Etude du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest
VIII. Etude de la bioécologie et du pouvoir vecteur des femelles de savane
Comparaison avec les femelles de forêt ⁽¹⁾

Daniel QUILLÉVÉRÉ *
Bernard PHILIPPON *
Yves SECHAN **
Bernard PENDRIEZ **

RÉSUMÉ

Après un rappel des espèces composant le complexe *S. damnosum* en zones de forêt et de savane d'Afrique de l'Ouest, la bioécologie et les caractéristiques vectrices des espèces de savane sont étudiées. Le cycle journalier de piqure est, quelle que soit l'espèce, largement dépendant de la température. La densité des populations piqueuses est étroitement liée à la productivité des gîtes préimaginaux qui dépend elle-même du niveau de l'eau et de la configuration des gîtes. La longévité exprimée en taux de pares est supérieure en zone de savane aux longévités observées en zone de forêt. La dispersion linéaire peut être très importante en savane en particulier le long de galeries forestières. La dispersion radiale reste faible sauf en savane guinéenne en saison des pluies. Chez *S. damnosum s.s.* et *S. sirbanum* la proportion des femelles nullipares augmente avec l'éloignement des gîtes préimaginaux. La zoophilie est largement répandue en particulier dans les zones de savane septentrionales, *S. damnosum s.s.* est alors nettement ornithophile, *S. sirbanum* piquant plus volontiers le bétail. Lors des études d'infestation naturelle nous avons trouvé en moyenne chez *S. damnosum s.s.* et *S. sirbanum*, 9,3 % de femelles pares parasitées, 6,8 % d'infectées et 2,5 % d'infectieuses ce qui est proche des chiffres obtenus en forêt avec *S. soubrense*. En cas de contact très étroit « onchocerquien-vecteur » on peut atteindre 23,8 % de pares parasitées, 14,9 % d'infectées et 8,9 % d'infectieuses.

ABSTRACT

After a recall of the species amongst the *S. damnosum* complex of forest and savanna zone in West Africa, the bio-ecology and the vector characteristics of the savanna species are studied. The daily biting cycle, no matter the species, depends a lot on the temperature. The density of the biting populations is closely related to the productivity of the preimaginal breeding sites, herself depends also on the water level and on the configuration of the breeding sites. The longevity expressed in parous rates is superior in savanna zone to the observed longevity in forest zone. The linear dispersion can be very important in savanna, more particularly along the forest galleries. The radial dispersion stays low except in guinean savanna during the rainy season. With *S. damnosum* and *S. sirbanum* the proportion of nulliparous females rises with the distance from the preimaginal breeding sites. The zoophily is widely spread, more particularly in the Northern savanna zones, *S. damnosum s.s.* is then clearly ornithophilic, *S. sirbanum* biting more willingly the cattle. During some natural infestation studies we found an average with *S. damnosum s.s.* and *S. sirbanum* of 9,3 % parasited parous females, 6,8 % infected and 2,5 % infectious which is near the figures observed in forest with *S. soubrense*. In case of very close contact « onchocerquian-vector » we can reach 23,8 % of parasited parous, 14,9 % infected and 8,9 % infectious which is still lower than the rate observed

(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 a paru 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'Onchocercose, B. P. 1500 Bouaké, Côte d'Ivoire.

** Technicien d'Entomologie médicale de l'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'Onchocercose, B. P. 1500 Bouaké, Côte d'Ivoire.

tieuses ce qui est encore inférieur aux taux observés chez *S. yahense* en forêt (30,32 % de parasitées, 25,65 % d'infectées et 10,63 % d'infectieuses). Les taux de parasitisme naturels sont similaires dans les deux espèces, les taux de parasitisme naturels sont similaires dans les deux espèces, les taux de parasitisme expérimentaux étant légèrement plus élevés chez *S. sirbanum* (53,4 % de femelles parasitées) que chez *S. damnosum s.s.* (46,6 % de femelles parasitées). Les charges parasitaires en larves évolutives et en larves infectantes sont légèrement plus fortes chez *S. sirbanum* (respectivement 2,56 et 2,24) que chez *S. damnosum s.s.* (respectivement 2,14 et 1,99) et cela lors des infestations naturelles comme lors des infestations expérimentales. Les intensités de transmission théoriques en cas de contact homme-vecteur étroit sont de 102 larves infectantes pour 1 000 femelles capturées chez *S. damnosum s.s.* et de 137 larves infectantes pour 1 000 femelles capturées chez *S. sirbanum*. Ces deux espèces ont une large répartition géographique et un fort potentiel génétique d'adaptation.

MOTS-CLÉS : *Simuliidae* - Adultes - Biologie - Transmission - Onchocercose.

1. INTRODUCTION

Huit espèces du complexe *Simulium damnosum* ont été décrites en Afrique de l'Ouest (Vajime & Dunbar, 1975). Deux d'entre elles *S. diequerense* et *S. sudanense* sont connues seulement de quelques gîtes. Les six autres sont bien représentées. *S. damnosum s.s.* et *S. sirbanum* peuplent les cours d'eau de savane, *S. sanctipauli* et *S. soubrense* les grandes rivières de forêt, *S. yahense* les petites rivières de forêt ainsi que *S. squamosum* que l'on retrouve aussi sur de petites rivières de savane (Quillévééré & Pendriez, 1975). Il est maintenant possible d'identifier les femelles des six espèces principales du complexe *S. damnosum* par des examens micromorphologiques (Quillévééré *et al.*, 1977 *a* et 1978). Ces identifications nous ont permis d'étudier les caractéristiques bioécologiques et épidémiologiques des diverses espèces séparément. Lors d'un précédent travail (Quillévééré *et al.*, 1977 *b*) nous avons étudié les trois espèces « forestières » *S. sanctipauli*, *S. soubrense* et *S. yahense* ; cette étude portera donc principalement sur les espèces de savane *S. damnosum s.s.* et *S. sirbanum*. Nous rappellerons également les résultats obtenus par Philippon (1977) sur *S. squamosum* en zone de savane.

Nous ne reprendrons pas ici le détail de nos techniques d'étude qui ont été décrites lors de nos précédentes publications (Quillévééré *et al.*, 1977 *a*, *b*). Rappelons

with *S. yahense* in forest (30,32 % of parasited, 25,65 % infected and 10,63 % infectious). The natural parasitism rates are similar in the two species, the experimental parasitism rates being slightly higher with *S. sirbanum* (53,4 % of parasited females) than with *S. damnosum s.s.* (46,6 % of parasited females). The parasitic loads in evolutive larvae and infecting larvae are slightly stronger with *S. sirbanum* (respectively 2,56 and 2,24) than with *S. damnosum s.s.* (respectively 2,14 and 1,99) and this during natural infestations as well as experimental infestations. The intensities of theoretical transmissions in case of close contact man-vector are of 102 infecting larvae for 1 000 caught females with *S. damnosum s.s.* and of 137 infecting larvae for 1 000 caught females with *S. sirbanum*. These two species have a large geographical distribution and a strong genetic potential of adaptation.

KEY WORDS : *Simuliidae* - Adults - Biology - Transmission - Onchocerciasis.

simplement que nos stations d'étude ont été choisies en fonction de la proximité de gîtes larvaires accessibles, productifs aux diverses périodes de l'année, et connus du point de vue cytotaxonomique. 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.

Compte tenu du nombre important de travaux consacrés à l'étude de la bioécologie et du pouvoir vecteur des femelles du complexe *S. damnosum* en zone de savane (Crisp, 1956 ; Crosskey, 1954, 1955, 1957 ; Duke *et al.*, 1966, 1975 ; Garms et Vajime, 1975 ; Garms et Voelker, 1969 ; Lamontellerie, 1964 ; Le Berre, 1966 ; Le Berre *et al.*, 1964 ; Lewis, 1958 ; Lewis *et al.*, 1961 ; Marr, 1965, 1971 ; Noamesi, 1966 ; Ovazza *et al.*, 1965, 1967 ; Pendriez et Sechan, 1971 ; Philippon, 1977 ; Philippon et Balay, 1967, 1972 ; Philippon *et al.*, 1968, 1971) nous nous contenterons de brefs rappels bibliographiques des résultats obtenus par les divers auteurs en ce qui concerne le rythme journalier de piqûre, la dynamique des populations (densité et âge moyen des femelles piqueuses) et la dispersion. De nombreuses femelles zoophiles ayant pu être identifiées morphologiquement, la zoophilie fera l'objet d'un chapitre particulier. Enfin en ce qui concerne l'étude de la transmission nous comparerons nos données pour chacune des espèces étudiées avec les résultats globalement obtenus par les divers auteurs sur les femelles de savane.

2. BIOÉCOLOGIE DES FEMELLES

2.1. Rythme journalier de piquère

Si l'on considère le cycle d'activité d'une population piqueuse de *S. damnosum* s.l. dans son ensemble, il apparaît que la température est le facteur limitant principal (Le Berre, 1966 ; Bellec, 1974), l'hygrométrie n'ayant qu'une influence secondaire (Lewis *et al.*, 1961 ; Giudicelli, 1966 ; Hausermann, 1969). L'éclairement a également un rôle primordial puisque l'activité des femelles est essentiellement diurne ; elle peut cependant se poursuivre d'une demi-heure à une heure après la tombée du jour (Blacklock, 1926 ; Crisp, 1956 ; Le Berre, 1966 ; Marr, 1971 ; Bellec, 1974). Le vent, la nébulosité, l'ensoleillement et la pluie peuvent modifier le nombre et la répartition horaire des captures (Blacklock, 1926 ; Underhill, 1940 ; Lewis, 1953 ; Crosskey, 1955 ; Crisp, 1956 ; Giudicelli, 1966, Le Berre, 1966 ; Carlsson, 1967 ; Bellec, 1974).

En saison sèche comme en saison des pluies le palier maximum atteint par la température modère l'aspect des courbes d'agressivité. Lorsque la température dépasse 30 °C on observe une courbe bimodale avec un pic matinal et un pic vespéral plus important, séparés par un creux à la mi-journée. Pour une température légèrement inférieure à 30 °C on observe une courbe sans pics nets indiquant une répartition pratiquement homogène des femelles tout au long de la journée. Enfin pour une température ne dépassant pas 27 °C on peut observer une courbe unimodale avec un pic en milieu de journée. En saison sèche froide on n'observe pas de femelles piqueuses à une température inférieure à 17-18 °C (Bellec, 1974 ; Philippon *et al.*, 1977).

Ces caractéristiques se retrouvent aussi bien à Niakaramandougou (Côte d'Ivoire) sur le Bandama (Archives IRO, 1974) où *S. damnosum* s.s. est dominant, qu'au Nabere (Haute-Volta) sur la Bougouriba (Bellec, 1974) peuplée essentiellement par *S. sirbanum* où qu'à Guena (Haute-Volta) sur la Dienkoa affluent de la Volta Noire (Le Berre, 1966) où *S. squamosum* était dominant (Quillévé, 1974).

Le Berre (1966) a également noté que les femelles réagissent différemment aux variations de température en fonction de leur âge physiologique : les pares sont moins affectées par les températures élevées et sont les plus nombreuses le matin et à la mi-journée tandis que la plupart des nullipares vient piquer au moment de la chute des hautes températures de la mi-journée et constitue l'essentiel du pic de la fin d'après-midi. Cela

est particulièrement net en saison sèche ; en saison des pluies la répartition des nullipares est beaucoup plus régulière bien que le pic vespéral persiste (Bellec, 1974).

2.2. Dynamique des populations

2.2.1. DENSITÉ DES POPULATIONS

La densité des populations piqueuses est liée essentiellement à la productivité des gîtes préimaginaux, cette dernière étant elle-même étroitement liée au débit des cours d'eau et à la configuration des gîtes. Après une étude suivie de différents gîtes, Le Berre (1966) a pu établir trois types de variation annuelle des populations :

- variation synchrone avec le niveau de l'eau ; la quantité de végétation immergée déterminant la densité des populations simulidiennes ;
- variation inverse : les larves ne s'installent qu'en saison sèche lorsque le cours d'eau s'est stabilisé au niveau inférieur ;
- variation bimodale : présence de gîtes productifs lors de la stabilisation des eaux aux niveaux supérieur et inférieur.

Ces variations d'abondance des populations ne semblent en aucun cas liés à une espèce donnée. En forêt seule l'espèce *S. yahense* présente une variation d'un type particulier lié au régime torrentiel des petites rivières de forêt où elle se développe (Garms, 1973 ; Quillévé *et al.*, 1977 *b*). En savane le régime des pluies restant assez homogène on ne peut mettre en évidence de différence entre les espèces.

2.2.2. AGE MOYEN DES POPULATIONS

L'âge moyen des populations a un intérêt épidémiologique considérable puisqu'il conditionne la quantité des femelles qui atteignent l'âge épidémiologiquement dangereux.

Le Berre *et al.*, (1964) ont mis en évidence une augmentation progressive de la longévité des femelles de *S. damnosum* s.l. de la forêt vers la savane soudanienne. Cela s'expliquerait par le jeu de facteurs écologiques favorisant une activité maximale chez les femelles de forêt. Cette longévité n'excède pas un mois dans les meilleures conditions.

Philippon *et al.*, (1977) ont comparé les rapports pares/nullipares et femelles infectieuses/pares en zone de savane. Les résultats montrent que la longévité des femelles augmente du sud vers le nord en région de savane quelle que soit l'espèce concernée (*S. damnosum* s.s., *S. sirbanum* ou *S. squamosum*). Par contre en zone préforestière la variation de la longévité devient beau-

coup moins nette. Les données de Duke (1968) au Cameroun, de Philippon (1977) et Quillévééré *et al.*, (1977 *b*) en Côte d'Ivoire permettent d'affirmer qu'en zone forestière il existe des différences nettes de longévité entre les diverses espèces. Il semble donc vraisemblable qu'à l'action de facteurs écologiques s'ajoute localement celle de facteurs génétiques.

Nous pensons comme Garms (1973) et Philippon (1977) que les taux de pares, qui résultent localement des effets combinés de la longévité et de la dispersion des femelles ainsi que de la productivité des gîtes préimaginaux, 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 fonder les études de longévité sur les divers rapports d'infestation des populations (Duke, 1968 ; Garms, 1973 ; Quillévééré *et al.*, 1977 *b*). Comme nous le verrons plus loin (cf. 3.1.1.) la grande variabilité des taux d'infestation en savane ne permet pas de tirer de conclusions sur la longévité respective des diverses espèces.

2.3. Dispersion des femelles

La dispersion des femelles est essentiellement influencée par le couvert végétal, la nébulosité atmosphérique et l'hygrométrie. En savane soudanienne et guinéenne la dispersion est donc linéaire, le long des cours d'eau à l'intérieur des galeries forestières, pendant la saison sèche. Elle devient radiaire (dispersion dans toutes les directions à partir du cours d'eau) durant la saison des pluies, lorsque le couvert atmosphérique offre une protection aux femelles (Le Berre, 1966 ; Philippon *et al.*, 1977). Plus au nord, la localisation des femelles devient de plus en plus ponctuelle et circonscrite au voisinage immédiat des gîtes préimaginaux (Philippon et Balay, 1967, 1972). En forêt la dispersion est radiaire en toutes saisons, compte-tenu d'un couvert végétal favorable. Elle reste cependant faible en saison sèche (Quillévééré *et al.*, 1977 *b*).

La dispersion linéaire peut atteindre une trentaine de kilomètres en savane guinéenne (à l'intérieur des galeries forestières elle peut même atteindre 80 kilomètres, Bellec, *et al.*, 1977), une quinzaine de kilomètres en savane soudanienne et 7 à 8 kilomètres plus au nord (Philippon et Balay, 1967). La dispersion radiaire reste faible en zone de savane (2 à 3 kilomètres au maximum) sauf en savane guinéenne en saison des pluies où elle atteint une vingtaine de kilomètres (Bellec, 1974 ; Philippon *et al.*, 1977). Rappelons à titre comparatif que, en zone de forêt la dispersion radiaire dépasse 30 kilomètres en saison des pluies. Elle ne dépasse pas 2 à 3 kilomètres en saison sèche (Quillévééré *et al.*, 1977 *b*).

Quelques identifications de femelles dispersives ont pu être effectuées. En septembre à Massadougou (haut Sassandra) la population de femelles piqueuses présente sur le gîte se décomposait comme suit : 66 % de *S. yahense*, 12 % de *S. soubrense*, 14 % de *S. sirbanum* et 8 % de *S. damnosum* s.s. à 5 kilomètres perpendiculairement au gîte la composition de la population était la suivante : 45 % de *S. yahense*, 3 % de *S. soubrense*, 38 % de *S. sirbanum* et 14 % de *S. damnosum* s.s. L'espèce présentant la plus forte dispersion était donc *S. sirbanum*. Lors de leur enquête entomologique sur la Falémé au Mali septentrional, Guillet *et al.*, (1978) ont également identifié les femelles piqueuses sur le gîte puis à 2 et 6 kilomètres perpendiculairement au gîte. Sur le gîte, 78,4 % des femelles appartenaient à l'espèce *S. damnosum* s.s. et 21,6 % à l'espèce *S. sirbanum*, à 2 kilomètres ces pourcentages étaient respectivement de 68,5 % et 27,7 %, à 6 kilomètres de 83,3 % et 16,6 %. Le nombre journalier de femelles passait de 65 sur le gîte à 191 à 2 kilomètres, 233 à 6 kilomètres et 35 à 14 kilomètres. On peut donc conclure qu'en zone de savane *S. sirbanum* et *S. damnosum* s.s. peuvent se disperser de façon assez importante sans qu'il soit toutefois possible de mettre en évidence une différence entre les deux espèces.

Le Berre (1966) note que la dispersion affecte plus fortement les femelles nullipares, dont la proportion augmente dans les captures avec l'éloignement des gîtes préimaginaux. Duke (1975) retrouve les mêmes résultats en savanes guinéenne et soudanienne du Cameroun. En forêt, par contre, ce même auteur constate que les femelles pares (probablement *S. squamosum*) ont plus tendance à se disperser que les nullipares. Nous avons fait la même constatation en zone de forêt ivoirienne en ce qui concerne *S. yahense* (Quillévééré *et al.*, 1977 *b*). Par contre chez *S. sanctipauli* et *S. soubrense* le taux de pares est sensiblement le même pour les femelles sur le gîte et pour les femelles dispersives. Il se produit toutefois une diminution progressive du taux des femelles les plus âgées lorsque augmente l'éloignement des gîtes (Philippon *et al.*, 1977).

Il est important de souligner qu'en dehors des phénomènes de dispersion proprement dits il existe chez les femelles du complexe *S. damnosum* des phénomènes migratoires. Les déplacements favorisés par les vents dominants peuvent alors être de 200 à 300 kilomètres, des bouffées occasionnelles atteignant même 400 kilomètres (Le Berre, 1968, 1970 ; Garms, 1976 ; Bellec *et al.*, 1977). Il existe en région de savane deux grands mouvements annuels de migration, l'un nord-est/sud-ouest en saison sèche, en relation avec l'harmattan, et le second sud-ouest/nord-est, en début de saison des pluies, en liaison avec la remontée du front intertropical

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

de mousson vers le nord (Ovazza *et al.*, 1967). En Côte d'Ivoire le phénomène de réinvasion sud-ouest - nord-est observé en début de saison des pluies paraît bien correspondre à la remontée du F.I.T. L'étude de ces mouvements migratoires qui concernent essentiellement les espèces savanicoles est d'un intérêt primordial pour les programmes de lutte insecticide contre les vecteurs de l'onchocercose. On peut en effet estimer que toute zone située à 250 kilomètres sous le vent de gîtes importants d'espèces savanicoles du complexe *S. damnosum* est susceptible d'être réenvahie par de grandes quantités de femelles pouvant être infectieuses. De ce fait, un contrôle anti-larvaire, même parfait, n'apportera pas nécessairement, dans de telles zones, une amélioration satisfaisante de la situation épidémiologique (Rapport, 1977).

2.4. Zoophilie

2.4.1. OBSERVATIONS DIRECTES

Philippon (1977) a dressé une liste des observations effectuées par divers auteurs sur les préférences trophiques de *S. damnosum* s.l. Trois de ces observations ont été effectuées en zone de savane d'Afrique de l'Ouest. Crosskey (1955) a observé au nord-Nigeria des femelles piquant un âne et un chien; Crisp (1956) signale des femelles piquant le bétail, enfin Pendriez et Séchan (1971) observent au Sénégal Oriental des femelles piquant sur girafe et sur bétail. Philippon (1977) rapporte également les nombreuses observations qu'il a effectuées en savane soudanienne et en zone forestière.

TABEAU I. — Femelles de *S. damnosum* et *S. sirbanum* capturées sur appât animal.

Homme : Poids moyen : 70 kg. CO₂ dégagé par minute : 250 cc
 Poulet : Poids moyen : 1 kg. CO₂ dégagé par minute : 10 cc
 Bœuf : Poids moyen : 200 kg. CO₂ dégagé par minute : 500 cc

Gîtes	Date des captures	Homme/jour	Poulet/jour	Bœuf/jour
Pont Boundiali (Bagoé) 9° 30' N 6° 30' W	Octobre 1975	Femelles capturées : 84 <i>S. damnosum</i> : 46 % <i>S. sirbanum</i> : 54 %	Femelles capturées : 35 Correction poids : 2 450 Correction CO ₂ : 875 <i>S. damnosum</i> : 66 % <i>S. sirbanum</i> : 34 %	
Nantela (Bafing) 13° 10' N 10° 25' W	Décembre 1975	Femelles capturées : 14 <i>S. damnosum</i> : 4 <i>S. sirbanum</i> : 10	Femelles capturées : 87 Correction poids : 6 090 Correction CO ₂ : 2 175 <i>S. damnosum</i> : 63 % <i>S. sirbanum</i> : 37 %	Femelles capturées : 137 Correction poids : 49 Correction CO ₂ : 69 <i>S. damnosum</i> : 35 % <i>S. sirbanum</i> : 65 %
Mahina mine (Falémé) 12° 50' N 11° 25' W	Novembre 1977	Femelles capturées : 63 <i>S. damnosum</i> : 22 % <i>S. sirbanum</i> : 78 %	Femelles capturées : 13 Correction poids : 910 Correction CO ₂ : 325 <i>S. damnosum</i> : 85 % <i>S. sirbanum</i> : 15 %	Femelles capturées : 39 Correction poids : 14 Correction CO ₂ : 20 <i>S. damnosum</i> : 31 % <i>S. sirbanum</i> : 69 %
Satadougou (Falémé) 12° 35' N 11° 25' W	Novembre 1977	Femelles capturées : 72 <i>S. damnosum</i> : 37 % <i>S. sirbanum</i> : 63 %	Femelles capturées : 32 Correction poids : 2 240 Correction CO ₂ : 800 <i>S. damnosum</i> : 94 % <i>S. sirbanum</i> : 6 %	Femelles capturées : 66 Correction poids : 23 Correction CO ₂ : 33 <i>S. damnosum</i> : 21 % <i>S. sirbanum</i> : 79 %
Fatako (Falémé) 12° 20' N 11° 20' W	Novembre 1977	Femelles capturées : 266 <i>S. damnosum</i> : 17 % <i>S. sirbanum</i> : 83 %	Femelles capturées : 27 Correction poids : 1 890 Correction CO ₂ : 675 <i>S. damnosum</i> : 84 % <i>S. sirbanum</i> : 16 %	

Pour notre part nous avons groupé sur le tableau I les observations concernant *S. damnosum* s.s. et *S. sirbanum*, les résultats de la Falémé étant dus à Guillet *et al.* (1978). Afin de mieux juger de l'importance relative de ces captures sur homme, poulet et bœuf, nous avons effectué 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 *S. damnosum* s.s. et *S. sirbanum* piquent volontiers les animaux. Il apparaît également que *S. damnosum* s.s. est nettement ornithophile alors que *S. sirbanum* pique plus volontiers le bétail. Le nombre restreint d'expérimentations ne permet cependant pas de conclure définitivement. On peut aussi noter que dans les régions de la Haute-Gambie et du Sénégal la zoophilie est très développée. Dans cette même région Philippon (1977) note que les captures sont en valeur absolue 4 à 50 fois plus abondantes sur un bovin que sur un captureur placé à quelques mètres, et il capture en moyenne 7 fois plus de femelles sur âne que sur captureur. Nous avons pu identifier *a posteriori* un échantillonnage des femelles zoophiles conservées en alcool. En septembre 1969 56 % des femelles capturées sur âne appartenaient à l'espèce *S. sirbanum* et 44 % à *S. damnosum*. En août 1970 100 % des femelles appartenaient à l'espèce *S. sirbanum*.

2.4.2. MÉTHODES INDIRECTES

2.4.2.1. Observation de discordances entre la densité des populations préimaginales et celle des femelles anthropophiles

Une discordance manifeste entre l'extrême abondance de populations préimaginales en équilibre et la rareté des captures de femelles sur appât humain au même endroit a été notée à plusieurs reprises par Balay (1968) et Philippon (1977). Ces observations ont été effectuées dans les vallées du Sénégal, de la Haute-Gambie, en savane nord-soudanienne et en zone subsahélienne. Nous avons vu que pour certaines de ces zones la zoophilie a pu être mise directement en évidence.

En zone forestière de Côte d'Ivoire une telle discordance a également été observée en particulier lorsque l'espèce *S. sanctipauli* est dominante comme sur le bas Cavally ou le bas Bandama (Philippon, 1977, Quillévééré *et al.*, 1977 b).

2.4.2.2. Présence chez les femelles de filaires animales

Philippon (1977) note dans les zones de savane d'Afrique de l'Ouest deux types de filaires animales différenciables morphologiquement d'*O. volvulus*. Le type I limité aux foyers des régions sèches se rapproche du type

D décrit par Duke (1967) en savane guinéenne du Cameroun. Le type II plus répandu existe à la fois en zone de savane dans le secteur préforestier et en zone de forêt. Il se rapproche des types 2 et 3 décrits par Garms & Voelker (1969) au Libéria. En zone de savane la fréquence de ces larves reste très basse par rapport à celle des larves d'*O. volvulus*. De plus Omar (*com. pers.*, 1978) a pu établir qu'en certains sites de réinvasion une proportion importante (parfois jusqu'à 35 %) de larves infectantes indifférenciables morphologiquement d'*O. volvulus* en étaient différentes du point de vue enzymatique.

2.4.2.3. Identification des repas sanguins

Les quelques identifications de repas sanguins effectuées à ce jour chez les femelles du complexe *S. damnosum* ont montré du sang d'oiseau et de primate (humain ou non) (Disney et Boreham, 1969 ; Garms et Voelker, 1969).

2.4.2.4. Observation de discordance marquée entre l'infestation naturelle des populations de femelles par *O. volvulus* et l'infestation expérimentale de femelles gorgées sur onchocerciens

Le principe de cette méthode est d'établir à partir de dissections de femelles capturées gorgées sur onchocerciens et maintenues en survie, l'infestation maximale théorique d'une population donnée de femelles et à comparer celle-ci à l'infestation naturelle observée sur la population sauvage (Philippon, 1977).

Il va de soi que pour employer une telle méthode il est également nécessaire de connaître la prévalence de l'onchocercose dans la zone étudiée. En effet le nombre de repas sanguins infectants dépend directement du pourcentage d'onchocerciens dans la population. Nous avons à titre d'exemple regroupé dans le tableau II quelques résultats caractéristiques des différentes zones bioclimatiques et cytotaxonomiques. Les pourcentages d'onchocerciens dans la population ont été estimés à partir des données de Rives et Sérié (1967). Les pourcentages de femelles parasitées par rapport aux pares dans la nature ont été obtenus lors de nos dissections, les pourcentages de femelles parasitées expérimentalement, lors de nos études de transmissions croisées.

Si ces résultats ne sont guère précis compte-tenu en particulier de l'estimation du pourcentage d'onchocerciens dans la population et de la mortalité plus élevée du parasite et du vecteur dans la nature, ils permettent cependant de constater qu'à M'Basso, Gauthier et Kankela il existe un écart très net entre le pourcentage de parasitisme naturel observé et théorique. Cela semble indiquer une zoophilie importante, qui a été confirmée

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

TABLEAU II. — Comparaison des taux de parasitisme naturel et expérimental des populations de femelles du complexe *S. damnosum*.

Lieux	% d'onchoquiens	% parasitisme expérimental	% parasitisme naturel	% parasitisme naturel théorique	Ecart
M'Basso (Comoé) <i>S. sanctipauli</i> <i>S. soubrense</i>	85 %	87 %	12 %	74 %	62 %
Gauthier (Bandama) <i>S. sanctipauli</i> <i>S. soubrense</i>	60 %	86 %	8 %	52 %	44 %
Wa (Goué) <i>S. yahense</i> <i>S. squamosum</i>	70 %	72 %	39 %	50 %	11 %
Danangoro (Marahoué) <i>S. damnosum</i> <i>S. sirbanum</i>	20 %	49 %	5 %	10 %	5 %
Kankela (Kankelaba) <i>S. sirbanum</i> <i>S. damnosum</i>	90 %	48 %	10 %	43 %	33 %

par l'observation de femelles piqueuses zoophiles et l'existence de filaires animales chez *S. sanctipauli* à M'Basso et à Gauthier. De nombreuses femelles zoophiles ont également été capturées à Kankela alors que nous n'en avons jamais capturé à Wa. A Danangoro elles appartiennent pour la plupart à l'espèce *S. soubrense* que nous n'avons pas pris en compte dans nos calculs ; notre enquête ayant été menée en saison sèche alors que cette espèce ne représente que 10 % de la population totale.

2.4.3. DISCUSSION-CONCLUSION

La revue des diverses méthodes d'étude de la zoophilie et la comparaison des résultats obtenus permettent de constater la complexité du problème. En effet si l'existence de femelles zoophiles ne fait aucun doute chez la plupart des espèces (exception faite peut-être de *S. yahense* et *S. squamosum*) leur importance relative semble extrêmement variable en particulier en savane. Si dans les zones septentrionales la zoophilie est lar-

gement répandue, par contre l'anthropophilie est nettement dominante dans la majeure partie de la savane soudanienne et guinéenne. La zoophilie reste cependant présente et peut devenir localement dominante en cas de nécessité (zoophagie) Philippon *et al.*, (1968). Dans tous les cas observés, il s'agit d'anthropophilie-zoophilie facultative, chaque femelle pouvant apparemment piquer soit l'homme soit l'animal à n'importe lequel de ses repas sanguins (Philippon, 1977).

En Afrique orientale McCrae (1968, 1969) et Dunbar (1973) ont pu établir des corrélations relativement nettes entre les préférences trophiques des femelles et leurs caractéristiques cytogénétiques. Dunbar et Vajime (1972) considèrent par exemple le sous-groupe « Sanje » comme zoophile à l'exception d'un seul cytotype. Philippon (1977) note qu'en zone de savane d'Afrique occidentale la situation se présente différemment. En effet la zoophilie se manifeste dans des régions très diverses et pour une même espèce les femelles peuvent montrer des préférences alimentaires très différentes selon les conditions du milieu. Rappelons cependant que les résultats obtenus au Mali sur la Falémé indiquent clairement que *S. damnosum* et *S. sirbanum* ont des préférences trophiques différentes. Les facteurs génétiques semblent être nettement plus influents en zone de forêt car il apparaît que si *S. sanctipauli* et à un moindre degré *S. soubrense* sont volontiers zoophiles, par contre, nous n'avons jamais observé de femelles zoophiles chez *S. yahense* (Quillévére *et al.*, 1977 b).

3. CARACTÉRISTIQUES VECTRICES

Deux méthodes complémentaires peuvent être utilisées pour apprécier le pouvoir vecteur d'une espèce donnée. La première, de loin de la plus employée, consiste à capturer dans la nature des femelles sauvages et à déterminer par dissection leur âge physiologique (taux de pares), leur taux d'infestation (femelles parasitées, infectées et infectieuses) et enfin leur charge parasitaire (nombre de larves évolutives ou infectantes par femelle). La seconde consiste à faire gorger des femelles sur onchocerquiens, à maintenir en survie ces dernières et à les disséquer par lots espacés dans le temps afin de suivre le développement du parasite tout au long du cycle.

La première méthode qui étudie « l'infestation naturelle » des populations de femelles est extrêmement utile pour connaître à un endroit et à un moment donnés, l'intensité réelle de la transmission onchocerquienne. La seconde permet de connaître avec plus de précision le taux de parasitisme « potentiel » d'une espèce et sa charge parasitaire lorsque tous les repas de sang sont

pris sur onchocerquiens. Cette méthode permet donc de faire abstraction des aléas du cycle parasitaire dans la nature, des aléas du contact homme-vecteur et du taux variable d'endémicité onchocerquienne dans la population humaine.

Nous avons utilisé la première méthode lors de 21 enquêtes sur le terrain en zone de savane. Ces enquêtes représentent 163 journées complètes de captures durant lesquelles 20 375 femelles ont été récoltées et 13 468 disséquées. Ces dissections nous ont permis d'observer 8 733 femelles paires, 593 femelles infectées et 218 infectieuses. La seconde méthode a été utilisée lors des deux enquêtes de transmissions croisées que nous avons effectuées en zone de savane. Si nous tenons compte uniquement des femelles gorgées sur onchocerquiens de savane et des deux seules espèces de savane *S. damnosum* s.s. et *S. sirbanum* plus de 500 femelles gorgées ont été disséquées. 243 étaient parasitées. Lors de notre étude du pouvoir vecteur des espèces de savane, nous tiendrons compte non seulement de ces données mais également de données obtenues précédemment dans diverses zones de savane d'Afrique Occidentale (archives de l'IRO et Philippon, 1977).

3.1. Taux de parasitisme

3.1.1. TAUX NATURELS DE PARASITISME OBSERVÉS SUR LES POPULATIONS DE FEMELLES

Comme nous l'avons dit précédemment les taux naturels de parasitisme sont largement influencés par les facteurs « humains » : taux d'endémicité, charges microfilariennes des onchocerquiens, contact homme-vecteur (Philippon *et al.*, 1977).

Si la charge microfilarienne ne semble pas jouer de rôle important en zone de savane, compte-tenu de l'intense réduction numérique que subissent les parasites ingérés (Philippon et Bain, 1972), par contre le contact homme-vecteur (et donc onchocerquien-vecteur) a une importance primordiale. Ce contact est bien sûr lié à la distribution des villages par rapport aux gîtes préimaginaux mais dépend aussi étroitement de la dispersion des femelles aux diverses saisons et de leur taux de zoophilie (cf. 2.3. et 2.4.). Tout cela explique que le taux d'infectivité des femelles est extrêmement variable (valeurs extrêmes de 0,30 à 40 % Philippon *et al.*, 1968). En général les taux de femelles paires infectées * d'une

part et infectieuses d'autre part sont compris entre 1 et 15 % (Crosskey, 1954, 1955, 1957 ; Lewis, 1958 ; Davies *et al.*, 1962 ; Lewis *et al.*, 1961 ; Lamontellerie, 1964 ; Marr, 1965 ; Philippon *et al.*, 1968, 1971 ; Pendriez et Sechan 1971 ; Philippon, 1977).

Bien que nous ayons tenté pour notre part lors de nos enquêtes sur le terrain de réduire au maximum les facteurs de variabilité nous avons obtenu des variations similaires. Pour la totalité de nos enquêtes le taux de femelles parasitées par rapport aux paires est de 9,3 % le taux d'infectées par rapport aux paires de 6,8 %, le taux d'infectieuses par rapport aux paires de 2,5 %. Rappelons qu'en zone de forêt nous avions trouvé pour *S. soubrense* des chiffres similaires puisque le pourcentage moyen de femelles parasitées par rapport aux paires était de 9,42, celui des femelles infectées de 8,11 et celui des femelles infectieuses de 1,97 (Quillévéré *et al.*, 1977 b).

Si nous relevons les enquêtes de l'IRO effectuées dans les zones de savane où la prévalence de l'onchocercose est très forte (de 80 à 95 % d'onchocerquiens) et ce à la période de l'année la plus favorable, nous obtenons des taux d'infectivité nettement supérieurs (cf. tabl. III) ; les pourcentages moyens de paires parasitées, infectées et infectieuses sont alors respectivement 23,8, 14,9 et 8,9 %. Ces proportions restent cependant inférieures à celles observées chez *S. yahense* en zone de forêt où les pourcentages moyens de paires parasitées étaient de 30,32, pour les paires infectées 25,65 et 10,63 pour les infectieuses.

Après identification des femelles infectées et infectieuses nous n'avons pas observé de différence significative entre les deux espèces *S. sirbanum* et *S. damnosum* s.s., les variations dues aux facteurs « humains », à la dispersion et à la zoophilie masquant complètement une variation possible d'origine génétique. Nous reviendrons sur ce problème lors de l'exposé des résultats obtenus par la méthode expérimentale.

3.1.2. TAUX DE PARASITISME OBTENUS EXPÉRIMENTALEMENT

Si nous tenons compte uniquement de femelles gorgées sur onchocerquiens de savane nous obtenons des taux de parasitisme chez les paires de 53,4 % pour *S. sirbanum* (79 femelles parasitées sur 148 gorgées) et de 46,6 % pour *S. damnosum* s.s. (164 femelles parasitées sur 352 gorgées). En tenant compte des femelles gorgées sur les différents onchocerquiens de forêt et de savane, on obtient un taux de parasitisme par rapport aux paires de 37,3 % pour *S. sirbanum* (133 femelles parasitées

* Rappelons que nous appelons femelles « parasitées » celles renfermant indistinctement des larves évolutives et/ou infectantes d'*O. volvulus*, femelles « infectées » celles renfermant des larves évolutives et femelles « infectieuses » celles renfermant des larves infectantes d'*O. volvulus*.

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

TABLEAU III. — Taux de femelles infectées et infectieuses obtenus avec un contact étroit entre populations de simulies piqueuses et populations humaines fortement onchocerquées.

Lieux	Mois de l'enquête	Nombre de femelles disséquées	Nombre de pares	% pares	Nombre d'infectées	% i/pares	Nombre d'infectieuses	% I/pares	Nbre moyen LI/femelle
Kuoro (Banifing)	Juillet	576	339	58,8	52	15,3	31	9,1	1,8
Kuoro (Banifing)	Septembre	407	310	76	28	9	20	6,4	2,1
Moussodougou (Comoé)	Juillet	435	385	88,5	40	10,4	28	7,3	2,3
N° Golodougou (Bagbé)	Mars	594	385	64,6	25	6,5	27	7	1,59
Papara (Sénégal)	Août	1 211	618	51	118	19,1	62	10	2
Tansilla (Kéralié)	Août Septembre	280	140	50	26	18,6	16	11,4	1,9
Samandeni (Volta Noire)	Mars	229	94	42	17	18	8	8,5	2,12
Samandeni (Volta Noire)	Avril	308	188	61	46	14,9	27	8,8	1,8
Samandeni (Volta Noire)	Mai	551	378	68,6	58	10,5	34	6,2	2,2
Samandeni (Volta Noire)	Juin	219	168	77	25	14,9	14	8,3	2,6
Samandeni (Volta Noire)	Juillet	253	205	81	44	21,5	19	9,3	2,9

sur 360 femelles gorgées) et de 32,7 % pour *S. damnosum* s.s. (279 femelles parasitées sur 853 gorgées).

La faible différence observée entre les taux de parasitisme expérimentaux chez *S. sirbanum* et *S. damnosum* n'a pas d'importance épidémiologique notable compte-tenu des fortes variations extrinsèques des taux de parasitisme naturels.

3.2. Charge parasitaire

Il apparaît clair après les travaux de Philippon (1977) que la charge parasitaire des femelles tant en larves évolutives qu'en larves infectantes est directement liée à la rapidité de formation de la membrane péritrophique.

Comme nous l'avons dit précédemment ni la charge microfilarienne des onchocerquiens ni le nombre de microfilaries ingérées ne semble jouer de rôle important en zone de savane compte-tenu de l'intense réduction numérique que subissent les parasites ingérés (Philippon et Bain, 1972). De plus au cours du cycle parasitaire la mortalité des parasites est très faible à l'exception bien sûr des cas de « transmissions croisées ». Philippon *et al.*, 1977 pensent que la membrane péritrophique, dont la formation est particulièrement rapide en savane, semble se mettre en place plus lentement en région forestière où de plus, il est fréquent qu'elle soit incomplète ou moins résistante (structure physique plus hétérogène). Cette rapidité de formation de la membrane péritrophique expliquerait à elle seule la nette différence de charge parasitaire entre espèces de savane et de forêt.

3.2.1. CHARGES PARASITAIRES OBSERVÉES LORS DE L'ÉTUDE DES INFESTATIONS NATURELLES

Contrairement aux taux de parasitisme qui, comme nous l'avons vu, varient de façon considérable en fonction des facteurs externes, la charge parasitaire des espèces de savane est relativement constante et proche de 2.

Si nous prenons en compte tous les résultats dont nous disposons sur les populations de *S. sirbanum* en particulier celles du Mali (Kayes, Faya, Kouoro), nous obtenons sur 432 femelles infectées une moyenne de 2,52 larves évolutives par femelle infectée. Sur 502 femelles infectieuses le nombre moyen de larves infectantes par femelle est de 2,14. Si nous regroupons les résultats obtenus sur les populations de *S. damnosum* s.s. étudiées (N'Golodougou, Dimbokro, Kossou, Bada), nous obtenons une moyenne de 2,14 larves évolutives par femelle infectée (sur 474 femelles infectées étudiées) et une moyenne de 1,99 larves infectantes par femelle infectieuse (sur 377 femelles infectieuses étudiées). Sur les gîtes de la Bagoé et de la Kankelaba (Mali) nous avons pu comparer les charges parasitaires des espèces *S. damnosum* s.s. et *S. sirbanum* dans les mêmes conditions d'environnement et aux mêmes périodes de l'année. Pour *S. sirbanum* la moyenne de larves évolutives par femelle infectée était de 2,56 contre 1,88 pour *S. damnosum* (28 infectées de *S. sirbanum* et 31 pour *S. damnosum* s.s.). La moyenne de larves infectantes par femelle infectieuse était de 1,38 pour *S. damnosum* s.s. (21 femelles) et de 2,25 pour *S. sirbanum* (28 femelles). Rappelons qu'en zone de forêt nous avons un nombre moyen de larves évolutives par femelle infectée similaire chez *S. soubrense* (9,1) et *S. yahense* (9,5). Par contre, le nombre moyen de larves infectantes par femelle infectieuse était très différent (5,5 chez *S. soubrense* et 8,5 chez *S. yahense*). Philippon (1977), note qu'en zone de savane dans la région de Guéna où l'espèce de *S. squamosum* dominait, la charge parasitaire des femelles atteignait 4,7.

3.2.2. CHARGES PARASITAIRES EXPÉRIMENTALES

Contrairement à ce que nous avons observé pour les taux de parasitisme, les charges parasitaires naturelles et expérimentales sont tout-à-fait similaires. En effet les charges parasitaires expérimentales des femelles de *S. sirbanum* et *S. damnosum* s.s. gorgées sur onchocerciens de savane sont respectivement de 2,24 et 2,0 larves infectantes en moyenne par femelle infectieuse ce qui est très proche des chiffres obtenus pour les infestations naturelles (2,14 et 1,99).

On peut donc conclure que les charges parasitaires sont en général stables en zone de savane et proches de 2. Il semble que dans tous les cas *S. sirbanum* ait une charge légèrement supérieure à *S. damnosum* s.s. mais la différence reste minime.

3.3. Intensité de transmission

L'intensité de transmission est extrêmement variable à l'intérieur de chaque espèce compte-tenu de l'influence importante du milieu extérieur sur l'âge des populations et les taux de parasitisme. Si on considère que la longévité moyenne exprimée en taux de pares de *S. sirbanum* et *S. damnosum* s.s. est de 64 % nous aurons donc pour 1 000 femelles capturées 640 pares. Dans le cas d'un contact homme-vecteur étroit et d'une forte prévalence onchocerquienne (cf. tabl. III) le taux de femelles infectieuses par rapport aux pares atteint 8 % chez *S. damnosum* s.s. et 10 % chez *S. sirbanum*. Les nombres moyens de larves infectantes par femelle infectieuse étant respectivement de 1,99 et 2,14 nous obtenons chez *S. damnosum* s.s. 102 larves infectantes pour 1 000 femelles capturées et 137 larves infectantes pour 1 000 femelles capturées chez *S. sirbanum*. Bien sûr, ces chiffres sont théoriques et en général en zone de savane l'intensité de transmission est comprise entre 40 et 60 larves infectantes pour 1 000 femelles capturées cependant, elle peut atteindre sur certains gîtes 125 et même 152 larves infectantes pour 1 000 femelles capturées (Walsh *et al.*, 1977).

4. DISCUSSION

Après examen de ces résultats il apparaît que si sur certains points (cycle d'agressivité, densité et âge moyen des populations, dispersion, charge parasitaire) les résultats sont relativement clairs, par contre, sur d'autres points (zoophilie, taux de parasitisme) la multitude des facteurs entraîne une grande diversité des résultats et même parfois des contradictions. Il faut garder en mémoire que *S. sirbanum* et surtout *S. damnosum* sont des espèces savaniques à très large répartition géographique. Il existe en fait une multitude de populations possédant un pool génétique commun mais également un spectre d'inversions flottantes extrêmement développé. Il s'agit là d'espèces très plastiques ayant un grand pouvoir d'adaptation, contrairement aux espèces forestières qui apparaissent beaucoup plus « monolithiques ». Il paraît également vraisemblable que parallèlement au complexe vecteur existe un complexe parasitaire ayant une influence probable sur les taux d'infestation.

5. CONCLUSIONS

L'étude des caractéristiques bio-écologiques et épidémiologiques des 3 espèces savaniques du complexe *S. damnosum* nous a permis de mettre en évidence les points suivants :

— En savane comme en forêt le facteur essentiel régulant le cycle journalier de piqûre est la température.

— La densité des populations piqueuses est liée essentiellement à la productivité des gîtes préimaginaux qui varie de façon synchrone, inverse ou bimodale avec le niveau de l'eau.

— Le taux moyen annuel de femelles pares est de 64 % chez *S. damnosum* et *S. sirbanum*. Il est le reflet d'une longévité supérieure à celle de *S. soubrense*, *S. yahense* (taux de pares voisin de 40 % dans les deux cas) et *S. sanctipauli* (25 % de pares).

— En zone de savane la dispersion linéaire peut atteindre plusieurs dizaines de kilomètres. La dispersion radiaire reste faible sauf en savane guinéenne en saison des pluies.

— Les espèces savaniques sont soumises à des phénomènes migratoires importants.

— Chez *S. damnosum* s.s. et *S. sirbanum* la proportion des femelles nullipares augmente avec l'éloignement des gîtes préimaginaux.

— La zoophilie est largement répandue chez *S. damnosum* s.s. et *S. sirbanum* elle est même dominante dans certaines zones, comme au Mali septentrional où *S. damnosum* s.s. est nettement ornithophile alors que *S. sirbanum* pique plus volontiers le bétail.

— Pour *S. damnosum* s.s. et *S. sirbanum* nous trouvons en moyenne pour les populations infestées naturellement 9,3 % de femelles pares parasitées, 6,8 % infectées et 2,5 % infectieuses ce qui est proche des chiffres obtenus en forêt avec *S. soubrense*.

— Dans les zones de forte endémicité onchocercienne où le contact homme-vecteur est étroit ces taux peuvent atteindre 23,8 % de pares parasitées, 14,9 % d'infectées et 8,9 % d'infectieuses. Ces taux élevés restent cependant inférieurs à ceux observés sur *S. yahense* en zone de forêt (30,32 % de parasitées, 25,65 % d'infectées et 10,63 % d'infectieuses).

— Les taux de parasitisme naturels observés chez *S. damnosum* s.s. et *S. sirbanum* sont similaires les facteurs externes masquant complètement une possible différence d'origine génétique.

— Les taux de parasitisme expérimentaux sont légèrement différents pour les deux espèces. On obtient 53,4 % de femelles parasitées pour *S. sirbanum* et 46,6 % pour *S. damnosum* s.s.

— La charge parasitaire des deux espèces est très voisine. Chez *S. damnosum* s.s. le nombre moyen de

larves évolutives par femelle infectée est compris généralement entre 1,8 et 2,14, le nombre moyen de larves infectantes par femelle infectieuse entre 1,38 et 1,99. Chez *S. sirbanum* on trouve une charge parasitaire proche habituellement de 2,56 pour les larves évolutives et de 2,24 pour les larves infectantes.

— Les charges parasitaires expérimentales sont identiques aux charges parasitaires naturelles.

— L'intensité de transmission théorique en cas de contact homme-vecteur étroit est de 102 larves infectantes pour 1 000 femelles capturées chez *S. damnosum* s.s. et de 137 larves infectantes pour 1 000 femelles capturées chez *S. sirbanum*.

— *S. damnosum* et *S. sirbanum* sont des espèces ayant une large répartition géographique et un fort potentiel génétique d'adaptation.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tous nos collègues de l'I.R.O. pour les fructueuses discussions que nous avons eues et l'assistance qu'ils nous ont apportée tout au long de ce travail. Les Entomologistes du Programme de Lutte contre l'Onchocercose et les divers Consultants de passage à Bouaké nous ont également prodigué conseils et encouragements qui nous ont été très utiles pour la réalisation de cette étude.

Nous ne saurions bien sûr oublier la part de travail très importante qui est revenue lors des diverses enquêtes auxiliaires de laboratoire, captureurs et chauffeurs, qu'ils en soient tous ici remerciés.

*Manuscrit reçu au service des Publications de l'O.R.S.T.O.M.
le 20 avril 1978*

BIBLIOGRAPHIE

- BALAY (G.), 1968. — Rapport d'enquête entomologique dans les foyers d'onchocercose de l'Ouest de la République du Niger. *Doc. ronéo. O.C.C.G.E., N° 158/Oncho/68*, 33 p.
- 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 O.R.S.T.O.M./Paris*, 237 p., *multigr.*
- BELLEC (C.), HEBRARD (G.), TRAORE (S.) et YEBAKIMA (A.), 1977. — Etude des déplacements des vecteurs de l'onchocercose en Afrique de l'Ouest. I. Utilisation des « plaques aluminium » dans l'étude de la réinvasion par les adultes de *S. damnosum* s.l. d'une zone du Programme O.M.S. *Doc. ronéo. O.C.C.G.E./O.M.S./O.R.S.T.O.M., N° 24/Oncho/Rap/77*, 16 p.

- BLACKLOCK (D. B.), 1926. — The development of *O. volvulus* in *S. damnosum* Theo. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 20 : 1-48.
- CARLSSON (G.), 1967. — Environmental factors influencing blackfly population. *Bull. Org. mond. Santé*, 37 : 139-150.
- CRISP (G.), 1956. — *Simulium* and onchocerciasis in the Northern territories of the Gold Coast. London, H. K. Lewis et Co Ltd., 171 p.
- CROSSKEY (R. W.), 1954. — Infection of *Simulium damnosum* with *Onchocerca volvulus* during the wet season in Northern Nigeria. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 48 : 152-159.
- 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.), 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.), CROSSKEY (R. W.), JOHNSTON (M. R. L.) and CROSSKEY (M. E.), 1962. — The control of *Simulium damnosum* at Abuja, Northern Nigeria, 1955-60. *Bull. Org. mond. Santé*, 27 : 491-510.
- DISNEY (R. H. L.) et BOREHAM (P. F. L.), 1969. — Blood gorged resting blackflies in Cameroun and evidence of zoophily in *Simulium damnosum*. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 63 (2) : 286-287.
- 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. — Studies of factors influencing the transmission of onchocerciasis. V. The stages of *Onchocerca volvulus* in wild "forest" *Simulium damnosum*, the fate of the parasites in the fly, and the age distribution of the biting population. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 62 (1) : 107-116.
- DUKE (B. O. L.), 1975. — The differential dispersion of nulliparous and parous *Simulium damnosum*. *Tropenmed. Parasit.*, 26 (1) : 88-97.
- DUKE (B. O. L.), ANDERSON (J.) et PULSANG (H.), 1975. — The *Onchocerca volvulus* transmission potentials and associated patterns of onchocerciasis at four Cameroun Sudan savanna villages. *Tropenmed. Parasit.*, 26 (2) : 143-154.
- 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 Cameroun, by *Simulium damnosum* from various West African bioclimatic zones. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 60 (3) : 318-336.
- DUNBAR (R. W.), 1973. — Correlation of breeding sites and anthrophilia in East Africa to infer with species of the *S. damnosum* complex may be vectors of onchocerciasis. *9th Int. Congr. trop. Med. Malar.*, Athens, 1973, 2 : 117.
- DUNBAR (R. W.) et VAJIME (Ch.), 1972. — Le complexe *Simulium (Edwardsellum) damnosum* : rapport sur les études cytotoxonomiques effectuées jusqu'en avril 1972. *WHO/Oncho/72.100*, 14 p.
- GADDUM (J. H.), 1961. — Pharmacology. 3^e th. ed. Oxford O.U.P., fig. 54.
- 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.), 1976. — Problem on the Leraba-Bandama in 1976. Summary of studies on réinvasion. *WHO/OCP/SAP/76/WP4*. 13 p.
- GARMS (R.) et VAJIME (Ch.), 1975. — On the ecology and distribution of the sibling species of *Simulium damnosum* in different bioclimatic zones of Liberia and Guinea. *Tropenmed. Parasit.*, 26 : 377-383.
- 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.
- GIUDICELLI (J.), 1966. — Récoltes de simules 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.
- GUILLET (P.), MONDET (B.) et SANGARE (S.), 1978. — L'onchocercose dans le cercle de Keniéba (République du Mali). Compte rendu d'une mission d'étude sur la transmission onchocerquienne et la localisation des gîtes larvaires le long de la rivière Falémé (2 novembre - 6 décembre 1977). *Doc. ronéo. O.C.C.G.E., N° 7/Oncho/Rap/78*.
- HAUSERMANN (W.), 1969. — On the biology of *Simulium damnosum* Theobald, 1903, the main vector of onchocerciasis in the Mabenge Mountains, Ulanga, Tanzania. *Acta tropica*, 26 (1) : 29-69.
- LAMONTELLERIE (M.), 1964. — *Simulium damnosum*, Theobald, en zone de savane sèche (région de Garango, Haute-Volta). I. Réinfestation de la Volta Blanche en début de saison des pluies. *Bull. I.F.A.N., série A*, 26 (4) : 1298-1312.
- LE BERRE (R.), 1966. — Contribution à l'étude biologique et écologique de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae). *Mém. O.R.S.T.O.M.*, N° 17, 204 p.

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

- LE BERRE (R.), 1968. — Bilan sommaire pour l'année 1967 de lutte contre le vecteur de l'onchocercose. *Méd. Afr. Noire*, 15 (2) : 71-72.
- LE BERRE (R.), 1970. — Résultats des campagnes de lutte. *Rapport final 10^e Conf. Techn. O.C.C.G.E.*, 1 : 199-201.
- LE BERRE (R.), BALAY (G.), BRENGUES (J.) et COZ (J.), 1964. — Biologie et écologie de la femelle de *Simulium damnosum* Theobald, 1903, en fonction des zones bioclimatiques d'Afrique Occidentale; influence sur l'épidémiologie de l'onchocercose. *Bull. Org. mond. Santé*, 31 (6) : 843-856.
- 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.), 1958. — Observations on *Simulium damnosum* Theo., at Lokoja, in Northern Nigeria. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 52 (2) : 216-231.
- LEWIS (D. J.), LYONS (G. R. L.) et MARR (J. D. M.), 1961. — Observations on *Simulium damnosum* from the Red Volta in Ghana. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 55 (2) : 202-210.
- MAC CRAE (A. W. R.), 1968. — *Simulium* studies. *East Afr. Virus. Res. Inst., Ann. Rep.*, 18 : 104-109.
- MAC CRAE (A. W. R.), 1969. — Ecology and speciation in African blackflies (Diptera : Simuliidae). *Biol. J. Linn. Soc.*, 1 (1-2) : 43-49.
- MARR (J. D. M.), 1965. — Observations on *Simulium damnosum* in North-East Ghana, 1957 to 1962. *WHO/Oncho/33.65*, 45 p.
- MARR (J. D. M.), 1971. — Observations on resting *Simulium damnosum* Theobald at a dam site in Northern Ghana. *WHO/Oncho/71/85*, 12 p.
- NOAMESI (G. K.), 1966. — Dry season survival and associated longevity and flight range of *Simulium damnosum* Theobald in Northern Ghana. *Ghana med. J.*, 5 (3) : 95-102.
- OVAZZA (M.), OVAZZA (L.) et BALAY (G.), 1965. — Etude des populations de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae) en zones de gîtes non permanents. II. Variations saisonnières se produisant dans les populations adultes et pré-imaginales. Discussion des différentes hypothèses qui peuvent expliquer le maintien de l'espèce dans les régions sèches. *Bull. Soc. Path. exot.*, 58 (6) : 1118-1154.
- OVAZZA (M.), RENARD (J.) et BALAY (G.), 1967. — Etude des populations de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae) en zones de gîtes non permanents. III. Corrélation possible entre certains phénomènes météorologiques et la réapparition des femelles en début de saison des pluies. *Bull. Soc. Path. exot.*, 60 (1) : 79-95.
- PENDRIEZ (B.) et SECHAN (Y.), 1971. — Enquête entomologique sur l'onchocercose au Sénégal Oriental. *Doc. ronéo. O.C.C.G.E.*, N° 198/Oncho/71, 17 p.
- PHILIPPON (B.), 1977. — Etude de la transmission d'*Onchocerca volvulus* Leuckart, 1893 (Nematoda, Onchocercidae) par *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae) en Afrique tropicale. *Trav. et Doc. O.R.S.T.O.M.*, n° 63, 308 p.
- PHILIPPON (B.) et BAIN (O.), 1972. — Transmission de l'onchocercose humaine en zone de savane d'Afrique Occidentale. Passage des microfilaires d'*Onchocerca volvulus* dans l'hémocèle de la femelle de *Simulium damnosum*. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. Méd. et Parasitol.*, vol. X, n° 3 : 251-261.
- PHILIPPON (B.) et BALAY (G.), 1967. — Etude de la biologie et de l'écologie de *S. damnosum* Theobald, à la limite nord de son aire de répartition en Afrique Occidentale. Conséquences épidémiologiques. *Med. Afr. Noire*, 14 : 507-509.
- PHILIPPON (B.) et BALAY (G.), 1972. — Ecologie et dynamique des populations de *Simulium damnosum* Theobald à la limite nord de son aire de distribution en Afrique Occidentale. Conséquences épidémiologiques. *Proc. 13th. Int. Congr. Entomology*, Moscou 1968, 3 : 223-224.
- PHILIPPON (B.), SECHAN (Y.), CHAUVIN (M.) et BERNADOU (J.), 1968. — Etude d'une population de *Simulium damnosum* dans une zone inhabitée d'un foyer d'onchocercose de savane guinéenne en saison sèche. *Doc. ronéo. O.C.C.G.E.*, N° 140/Oncho/68, 10 p.
- PHILIPPON (B.), SECHAN (Y.), PENDRIEZ (B.) et PANGALET (P.), 1971. — Contribution à l'étude du foyer d'onchocercose du bassin du fleuve Sénégal en République du Mali. Résultats de quatre enquêtes entomologiques. *Doc. ronéo. O.C.C.G.E.*, N° 138/Oncho/71, 18 p.
- PHILIPPON (B.), QUILLEVERE (D.), SECHAN (Y.) et PENDRIEZ (B.), 1977. — Biologie, écologie et caractéristiques vectrices des vecteurs d'onchocercose des savanes ouest-africaines. *WHO/VBC/77.664*, 32 p.
- QUILLEVERE (D.), 1974. — Etude cytotoxonomique du complexe *Simulium damnosum* en Afrique Occidentale. III. Cartes chromosomiques et répartition géographique des cytotypes. *Doc. ronéo. O.C.C.G.E.* N° 79/Oncho/74, 41 p.

- QUILLEVERE (D.) et PENDRIEZ (B.), 1975. — Etude du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest. II. Répartition géographique des cytotypes en Côte d'Ivoire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. Méd. et Parasitol.*, vol. XIII, n° 3 : 145-172.
- QUILLEVERE (D.), SECHAN (Y.) et PENDRIEZ (B.), 1977 a. — Etude du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest. V. Identification morphologique des femelles en Côte-d'Ivoire. *Tropenmed. Parasit.*, 28 : 244-253.
- QUILLEVERE (D.), PENDRIEZ (B.), SECHAN (Y.) et PHILIPPON (B.), 1977 b. — Etude du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest. VII. Etude de la biocénologie et du pouvoir vecteur des femelles de *S. sanctipauli*, *S. soubrense* et *S. yahense* en Côte-d'Ivoire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. Méd. et Parasitol.*, vol. XV, n° 4 : 301-329.
- QUILLEVERE (D.) et SECHAN (Y.), 1978. — Morphological identification of females of the *Simulium damnosum* complex in West Africa : differentiation of *S. squamosum* and *S. yahense*. *Trans. Roy. Soc. trop. Med. Hyg.*, 72 (1) : 99-100.
- Rapport d'un groupe de travail sur la réinvasion durant 1975-1977. *Doc. ronéo. OCP/VCU*, 1977, 8 p.
- RIVES (M.) et SERIE (F.), 1967. — L'onchocercose en Côte d'Ivoire. *Med. Afr. Noire*, 14, (10) : 483-488.
- UNDERHILL (G. W.), 1940. — Some factors influencing feeding activity of Simuliids in the field. *J. econ. Ent.*, 33 : 915-917.
- VAJIME (Ch.) 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 (1) : 111-138.
- WALSH (J. F.), DAVIES (J. R.) et LE BERRE (R.), 1977. — Methods of entomological evaluation currently in use by VCU with suggestions for establishing criteria for advising on resettlement and development projects. *WHO/OCP/SAP/77/WP5*, 22 p.