1964. — Studies on factors influencing the transmission of Onchocerciasis. III. Observations on the effect of the peritrophic membrane in limiting the development of *Onchocerca volvulus* microfilariae in *Simulium damnosum*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 58 (1): 83-88.
- DUKE (B.O.L.), LEWIS (D.J.) et MOORE (J.P.), 1966. — *Onchocerca-Simulium* complexes. I. Transmission of forest and Sudan-savanna strains of *Onchocerca volvulus*, from Cameroon, by *Simulium damnosum* from various West African bioclimatic zones. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 60 (3): 318-336.
- DUKE (B.O.L.), MOORE (P.J.) et ANDERSON (J.), 1972. — Studies on factors influencing the transmission of Onchocerciasis. VII. A comparison of the *Onchocerca volvulus* transmission potentials of *Simulium damnosum* populations in four Cameroon rain-forest villages and the pattern of onchocerciasis associated therewith. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 66 (2): 219-234.
- FAIN (A.), 1950. — Simulies d'élevage et de capture du Ruanda-Urundi. *Rev. Zool. Bot. afr.*, 43 (3): 228-239.
- GADDUM (J.H.), 1961. — Pharmacology. 3^e Thed. Oxford O.U.P.
- GARMS (R.), 1973. — Quantitative studies on the transmission of *Onchocerca volvulus* by *Simulium damnosum* in the Bong Range, Liberia. *Z. Tropenmed. Parasit.*, 24 (3): 358-372.
- GARMS (R.) et VOELKER (J.), 1969. — Unknown filarial larvae and zoophily in *Simulium damnosum* in Liberia. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 63 (5): 676-677.
- GIBBINS (E.G.), 1933. — Studies on ethiopian Simuliidae. *Simulium damnosum* Theo. *Trans. R. ent. Soc., Lond.*, 81: 37-51.
- GIUDICELLI (J.), 1966. — Récoltes de simulies en Côte d'Ivoire. Etude de l'activité diurne des femelles de *Simulium damnosum* Theobald. *Ann. Soc. ent. Fr. (N.S.)* 11 (2): 325-342.
- HARKER (J.E.), 1961. — Diurnal rythms. *Ann. Rev. Entomol.*, 6: 131-144.
- HAUSERMANN (W.), 1969. — On the biology of *Simulium damnosum* Theobald, 1903, the main vector of Onchocerciasis in the Mahenge Mountains, Ulanga, Tanzania. *Acta tropica*, 26 (1): 29-69.
- LE BERRE (R.), 1966. — Contribution à l'étude biologique et écologique de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae). *Mém. ORSTOM*, 17, 204 p.
- LEUCKART (W.G.F.R.), 1893. — Diseases of the skin in tropical climates. *Trans. 7th Int. Congr. Hyg & Demog.* 1 (1): 88 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.), 1956. — Biting times of parous and nulliparous *Simulium damnosum*. *Nature, London*, 178 (4524): 98-99.
- LEWIS (D.J.), 1958. — Observations on *Simulium damnosum* Theo. at Lokoja, in Northern Nigeria. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 52 (2): 216-231.
- LEWIS (D.J.), 1960. — Observations on *Simulium damnosum* in the Southern Cameroon and Liberia. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 54 (2): 208-223.

ÉTUDE DU COMPLEXE *SIMULIUM DAMNOSUM* EN AFRIQUE DE L'OUEST. VII.

- MARR (J.D.M.), 1962. — The use of an artificial breeding site and cage in the use study of *Simulium damnosum* Theobald. *Bull. Org. Mond. Santé.*, 27 (4-5): 622-629.
- MUIRHEAD-THOMPSON (R.C.), 1957. — The development of *Onchocerca volvulus* in laboratory reared *Simulium damnosum* Theobald. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 6 (5): 912-913.
- PHILIPPON (B.), 1976. — Etude de la transmission d'*Onchocerca volvulus* (Leuckart 1893) (Nematoda, Onchocercidae) par *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae) en Afrique Tropicale. *Thèse doctorat d'état ORSAY*, 290 pp., in *Trav. et Doc.*, n° 63, ORSTOM, Paris, 1977.
- QUILLÉVÉRÉ (D.) et PENDRIEZ (B.), 1975. — Etude du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest. II. Répartition géographique des cytotypes en Côte d'Ivoire. *Cahiers ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, vol. XIII, n° 3: 165-172.
- QUILLÉVÉRÉ (D.), SECHAN (Y.) et PENDRIEZ (B.), 1977. — Etude du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest. V. Identification morphologique des femelles en Côte d'Ivoire. *Tropen. med. Parasit.*, (sous presse).
- TENDEIRO (J.), 1963. — Estudos sobre Simulios na Guiné Portuguesa. *Garcia de Orta*, Lisboa, 11, 243-252.
- THOMPSON (B.), WALSH (J.F.) et WALSH (B.), 1972. — A marking and recapture on *Simulium damnosum* and bionomic observations. WHO/Oncho/72.98, 13 pp.
- VAJIME (Ch. G.), 1976. — General information on the *Simulium damnosum* complex in West Africa. WHO/VBC/SC/76.23, 5 pp.
- VAJIME (C. G.) et DUNBAR (R.W.), 1975. — Chromosomal identification of eight species of the subgenus *Edwardsellum* near and including *Simulium (Edwardsellum) damnosum* Theobald (Diptera: Simuliidae). *Tropenmed. Parasit.*, 26 (I): 111-138.
- WANSON (M.) & HENRARD (C.), 1945. — Habitat et comportement larvaire du *Simulium damnosum* Theobald. *Rec. Trav. Sci. Med. Congo belge*, 4: 113-121.