

**TRAVAUX
ET DOCUMENTS
DE L'O.R.S.T.O.M.**

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES
TAXONOMIQUES, BIOÉCOLOGIQUES ET VECTRICES
DES MEMBRES DU COMPLEXE *SIMULIUM DAMNOSUM*
PRÉSENTS EN CÔTE D'IVOIRE



Daniel QUILLEVERE



ÉDITIONS DE L'OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

RENSEIGNEMENTS, CONDITIONS DE VENTE

Pour tout renseignement, abonnement aux revues périodiques, achat d'ouvrages et de cartes, ou demande de catalogue, s'adresser au :

SERVICE DES PUBLICATIONS DE L'ORSTOM
70-74, route d'Aulnay - 93140 BONDY (France)

- Tout paiement sera effectué par chèque bancaire barré ou par C. C. P., au nom du Service des Publications ORSTOM-C. C. P. : 22.272-21 Y PARIS.
- Achat au comptant possible à la bibliothèque de l'ORSTOM, 24, rue Bayard, 75008 PARIS.

I - CAHIERS ORSTOM

BIOLOGIE

ENTOMOLOGIE MÉDICALE ET PARASITOLOGIE

HYDROBIOLOGIE

HYDROLOGIE

OCÉANOGRAPHIE

PÉDOLOGIE

SCIENCES HUMAINES

<i>séries trimestrielles</i>	Abonnement :	France 120 F.	36,30 US dollars
		Etranger 156 F.	
GÉOLOGIE - <i>série semestrielle</i>	Abonnement :	France 96 F.	28,00 US dollars
		Etranger 120 F.	

II - BULLETIN ANALYTIQUE D'ENTOMOLOGIE MÉDICALE ET VÉTÉRINAIRE

12 numéros par an (15 fascicules)	Abonnement :	France 115 F.	30,25 US dollars
		Etranger 130 F.	

Nous vous signalons :

Contribution à l'étude biologique et écologique de *Simulium damnosum* Théobald, 1903 (*Diptera, Simuliidae*).

R. Le Berre

206 p. Coll. Mém. ORSTOM, 17, ISBN 2-7099-0021-1

84,50 F ttc

Étude de la transmission d'*Onchocerca volvulus* (Leuckart, 1893) (*Nematoda, Onchocercidae*) par *Simulium damnosum* Theobald 1903 (*Diptera, Simuliidae*) en Afrique tropicale.

B. Philippon

308 p. Coll. Trav. et Doc. de l'ORSTOM, 63, ISBN 2-7099-0444-6

64,20 F ttc

TRAVAUX ET DOCUMENTS DE L'O.R.S.T.O.M.

N° 109

O.R.S.T.O.M.

PARIS

1979

« La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, « que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à « une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but « d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans « le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1er de l'art.40).
« Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une « contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal) »

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES
TAXONOMIQUES, BIOÉCOLOGIQUES ET VECTRICES
DES MEMBRES DU COMPLEXE *SIMULIUM DAMNOSUM*
PRÉSENTS EN CÔTE D'IVOIRE

Daniel QUILLEVERE

T H È S E

présentée devant
L'UNIVERSITÉ DE RENNES
FACULTÉ DES SCIENCES BIOLOGIQUES

pour obtenir
LE GRADE DE DOCTEUR ES-SCIENCES
(Mention Sciences Biologiques)

par
Daniel QUILLÈVÈRE

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES TAXONOMIQUES,
BIOÉCOLOGIQUES ET VECTRICES DES MEMBRES
DU COMPLEXE *Simulium damnosum* PRÉSENTS EN CÔTE D'IVOIRE

Soutenu le 21 mars 1979 devant la Commission d'Examen :

MM. P.	RAZET	Professeur à l'Université de Rennes I	<i>Président</i>
J.	BERGERARD	Professeur à l'Université de Paris XI	} <i>Examineurs</i>
R.	LE BERRE	.....	Inspecteur Général de Recherches de l'ORSTOM
J.C.	LEFEUVRE	.....	Professeur à l'Université de Rennes I
B.	PHILIPPON	.....	Directeur de Recherches de l'ORSTOM

UNIVERSITE DE RENNES

ANNEE 1978-1979

U.E.R. "SCIENCES ET PHILOSOPHIE"

Doyens Honoraires

M. MILON Y.
M. TREHIN R.
M. LE MOAL H.
M. MARTIN Y.
M. BOCLÉ J.

Professeurs Honoraires

M. FREYMANN R.
M. ROHMER R.
M. TREHIN R.
M. SALMON-LEGAGNEUR F.
M. MILON Y.
M. VENE J.
M. VACHER M.

Maîtres de Conférences Honoraires

M. GRILLET L.
Melle HAMON M.R.

ProfesseursMaîtres de Conférences & Chargés de Cours Docteurs d'Etat inscrits sur la LAMCMATHEMATIQUES

M. GUERINDON Jean
M. GIORGIUTTI Italo
M. MIGNOT Alain
M. RUGET Gabriel
M. BERTHELOT Pierre
M. GUIVARCH Yves
M. CONZE Jean-Pierre
M. TOUGERON Jean-Claude
M. KEANE Mickaël
M. BOULAYE Guy
M. HOUEBINE Jean
M. CAMUS Jacques
M. LEGOUPIL Jean
M. VERJUS Jean-Pierre

M. FERRAND Daniel
M. BREEN Lawrence
M. LERMAN Israël
M. JACOD Jean
M. LENFANT Jacques
M. TRILLING Laurent
M. CROUZEIX Michel

PHYSIQUE

M. VIGNERON Léopold
M. LE BOT Jean
Mme ROBIN Simone née Salomond
M. ROBIN Stéphane
M. MEVEL Jean-Yves
M. MEINNEL Jean
M. BRUN Pierre
M. LEROUX Emile
M. DUBOST Gérard
M. ARQUES Pierre-Yves
M. HAEUSLER Claude
M. DECAMPS Edmond-Antoine
M. GUIDINI Joseph

M. DURAND Alain
M. VEZZOSI Georges

M. DAUDE André
M. GOULPEAU Louis
M. BERTEL Louis
M. LANGOUET Loïc
M. LE FLOCH Albert
M. LE TRAON André
M. PRIOL Marcel
M. STEPHAN Guy
M. TANGUY Pierre
M. TERRET Claude
M. CHARBONNEAU Guy

II

Professeurs

Maîtres de Conférences & Chargés de Cours

Docteurs d'Etat inscrits sur la LAMC

CHIMIE

M. LE MOAL Henri
M. LEVAS Emile
M. PELTIER Daniel
M. PRIGENT Jacques
M. FOUCAUD André
M. LANG Jean
M. CARRIE Robert
M. GUERILLOT Claude, Roger
M. KERFANTO Michel (ENSCR)
M. DABARD René
M. GRANDJEAN Daniel
M. LUCAS Jacques
M. MARTIN Guy (ENSCR)
M. TALLEC André

M. HAMELIN Jack

M. AUFFREDIC Jean-Paul
M. CAILLET Paul
M. CAREL Claude
M. DANION Daniel
Mme DANION Renée née Bougot
M. DIXNEUF Pierre
M. FAYAT Christian
M. GORGUES Alain
M. JUBAULT Michel
M. LAURENT Yves
M. LE CORRE Maurice
M. LISSILOUR Roland
M. ROBERT Albert
M. ROBIN Roger
M. NICOLLON des ABBAYES H.
M. MEYER André
M. PATIN Henri
Mme LOUER Mochèle née Gaudin
M. MOINET Claude
M. POULAIN Marcel
M. DARCHEN André
M. RAPHALEN Désiré (ENSCR)
M. MAUNAYE Marcel (ENSCR)

CHIMIE BIOLOGIQUE

M. JOUAN Pierre
M. DUVAL Jacques

M. VALOTAIRE

GEOLOGIE

M. COGNÉ Jean
Mlle DURAND Suzanne

M. BONHOMMET Norbert
M. CHOUKROUNE Pierre

M. CHAUVEL Jean-Jacques
Mme ESTEOULE J. née Choux

ZOOLOGIE

M. MAILLET Pierre
M. RAZET Pierre
M. FOLLIOU Roger
M. ALLEGRET Paul
M. MANIEY Jacques
M. JOLY Jean-Marie
M. LEFEUVRE Jean-Claude
M. CALLEC Jean-Jacques

M. GOURANTON Jean
M. TREHEN Paul

M. BARBIER Roger
M. BERNARD Jean
M. DAGUZAN Jacques
M. GAUTIER Jean-Yves
M. MICHEL Raoul
M. PICHERAL Bertrand
Mme URVOY J. née Le Masson
M. GUYOMARCH Jean-Charles
M. COILLOT Jean-Pierre
M. GUILLET Jean-Claude
M. BOISSEAU Claude

BOTANIQUE

M. VILLERET Serge
M. CLAUSTRES Georges
Mlle GOAS G.
Mlle GOAS M.
Mme LEMOINE Cécile
M. TOUFFET Jean

M. HUON André

M. LARHER François
M. BERTRU Georges
M. STRULLU Désiré

PHILOSOPHIE

M. ORTIGUES Edmond
M. BEYSSADE Jean-Marie
M. JACQUES Francis

M. CLAIR André

III

PERSONNELS C.N.R.S.

Directeurs de Recherche

Maîtres de Recherche

Chargés de Recherche, Docteurs d'Etat inscrits sur la LAMC

CHIMIE

M. BIGORGNE Michaël (ENSCR)

M. JAOUEN Gérard
M. SERGENT Marcel

M. GUYADER Jean
M. LOUER Daniel

GEOLOGIE

M. CAPDEVILLA Raymond

M. VIDAL Philippe

ZOOLOGIE

Mme GAUTIER Annie née Hion

ANTHROPOLOGIE

M. GIOT Pierre-Roland

M. BRIARD Jacques

SOMMAIRE

	Pages
AVANT PROPOS	1
CHAPITRE 1. : Techniques d'étude.....	7
CHAPITRE 2. : Présentation de la zone d'étude..	27
CHAPITRE 3. : Etude taxonomique du complexe <i>S. damnosum</i>	39
CHAPITRE 4. : Etude bioécologique du complexe <i>S. damnosum</i>	81
CHAPITRE 5. : Etude des caractéristiques vec- trices des différents membres du complexe <i>S. damnosum</i>	151
CHAPITRE 6. : Conclusions générales.....	217
PLANCHES HORS TEXTE.....	229
BIBLIOGRAPHIE.....	247
ANNEXE TECHNIQUE.....	269
RESUME	275
ABSTRACT	287
TABLE DES MATIERES.....	297

AVANT-PROPOS

L'onchocercose humaine est une filariose dermique redoutable causée par un ver nématode : *Onchocerca volvulus* Leuckart 1893 (*Nematoda, Onchocercidae*). Très répandue en Afrique inter-tropicale, présente localement en Amérique du centre et du sud ainsi qu'au Yémen, elle provoque chez l'homme des lésions oculaires graves pouvant aboutir à la cécité. Les simulies (*Diptera, Simuliidae*) sont les seuls vecteurs connus de l'onchocercose tant en Afrique que sur le continent américain. En Afrique de l'ouest, les espèces vectrices appartiennent toutes au complexe *Simulium damnosum*.

Bien que peu connue en dehors des zones d'endémie, l'onchocercose est une maladie parasitaire importante tant du point de vue de la santé publique que du point de vue économique. On estime à environ 30 millions le nombre de sujets atteints dans le monde (NELSON, 1970). Si la maladie sévit localement en Amérique latine (Mexique, Guatemala, Venezuela, Colombie et Brésil) et au Yémen, l'immense majorité des foyers et des malades est située en Afrique entre le 12^{ème} parallèle nord et le 17^{ème} parallèle sud. En Afrique de l'ouest la zone actuellement traitée par le Programme de lutte contre l'onchocercose dans le bassin des Voltas s'étend sur plus de 700.000 Km². Elle compte environ 10 millions d'habitants dont 1 million d'onchocerciens. Parmi ces derniers, 70.000 sont aveugles ou souffrent de lésions oculaires graves et irréversibles (Anonyme, 1973).

Les larves du complexe *S. damnosum* ne pouvant se développer que dans des eaux à courant suffisamment rapide, l'onchocercose sévit particulièrement le long des cours d'eau d'où le nom de "cécité des rivières" (River-blindness) qui lui est communément donné. Cette répartition particulière de la maladie explique le double effet destructeur de l'onchocercose sur

l'économie des petites communautés rurales installées dans les vallées fertiles. Non seulement les individus gravement atteints perdent toute capacité de production et deviennent une charge pour la collectivité, mais, de plus, il en résulte un abandon des terres fertiles et irrigables et un surpeuplement des zones arides. Cette situation est particulièrement dramatique en zone de savane où plusieurs années de sécheresse successives ont compromis gravement un équilibre socio-économique déjà précaire.

L'absence actuelle de filaricides utilisables en chimiothérapie de masse rend nécessaire l'élimination des espèces vectrices pour arrêter la transmission onchocercienne. Les adultes femelles du complexe *S. damnosum* pouvant se disperser sur plusieurs dizaines de kilomètres et même dans certains cas migrer sur des distances atteignant 300 kilomètres (LE BERRE *et al*, 1977), leur destruction par insecticide reste très problématique. Les larves qui vivent quant à elles fixées à des supports dans des zones bien délimitées de courants rapides, et qui ingèrent sans discrimination toutes les particules en suspension dans l'eau, sont particulièrement sensibles aux insecticides chimiques.

Cette constatation a été à la base des premières campagnes larvicides menées en Afrique de l'ouest à partir de 1962 par OVAZZA et VALADE (1963), LE BERRE (1968 a, b et c ; 1969 ; 1970), LE BERRE *et al* (1969), PHILIPPON et LE BERRE (1974). Ces campagnes ont débouché sur le Programme de lutte contre l'onchocercose dans les bassins des Voltas actuellement en cours. Ce programme qui recouvre la presque totalité de la Haute-Volta, le nord de la Côte d'Ivoire, du Ghana, du Togo et du Bénin, le sud-ouest du Niger et le sud-est du Mali est réalisé par l'Organisation Mondiale de la Santé. Parallèlement à ce programme un vaste effort de recherches dans toutes les disciplines intéressées (entomologie, ophtalmologie, parasitologie, chimiothérapie, sociologie, pédologie, hydrobiologie, hydrologie etc...) a été entrepris. C'est dans ce cadre que se situe notre travail.

Bien que de nombreuses études entomologiques eussent déjà été effectuées sur l'onchocercose en Afrique de l'ouest, comme nous le verrons lors de nos divers rappels bibliographiques, la découverte en 1966 par DUNBAR d'un complexe d'espèces chez *S. damnosum s.l.* allait nécessiter l'étude détaillée de chacun des composants du complexe. Compte-tenu du fait que les différentes espèces "jumelles" pouvaient avoir une morphologie,

une bioécologie, des caractéristiques vectrices ou une sensibilité aux insecticides différentes, les entomologistes du Programme de lutte ont estimé nécessaire de disposer de données plus précises concernant chacune des espèces vectrices. Nous avons débuté notre travail par l'étude chromosomique des larves qui permettait seule alors l'identification des différents membres du complexe, puis nous sommes passés à l'étude morphologique des larves et des femelles, à la bioécologie larvaire et imaginale enfin à l'étude de la transmission naturelle et expérimentale de l'onchocercose par les diverses espèces. Ce travail a été effectué de 1971 à 1978 au sein de la mission de l' O. R. S. T. O. M. (1) auprès de l'O. C. C. G. E. (2) d'abord à Bobo-Dioulasso (Haute-Volta) puis à partir de 1973 à Bouaké (Côte d'Ivoire) où a été créé un Institut de Recherches sur l'Onchocercose (I. R. O)

Nous avons bénéficié tout au long de ce travail d'importantes subventions de l'Organisation Mondiale de la Santé (O. C. P. : Onchocerciasis Control Project). Nous avons également reçu l'aide morale et matérielle de nombreuses personnes, aide sans laquelle ce travail n'aurait pu aboutir. Il m'est particulièrement agréable de remercier ici :

- Monsieur le Professeur CAMUS, Directeur Général de l'O. R. S. T. O. M., qui m'a accordé toutes les facilités nécessaires lors de l'exécution et de la rédaction de ce travail.

- Monsieur le Docteur SOW, Secrétaire Général de l'O. C. C. G. E. qui a toujours manifesté un vif intérêt pour mon programme de recherches et m'a permis de disposer du personnel, du matériel et des locaux nécessaires à sa réalisation.

- Monsieur PHILIPPON, Directeur de l'Institut de Recherches sur l'Onchocercose de Bouaké qui a assuré la direction scientifique de ce travail, en a revu et corrigé le manuscrit. Sa grande compétence et sa longue expérience dans le domaine de l'onchocercose m'ont été extrêmement précieuses. Qu'il trouve ici le témoignage de ma profonde gratitude et de mon amitié.

 (1) Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer
 24, rue Bayard, 75008 PARIS - FRANCE

(2) Organisation de Coordination et de Coopération pour la lutte contre les Grandes Endémies - B.P. 153 BOBO-DIOULASSO (HAUTE-VOLTA).

- Monsieur LE BERRE, Chef de la Section Onchocercose de l'O. C. C. G. E. lors de mon arrivée à Bobo-Dioulasso en 1971 qui m'avait alors confié l'étude du complexe *S. damnosum*. Il s'est toujours depuis intéressé de près aux résultats de mes recherches et m'a communiqué son enthousiasme pour l'étude des vecteurs de l'onchocercose. Je tiens à l'assurer de ma reconnaissance et de mon amitié.

- Monsieur le Professeur RAZET qui a guidé mes premiers pas en entomologie et auprès de qui j'ai toujours trouvé aide et conseils. Aujourd'hui encore il a accepté de m'accueillir dans son laboratoire pour la rédaction de cette thèse et m'a fait l'honneur de bien vouloir en présider le jury.

- Monsieur le Professeur BERGERARD qui a été à l'origine de ma carrière d'entomologiste médical de l'O. R. S. T. O. M. qui a toujours suivi avec intérêt la progression de mes travaux et a bien voulu siéger dans ce jury.

- Monsieur le Professeur LEFEUVRE qui lui aussi m'a initié à la recherche et aujourd'hui a accepté de juger ce travail.

- Monsieur MOUCHET, Président du Comité Technique d'entomologie médicale de l'O. R. S. T. O. M., qui m'a prodigué tout au long de mon programme de recherches, conseils et encouragements.

- Messieurs HAMON, MARR, PAL, QUELENNEC et STILES de l'Organisation Mondiale de la Santé qui m'ont apporté leur assistance morale et matérielle et m'ont permis de participer à diverses réunions internationales concernant le complexe *S. damnosum*.

- Messieurs WALSH, DAVIES, RAYBOULD et VAJIME entomologistes et cytotaxonomiste du Programme de lutte contre l'onchocercose (O. C. P.) ainsi que tous les chefs de secteur et de sous-secteur de ce Programme avec qui j'ai eu de longues, amicales et fructueuses discussions.

- Les Docteurs CARLSONN, COLUZZI, CROSSKEY, DANG, DUNBAR, GARMS, GRUNEWALD, JANSSENS, LAIRD, OMAR, PETERSON,

TOWNSON et WILLIAMS que j'ai eu l'honneur et le plaisir de rencontrer à diverses reprises et qui m'ont fait bénéficier de leur savoir en de nombreux domaines.

- Messieurs SECHAN et PENDRIEZ sans lesquels ce travail n'aurait pu être mené à bien. Ils se sont dépensés sans compter lors des nombreuses enquêtes effectuées sur le terrain souvent dans des conditions difficiles. Ils ont fait preuve d'une conscience professionnelle et d'une disponibilité exceptionnelles lors des longues séries de dissections sur le terrain ou lors des séries de montages chromosomiques et morphologiques au laboratoire. Ils ont également participé à part entière à la rédaction des diverses publications en réalisant cartes ou graphiques nécessaires à l'illustration ainsi qu'en discutant les résultats obtenus à la lumière de leur longue expérience des problèmes entomologiques liés à la transmission de l'onchocercose. Qu'ils soient tous deux assurés de toute ma reconnaissance et de toute mon amitié.

- Monsieur PRIVET qui a participé efficacement aux tournées consacrées à l'étude des infestations expérimentales.

- Messieurs BELLEC, BERL, BERNADOU, ELOUARD, ELSEN, ESCAFFRE, GREBAUT, GUILLET, HEBRARD et PRUD'HOM mes collègues de l'I. R. O. de Bouaké avec qui j'ai eu le plaisir de travailler et qui par leurs observations, leurs récoltes de matériel et leurs amicales discussions m'ont apporté un soutien dont je leur suis vivement reconnaissant.

- Les auxiliaires de laboratoire, dactylos, chauffeurs, captureurs de l'I. R. O. qui ont tous participé avec dévouement et une grande conscience professionnelle à mon travail au laboratoire comme sur le terrain. Je tiens à mentionner tout particulièrement le personnel de l'équipe "cytotaxonomie" Messieurs DIALLO SOULEYMANE et OKA KOUAME, auxiliaires de laboratoire, TRAORE ABDOULAYE, LEMELE DETO et TRAORE OUSSEINI, chauffeurs, SANON SOGOSSI, BICABA JEAN CLEMENT, SANON BRUNO, BITON OUARI et SOME REMY, captureurs ainsi que DEMBELE NAZANGA et TRAORE DIEDJOUMA qui ont assuré à Bouaké la dactylographie et le tirage de divers rapports.

- Mesdames OVAZZA et SALES, Messieurs BRENGUES, CHALLIER, EYRAUD, GOUTEUX, HERVY, LAVESSIERE, PROD'HON, SELLIN,

SIMONKOVITCH, VERVENT mes collègues de la Mission O. R. S. T. O. M. auprès de l'O. C. G. E. de Bobo-Dioulasso qui, à plusieurs reprises, m'ont apporté leur aide amicale ainsi que Messieurs DEJOUX, VENARD et TROUBAT du laboratoire d'hydrobiologie de l'O. R. S. T. O. M. à Bouaké.

- Les autorités ivoiriennes et en particulier les hauts responsables du Ministère de la Santé publique et de la population qui ont toujours été particulièrement attentifs à nos problèmes ainsi que Messieurs les Préfets et Sous-Préfets, les médecins-chefs des secteurs des grandes-endémies et les médecins-chefs des hôpitaux pour l'accueil toujours aimable et sympathique qu'il nous ont réservé lors de nos tournées dans leurs régions.

- Les laboratoires de Zoologie de Rennes dont tout le personnel m'a témoigné sa sympathie. Mesdames BRIENT et HILDEVERT ainsi que mademoiselle LE PIVER m'ont rendu de nombreux services durant la frappe du manuscrit, Monsieur STEINHART a réalisé le tirage sur papier des différentes planches photographiques et a préparé les diapositives pour la soutenance.

Je dédie cette thèse à la mémoire de mon père et à ma mère qui ont tous deux consenti de lourds sacrifices pour me permettre de poursuivre mes études. Je la dédie aussi à ma femme qui a toujours supporté, avec beaucoup de compréhension, les diverses contraintes que m'imposait ce travail et a réalisé la frappe du manuscrit. Sans eux cette étude n'aurait pu être entreprise et menée à bien.

Chapitre 1

TECHNIQUES D'ÉTUDE

1. 1. ÉTUDES CHROMOSOMIQUES

Ces études concernent essentiellement les chromosomes géants présents dans les glandes séricigènes des larves. Quelques essais ont également été effectués sur les chromosomes malpighiens des nymphes et des femelles.

1.1.1. RECOLTE DU MATERIEL, FIXATION

En ce qui concerne les larves, lors des récoltes sur le terrain, elles sont plongées vivantes directement dans le fixateur (Carnoy modifié, cf. Annexe n° 1) sans dissection préalable. L'addition de chloroforme au Carnoy permet d'obtenir d'excellentes fixations des chromosomes géants. Cette méthode permet de récolter très rapidement un grand nombre de larves. Si les larves sont très nombreuses sur un support végétal (herbe, branche, feuille) il est possible de plonger directement le support et les larves dans le fixateur. Dans ce cas on doit toutefois tamponner le support et les larves sur un papier filtre avant de les plonger dans le fixateur afin d'éliminer l'eau au maximum. VAJIME (Comm. pers.) préconise d'ouvrir dorsalement les larves avant la fixation. A notre avis cette méthode, valable dans les pays nordiques, présente deux inconvénients en zone tropicale : d'une part la récolte est bien plus longue et plus difficile pour un matériel moins abondant, d'autre part la température ambiante étant très élevée le matériel risque d'être détérioré par la chaleur. Avec notre méthode les derniers mouvements musculaires suffisent à entraîner le fixateur à l'intérieur du corps de la larve et à assurer une fixation rapide des glandes séricigènes. Autre avantage, l'ouverture ventrale des larves au laboratoire sous binoculaire avant la coloration permet de préserver le corps de la larve pour une étude morphologique ultérieure.

1.1.2. COLORATION DES CHROMOSOMES ET MONTAGE

Nous avons testé quatre méthodes différentes de coloration :

- coloration de Feulgen
- coloration à l'orcéine acéto-lactique,
- coloration au violet de crésyl,
- coloration au carmin acétique.

La coloration de Feulgen donne les meilleurs résultats, ses inconvénients étant la durée (1 à 2 h.) et le besoin d'une hydrolyse préalable dans l'acide chlorhydrique à chaud (bain-marie ou étuve). La coloration à l'orcéine acéto-lactique, plus rapide (quelques minutes), donne également de bons résultats, à condition toutefois de procéder à un bain préalable dans l'acide chlorhydrique à froid. Celui-ci a pour but de ramollir la soie contenue dans les glandes séricigènes ; cette soie, durcie lors de la fixation et de la coloration, empêche en effet l'étalement des chromosomes. Les colorations au violet de crésyl et au carmin acétique ne nous ont pas donné de résultats aussi satisfaisants. A titre d'information, nous indiquons dans l'annexe n° 1 la marche à suivre pour les colorations au Feulgen et à l'orcéine acéto-lactique ainsi que la préparation des différents réactifs utilisés.

Après la coloration au Feulgen, chaque larve est placée sur une lame dans une goutte d'acide acétique à 50 % pour séparer les glandes séricigènes du reste du corps de la larve. Lors de la coloration à l'orcéine acéto-lactique, les glandes séricigènes sont séparées du corps de la larve dès le début de la coloration. Dans les deux cas le corps de la larve est placé dans de l'alcool à 70 ° en vue d'une étude morphologique ultérieure. La goutte d'acide acétique à 50 % contenant les glandes séricigènes est recouverte d'une lamelle. on procède alors à l'écrasement.

Lame et lamelle sont placées entre plusieurs couches de papier filtre lors de l'écrasement afin d'absorber l'excès d'acide acétique. Il faut également éviter tout déplacement latéral de la lamelle qui endommagerait les chromosomes.

Nous disposons dès lors d'un montage provisoire qui est suffisant lorsqu'il s'agit d'identifier des espèces déjà décrites. Il est également possible à ce stade de photographier les préparations. Pour l'établissement des cartes chromosomiques, il est cependant préférable de disposer de montages permanents. Après s'être assuré au microscope du bon éta-

lement des chromosomes, on place la lame au congélateur ou dans le freezer d'un réfrigérateur lamelle en dessous. Après 2 ou 3 heures on sort la lame et on fait sauter rapidement la lamelle à l'aide d'un scalpel. Une partie du matériel reste fixée sur la lame, l'autre sur la lamelle. On passe lame et lamelle dans trois bains successifs d'alcool absolu et toluène d'une dizaine de minutes chacun. On sort la lame du toluène et on place une goutte de Neutral (cf Annexe 1) à l'endroit où se trouve le matériel. On recouvre avec une lamelle propre. On place alors sur la lame, à côté de la lamelle une deuxième goutte de Neutral que l'on recouvre avec la lamelle sortie du toluène. Chaque lame porte donc deux lamelles, l'une recouvrant le matériel resté sur la lame, l'autre étant la lamelle ayant été utilisée lors de l'écrasement. La lame, où sont inscrites les indications identifiant le matériel, est alors placée à l'étuve pour le séchage. Nous préférons le Neutral au Baume pour le montage des lamelles, car sur une longue période il n'altère pas les colorations comme le fait le baume. De plus, le Neutral est incolore, sèche rapidement et a le même indice de réfraction que le verre.

1.1.3. OBSERVATIONS

Les chromosomes sont observés à fort grossissement (objectif 40 ou 100 à immersion) en fond clair ou en contraste de phase. Le contraste de phase donne habituellement des images plus contrastées et précises que l'observation en fond clair. Certains auteurs (DUNBAR et VAJIME, comm. pers.) utilisent un filtre vert qui, en fond clair, donne un bon contraste pour les bandes chromosomiques. En règle générale la coloration doit être légère pour l'utilisation du contraste de phase, sinon on observe un "engorgement" des bandes chromosomiques. En cas de coloration trop forte on peut recourir à l'observation en fond clair avec un filtre vert.

Le contraste de phase permet d'autre part d'obtenir de bons clichés photographiques sur lesquels les chromosomes se détachent nettement sur le fond grisâtre alors qu'en fond clair la lumière du champ microscopique atténuée beaucoup la netteté de l'image. Les agrandissements photographiques et les dessins réalisés à la chambre claire servent à l'établissement des cartes chromosomiques.

1.1.4 ETABLISSEMENT DES CARTES CHROMOSOMIQUES

Pour chaque cytotype on sélectionne des photographies où les chromosomes sont nets et bien étalés. On dé-

coupe les chromosomes et on les recolle sur papier cartonné en rectifiant au maximum les courbures afin de pouvoir comparer côte à côte les chromosomes correspondants de larves d'origines diverses.

A partir du montage photographique obtenu, on dessine ensuite sur calque les bandes chromosomiques et on précise le dessin à l'aide du microscope. On obtient ainsi une carte dessinée permettant de préciser les bandes apparaissant plus ou moins nettement sur les photographies.

Pour étudier plus précisément la succession des bandes, on divise la longueur totale des trois chromosomes en cent parties, en ayant soin toutefois que chacune d'elles soit définie par des bandes repérables. On numérote ces parties de 1 à 100 en débutant par le bras court du chromosome I et en terminant par le bras long du chromosome III. C'est ainsi que le chromosome I est numéroté de 1 à 42, le chromosome II de 43 à 72, le chromosome III de 73 à 100. Lorsque l'on compare ensuite les chromosomes de larves différentes il est plus commode de repérer et de numéroté les parties homologues afin de mettre en évidence les éventuelles inversions.

1.2. ETUDES ENZYMATIQUES

1.2.1. RECOLTE ET CONSERVATION DU MATERIEL

Les études enzymatiques ont pour but l'identification des adultes femelles du complexe *Simulium damnosum*, les études chromosomiques s'étant montrées jusqu'à présent infructueuses à cet égard. Dans ce but nous avons récolté dans les diverses zones cytotaxonomiques de Côte d'Ivoire des femelles piqueuses et des femelles d'émergence qui ont été immédiatement placées vivantes au congélateur. Ces femelles ont ensuite été utilisées pour des analyses enzymatiques.

1.2.2. TECHNIQUES D'ELECTROPHORESE (x)

La méthode d'électrophorèse sur gel d'amidon en système horizontal utilisée s'inspire de la méthode de SMITHIES (1955) à laquelle ont été apportées quelques modifications (SECOND *et al*, 1976).

(x) Ces techniques ont été utilisées au laboratoire de génétique du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé par P. TROUSLOT.

Dans un Erlenmeyer de 500 ml, 28 gr d'amidon (gel à 14 %) sont mélangés avec 200 ml de tampon gel. Le mélange est chauffé, tout en agitant, jusqu'à 80 ° C. A ce moment le mélange change d'aspect et devient translucide. Il est alors dégazé à l'aide d'une pompe à vide et versé dans un moule plastique de dimensions intérieures 23 cm X 8 cm X 0,6 cm. Une plaque de verre est appliquée dessus pour chasser l'excès d'amidon. Les gels sont refroidis trente minutes à température ambiante et une heure au réfrigérateur.

Une simolie est écrasée à l'aide d'une baguette de verre dans un godet en porcelaine contenant 10 ml de tampon tris HCl 0,1 M pH 7,1. Le broyat est imbibé sur une rondelle de papier Whatman n° 3 de 6 mm de diamètre. Cette rondelle est insérée dans le gel à 8 cm de l'une des extrémités.

Le gel est connecté aux bras d'électrodes par deux "ponts" de papier Whatman n° 3. Après électrophorèse dont la durée et le voltage varient avec le système utilisé, les gels sont coupés en deux tranches de 3 mm d'épaisseur. Les révélations enzymatiques se font sur les faces internes du gel.

1. 3. ÉTUDES MORPHOLOGIQUES

1.3.1. MICROSCOPIE OPTIQUE

1.3.1.1. Récolte et conservation du matériel

Les larves ont en général été récoltées lors des études chromosomiques. Lors des récoltes sur le terrain elles sont fixées vivantes dans du Carnoy modifié (cf. 1.1.1.) Elles sont ouvertes et colorées au Feulgen au laboratoire avant le prélèvement des glandes séricigènes servant à la détermination chromosomique. Le reste du corps de la larve est placé dans de l'alcool à 70 ° pour étude morphologique. Les oeufs ont été étudiés uniquement au microscope à balayage ; quant aux nymphes et aux adultes ils ont été récoltés dans de l'alcool à 70 ° pour les observations en microscopie optique.

1.3.1.2. Montage et observation

Les larves sorties de l'alcool à 70 ° sont placées dans une solution de Marc-André (cf. Annexe 1) à froid

durant 24 heures. Ensuite les organes internes, les muscles et le tissu adipeux sont enlevés très facilement. La capsule céphalique, la cuticule larvaire et les ébauches branchiales (pour les larves au dernier stade) sont conservées.

Les différentes pièces sont montées dans du P. V. A. (cf. Annexe 1). Chaque lame porte trois lamelles. La première porte le sclérite anal, la couronne postérieure de crochets, les papilles rectales, les ébauches branchiales déroulées. La seconde abrite la cuticule de la larve, enfin sous la troisième sont placées la capsule céphalique déroulée et les différentes pièces buccales.

En ce qui concerne les nymphes et les adultes les techniques de montage sont identiques. Pour les nymphes la première lamelle recouvre le cocon placé de profil, la seconde les boucliers thoraciques portant les branchies et la troisième la cuticule abdominale de la nymphe. Cette dernière est ouverte sur le côté et étalée afin de pouvoir observer les crochets dorsaux et ventraux. Pour les adultes, la première lamelle recouvre les antennes et les pièces buccales, la seconde les ailes et les pattes, la troisième les génitalia (l'identification morphologique des femelles sera considérée en détail au paragraphe 3.3.2. 2.1.).

Les observations se font au microscope Orthoplan de Leitz équipé d'un tube à dessin et d'un appareil photographique.

1. 3. 2. MICROSCOPIE ELECTRONIQUE

1.3.2.1. Récolte et conservation du matériel

Pour étude au microscope électronique à balayage notre matériel (oeufs, larves, nymphes et adultes) est fixé au Carnoy modifié ou au Duboscq Brasil (cf. Annexe 1) cela afin de durcir suffisamment le matériel avant la déshydratation.

1.3.2.2. Préparation du matériel

Après fixation le matériel est déshydraté par des bains d'alcool successifs puis des bains d'acétone. Les pièces bien chitinisées sont simplement séchées à l'air libre alors que les pièces plus fragiles sont séchées dans un appareil à point critique utilisant du gaz carbonique liquide sous forte pression. Cet appareil nous a permis d'obtenir en particulier des larves entières dont les tubercules dorsaux gardaient leur

aspect naturel.

Après séchage les pièces étaient collées au vernis sur une pastille métallique et métallisées à l'or dans un évaporateur sous vide type S E E 4 B

1.3.2.3. Observation

Les pastilles métalliques supportant le matériel étaient ensuite introduites dans un microscope type Jeol J.S.M. S 1 et l'observation se faisait sur l'écran cathodique. Un appareil photographique couplé au microscope permettait d'obtenir des clichés aux différents grossissements.

1. 4. ÉTUDES BIOÉCOLOGIQUES

1.4.1. BIOÉCOLOGIE LARVAIRE

1.4.1.1. Elevage des larves (x)

Le but de ce travail étant d'identifier indirectement des femelles pondeuses en élevant les pontes jusqu'à un stade larvaire identifiable cytotaxonomiquement (4 e ou 5 e stades) des méthodes simples d'élevage ont pu être utilisées (RAYBOULD *et al.*, 1978). Les femelles à identifier étaient capturées gorgées dans la nature et maintenues en survie cinq à six jours (cf. 1.5.4.). Elles étaient ensuite induites à pondre par immersion dans l'eau ou décapitation. Les oeufs obtenus étaient alors placés dans des cristallisoirs remplis d'eau où le courant était produit par des agitateurs magnétiques ou de l'air comprimé. Les larves étaient nourries de poudre végétale utilisée pour les poissons en aquarium. Des méthodes d'élevage plus sophistiquées sont nécessaires pour obtenir des adultes à partir des oeufs (GRUNEWALD, 1973 ; RAYBOULD et GRUNEWALD, 1975).

1.4.1.2. Analyse de l'eau des gîtes larvaires

Le but de ce travail était de mettre en évidence des relations éventuelles entre les caractéristiques physico-chimiques de l'eau d'un gîte larvaire et la présence de telle ou telle espèce du complexe *S. damnosum*.

(x) Cette partie de notre travail a été menée en collaboration avec :

- J. M. RAYBOULD en ce qui concerne l'identification des larves d'élevage.
- M. GOUZY pour les analyses de l'eau des gîtes larvaires.

Vingt facteurs ont été mesurés dans l'eau des prélèvements ; ce sont : la température de l'eau, le pH, la résistivité (conductivité = 10^6 /résistivité), le gaz carbonique libre, les carbonates, les chlorures, les sulfates, les phosphates, le calcium, le magnésium, le potassium, le sodium, la silice dissoute, le fer total, l'alumine, l'azote total, nitrique et ammoniacal, l'oxygène dissous, et l'oxygène consommé par la matière organique.

La température et le pH de l'eau ont été mesurés lors du prélèvement. Le pH mètre utilisé était un pH-mètre transistorisé portatif E 488 de marque METROHM. Les autres facteurs ont été analysés aux laboratoires communs d'analyse du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé. Pour ce faire les prélèvements d'eau ont été immédiatement placés en glacière sur le terrain puis au réfrigérateur dès leur arrivée à Adiopodoumé.

Pour chaque élément dosé sont indiqués ci-dessous, le principe de méthode, l'appareil de mesure utilisé, la précision maximale et la répétabilité (chaque fois que nous le pouvons nous indiquons l'écart-type observé sur un minimum de sept mesures du même échantillon, opérées à des jours différents).

- Résistivité :

Principe : mesure de la conductivité d'un cube d'eau d'un centimètre d'arête. Le calcul fait intervenir une correction de température. Appareil : Pont de mesure PHILIPS GM 4249. Précision : 1,5 % au milieu de l'échelle de lecture, croissant jusqu'à 3 % vers les deux extrémités. Répétabilité : 12 mesures d'une même eau, échelonnées sur une période de quatre mois, ont donné, pour une résistivité de 3655 ohms un écart type de 183 ohms, soit 5 %.

- Cl^- :

Principe : par formation du complexe mercurichlorure, l'ion SCN^- du type thiocyanate mercurique est déplacé et dosé par colorimétrie du thiocyanate ferrique formé avec Fe^{+++} . Appareil : auto-analyseur TECHNICON. Colorimétrie à 480 nm (nanomètre). Précision : 0,25 mg/l de Cl pour les teneurs inférieures à 50 mg/l. Répétabilité : 12 mesures espacées sur 6 mois ont donné un écart type de 1,5 mg/l sur une teneur moyenne de 16,5 mg/l soit 9 %.

- SO_4^{--}

Principe : turbidimétrie de SO_4 Ba fraîchement précipité et

maintenu en suspension par addition d'un produit tensio-actif (tween-20). Appareil : spectrophotomètre JEAN et CONSTANT. Mesure effectuée à 650 nm. Précision : 0,5 mg/l pour les teneurs inférieures à 10 mg/l.

- PO_4^{---} :

Principe : formation d'un complexe phosphomolybdique qui est réduit à chaud (85 °) par l'acide ascorbique. Colorimétrie du "bleu de molybdène". L'échantillon est acidifié et additionné d'acide citrique pour éviter l'interférence de Si^{----} . Appareil : auto-analyseur TECHNICON. Colorimétrie à 660 nm. Précision : 0,1 mg/l de PO_4^{---} sur les teneurs inférieures à 10 mg/l.

- CO_3H^- et CO_3^{--}

Principe : titrage potentiométrique par SO_4H_2 N/50. Enregistrement de la courbe de titrage. Appareil : Potentiographe METROHM E 436. Précision : 0,6 mg/l. Répétabilité : écart type : 0,62 mg/l sur une teneur moyenne de 53 mg/l soit 1,13 %.

- CO_2 libre

Principe : neutralisation du CO_2 libre par une solution alcaline titrée et dosage de l'excès par SO_4H_2 N/50. Enregistrement de la courbe de titrage. (Norme AFNOR T-90-011). Appareil : potentiographe METROHM E 436. Précision : 0,2 mg/l.

- Ca^{++}

Principe : spectrométrie d'absorption atomique après avoir masqué les interférences possibles par La^{+++} (Lanthane). Enregistrement des pics et report à une courbe étalon établie simultanément. Appareil : Photomètre d'absorption atomique EVANS EEL 140. Longueur d'onde utilisée : 423 nm. Précision : 0,1 mg/l pour les teneurs inférieures à 10 mg/l.

- Mg^{++}

Principe : le même que pour Ca^{++} . Appareil : le même que pour Ca^{++} . Longueur d'onde : 285 nm. Précision : 0,2 mg/l pour les teneurs inférieures à 10 mg/l.

- Na^+

Principe : Photométrie de flamme (butane-air comprimé). Enregistrement des pics et report à une courbe étalon établie simultanément. Appareil : photomètre de flamme EPPENDORF. Longueur d'onde utilisée 589 nm. Précision : 0,02 mg/l pour les teneurs inférieures à 10 mg/l.

- K^+

Principe : le même que pour Na^+ . Appareil : le même que pour Na^+ .
Longueur d'onde : 767 nm. Précision : 0,05 mg/l pour une teneur inférieure à 10 mg/l.

- SiO_2

Principe : formation d'un complexe silico- molybdique, puis réduction par l'acide 1 amino, 2 naphtol, 4 sulfonique (A.N.S.) en présence d'acide sulfureux. Colorimétrie du "bleu de molybdène" formé. L'interférence du phosphore est masquée par addition d'acide oxalique. Appareil : auto-analyseur TECHNICON. Colorimétrie à 660 nm. Précision : 0,5 mg/l pour les teneurs inférieures à 35 mg/l.

- Fe_2O_3

Principe : après réduction du fer par le chlorhydrate d'hydraxylanine, colorimétrie du complexe que donne Fe^{++} avec l'orthophé-
nantroline. Appareil : auto-analyseur TECHNICON. Colorimétrie à 480 nm. Précision : 0,02 mg/l pour les teneurs inférieures à 5 mg/l.

- Al_2O_3

Principe : Colorimétrie du composé rouge-violet que donne l'aluminium avec l'ériochrome-cyanine. Le fer réduit par l'acide ascorbique ne gêne pas. On opère en milieu tamponné à pH 6,3. Appareil : auto-analyseur TECHNICON. Colorimétrie à 535 nm. Précision : 0,2 mg/l pour les teneurs inférieures à 5 mg/l.

- N total :

Principe : après réduction des nitrates par le mélange acide sulfo-phéniqué-zinc, minéralisation de KJELDAHL transformant tout l'azote en ammoniacque. Ensuite réaction de BERTHELOT : en milieu alcalin et en présence d'hypochlorite, formation de bleu d'indophénol, dont on effectue la colorimétrie. Appareil : rampes de minéralisation classique et réaction effectuée sur auto-analyseur TECHNICON. Colorimétrie à 625 nm. Précision : 0,1 mg/l pour les teneurs inférieures à 50 mg/l.

- N Nitreux et Nitrique

Principe : NO_2^- étant particulièrement instable nous dosons l'ensemble $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$: réduction des nitrates par le sulfate d'hydrazine, en présence de sulfate de cuivre comme catalyseur, en milieu de pH 9,5 (tampon phénate de soude) et à 70 °. Après destruction de l'excès d'hydrazine par l'acétone, on réalise la coloration de GRIESS avec l'acide sulfanilique et l' α -naphtylamie. Appareil : auto-analyseur TECHNICON. Colorimétrie à

535 nm. Précision : 0,5 mg/l pour les teneurs inférieures à 10 mg/l.

- N Ammoniacal

Principe : après défécation : traitement alcalin flocculant les éléments en suspension ou pseudo-solution et libérant les ions NH_3^- , colorimétrie au bleu d'indophénol obtenu par la réaction de BERTHELOT. En raison des très faibles quantités en jeu, l'air de segmentation de l'auto-analyseur est purifié par barbotage dans SO_4H_2 environ N. Appareil : auto-analyseur TECHNICON. Colorimétrie à 625 nm. Précision : 0,1 mg/l pour les teneurs inférieures à 2 mg/l de N.

- Oxygène consommé par la matière organique

Principe : chauffage à 95 ° de l'échantillon acidifié et additionné de permanganate de potassium. Après refroidissement, colorimétrie de l'excès de permanganate. Etalonnage effectué avec des solutions extemporanées d'acide oxalique. Appareil : auto-analyseur TECHNICON. Colorimétrie à 535 nm. Précision : 0,4 mg/l pour les teneurs inférieures à 30 mg/l. Répétabilité : écart-type 1,0 mg/l sur une teneur moyenne de 20 mg/l soit 5 %.

- Oxygène dissous :

Principe : méthode de WINKLER, oxydation de l'hydrate manganéux (fraîchement formé) par l'oxygène dissous. L'acidification en présence d'iode de potassium aboutit à un déplacement d'iode qui est dosé par une solution titrée d'hyposulfite de sodium. L'interférence de Fe^{++} est éliminée par complexion au fluorure de sodium. Appareil : toutes les opérations sont manuelles. Précision : 0,15 cm³ d'oxygène dissous par litre.

La salinité en milligrammes par litre a été calculée à partir de la résistivité.

1.4.2. BIOECOLOGIE DES FEMELLES

1.4.2.1. Capture des femelles

1.4.2.1.1. Sur appât humain

La technique de capture sur appât humain ayant été longuement décrite et discutée par LE BERRE (1966) et PHILIPPON (1977) nous en rappellerons simplement ici les principales caractéristiques.

Les captures se font sur appât humain de 7 heures à 18 heures si possible dans un endroit ombragé à l'abri du vent. Le captureur assis, jambes dénudées, récolte les simu-

lies, avant qu'elles ne le piquent, dans des tubes à hémolyse. A chaque heure il marque sur une fiche de capture journalière le nombre de femelles capturées durant l'heure précédente 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. Les tubes contenant les simulies capturées sont placés dans du coton humide et dans un endroit frais (au besoin dans une glacière). A la fin de la journée les simulies sont rapportées au laboratoire pour dissection ; lors des enquêtes sur le terrain elles sont évidemment disséquées au fur et à mesure des captures.

1.4.2.1.2. *Sur appât animal*

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). Dans le cas d'animaux de taille plus importante, âne ou bovin, plusieurs captureurs récoltent directement les simulies venant piquer.

1.4.2.1.3. *Piégeage*

Il existe enfin de nombreuses méthodes de piégeage permettant de capturer un nombre parfois important de simulies (BELLEC, 1974). La plus efficace de ces méthodes est actuellement une simple plaque d'aluminium enduite de glu (BELLEC, 1977).

1.4.2.2. *Dissection des femelles, détermination de l'âge physiologique*

Les femelles fraîchement capturées sont disséquées dans de l'eau physiologique sous loupe binoculaire. Pour la détermination de l'âge physiologique il suffit de tirer sur la partie postérieure de l'abdomen. Celle-ci se sépare du reste du corps en entraînant les ovaires, le tube digestif, les tubes de Malpighi et le corps gras abdominal. LE BERRE (1966) estime avec raison que seul l'examen des reliques folliculaires permet avec certitude de séparer les femelles pares et les femelles nulipares, sans toutefois pouvoir connaître le nombre de cycles gonotrophiques effectués. PHILIPPON (1977) pour sa part estime à la suite de MARR (1962) OVAZZA *et al* (1965 a) DUKE (1968 a), HAUSERMANN (1969) et GARMS (comm. pers.) que l'absence ou la pré-

sence et surtout l'aspect du corps gras abdominal permettent de séparer les femelles pares et les nullipares. Il note également que l'aspect des tubes de Malpighi n'est vraiment caractéristique que chez les femelles très âgées. Pour notre part nous avons tenu compte lors de nos dissections à la fois de l'aspect des ovaires et du corps gras abdominal et accessoirement de l'aspect des tubes de Malpighi.

1. 5. ÉTUDES ÉPIDÉMIOLOGIQUES

1.5.1. CHOIX DES POINTS DE CAPTURE

Lors de notre paragraphe sur la capture des femelles (cf. 1.4.2.1.) nous n'avons pas abordé le problème du choix des points de capture. En effet ce choix, s'il est dépendant en partie des caractéristiques bioécologiques des espèces concernées, dépend surtout de critères épidémiologiques. Les deux plus importants de ces critères sont le contact homme-vecteur et l'endémicité onchocerquienne de la population locale.

Lorsqu'il s'agit uniquement de définir le cycle d'agressivité d'une population simulidienne, son âge physiologique et sa densité, la sélection d'un point de capture est habituellement relativement aisée. On choisit en général un lieu de passage au bord du cours d'eau (pont, radier, lavoir, bac) et on place le ou les captureurs à quelques dizaines de mètres du lieu fréquenté par la population locale afin d'éviter la "dilution" des femelles et le manque d'attention des captureurs (LE BERRE, 1966).

Si on souhaite de plus étudier le parasitisme naturel des populations simulidiennes par *O. volvulus* il faut alors prendre des précautions particulières. Le site choisi doit se trouver à faible distance d'un village (quelques centaines de mètres) afin qu'un contact permanent homme-vecteur soit établi. Le gîte préimaginal fournissant la population simulidienne locale doit être productif toute l'année afin de connaître les variations de la transmission onchocerquienne aux différentes saisons. Le taux de l'endémicité onchocerquienne dans la population humaine doit être suffisamment élevé afin d'avoir un parasitisme naturel de la population simulidienne facilement décelable et relativement constant.

Si on désire enfin étudier les caractéristiques vectrices des diverses espèces du complexe *S. damnosum* le choix se complique encore. Il devient alors nécessaire de choisir des

points de capture répartis dans les différentes zones cytotaxonomiques peuplées par les diverses espèces. Il faut éviter lorsque cela est possible les zones de chevauchement dans le temps et surtout dans l'espace ; dans le temps, car nous verrons lors de notre étude de la répartition géographique des gîtes larvaires des diverses espèces (cf. 4.1.2.1.) qu'il existe d'importantes variations saisonnières de cette répartition, dans l'espace, car nous verrons également qu'en zone de forêt les espèces établies sur les grandes rivières et sur les affluents sont très différentes du point de vue épidémiologique. L'identification morphologique des femelles permet bien sûr dans la majorité des cas de résoudre ces problèmes. Cependant si cela est possible il est toujours souhaitable de travailler dans des zones aussi "pures" que possible du point de vue cytotaxonomique. Comme nous le verrons ensuite (cf. 5.2.3.) on connaît encore très peu de choses sur les différentes souches d'onchocerques et il est certain qu'un mélange de plusieurs souches dans une population humaine ou simulidienne est une source d'erreur non négligeable dans l'interprétation des résultats épidémiologiques.

1. 5. 2. OBSERVATION DU PARASITISME NATUREL PAR *O. volvulus*.

Pour observer le parasitisme naturel des populations simulidiennes par *O. volvulus* il est nécessaire de disséquer complètement les femelles paires. Dans un premier temps on procède comme nous l'avons décrit précédemment (cf. 1.4.2.2.) ce qui permet de séparer les femelles paires et les nullipares. Pour les femelles paires, il convient alors de séparer l'abdomen, le thorax et la tête chaque partie étant alors dilacérée finement avec des aiguilles montées (LEWIS, 1957). La recherche et le comptage des divers stades d'*O. volvulus* (ou éventuellement d'autres filaires d'origine animale) permet de classer les simulies disséquées en femelles non parasitées, en femelles infectées (renfermant des larves d'*O. volvulus* (x) aux stades I, II et III intramusculaires) et en femelles infectieuses qui renferment

(x) Nous utiliserons tout au long de cette étude "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.

des larves infectantes d'*O. volvulus* (larves au stade III libres dans l'hémocèle de toutes les parties du corps) contrairement à certains auteurs qui ne tiennent compte que des seuls stades III libres dans l'hémocèle céphalique (GARMS, 1973 ; WALSH *et al*, 1977).

Tous ces résultats sont notés sur des fiches de dissection à la suite des observations sur l'âge physiologique. Sur les fiches de dissection sont également reportés divers renseignements concernant la présence ou l'absence de sang frais ou résiduel dans l'estomac, la présence éventuelle d'oeufs résiduels ou de jus sucré dans le jabot et enfin la présence de parasites éventuels autres qu'*O. volvulus* (filaires animales, mermithidae, champignons etc...)

1. 5. 3. CAPTURE DE FEMELLES GORGEES SUR ONCHOCERQUIENS

Lors de notre étude des transmissions "croisées" entre souche d'onchocerque et espèces vectrices de même origine ou d'origines différentes nous avons été amenés à capturer des femelles "sauvages" gorgées sur des onchocerquiens originaires de différentes zones cytotaxonomiques.

Pour ce faire, les onchocerquiens dont la charge microfilarienne a été évaluée, sont assis jambes dénudées comme les captureurs ordinaires, ils disposent de tubes de plastique transparent percés de quelques petits trous d'aération. Ces tubes ont environ 2 centimètres de diamètre et 4 cm de hauteur. Ils possèdent un bouchon de plastique percé d'un orifice d'environ 5 mm de diamètre permettant l'introduction d'un tampon de coton hydrophile qui sera utilisé ensuite comme support du jus sucré. Les onchocerquiens laissent la femelle de similie entamer son repas de sang. A l'issue de son repas, la femelle s'envole jusqu'au fond du tube. Un aide introduit alors dans le tube un morceau de papier cartonné indiquant le jour et l'heure de la capture et rebouche le tube. Au fur et à mesure des captures les tubes sont placés sur de grands plateaux de bois contenant de nombreuses alvéoles ; les tubes sont alors recouverts d'une couche de coton humide évitant la déshydratation des femelles.

1. 5. 4. MAINTIEN EN SURVIE DES FEMELLES GORGEES

A l'issue de chaque journée de capture les femelles sont rangées dans les plateaux de bois décrits précé-

demment en tenant compte du captureur et du jour de capture. Le tampon de coton de chaque tube est imbibé matin et soir d'une solution de saccharose à 10 %. La mortalité des femelles est contrôlée périodiquement. Sur le terrain les fourmis attirées par le jus sucré sont une cause de mortalité importante. Pour éviter cela on place les plateaux sur des supports (tables ou tréteaux) dont les pieds sont placés dans des cuvettes ou des boîtes contenant de l'eau. Des fiches de survie où sont indiquées les femelles mortes ou les femelles tuées pour le besoin des dissection sont tenues à jour.

1. 5. 5. DISSECTION DES FEMELLES AUX DIFFÉRENTES PERIODES DU CYCLE PARASITAIRE

Lors de notre étude des transmissions "croisées" nous avons choisi, compte tenu des résultats obtenus par PHILIPPON et BAIN (1969) et PHILIPPON (1977) de disséquer les femelles soit 6 à 8 h après le repas sanguin afin de connaître le nombre total de microfilaires ingérées, soit 18 à 24 h après le repas sanguin afin de savoir combien de microfilaires ont franchi la membrane péritrophique soit enfin 3,4,5,6 ou 7 jours après le repas de sang afin de savoir combien de microfilaires ont pu atteindre les stades I,II ou III. Dans chacun de ces trois cas la technique de dissection et de comptage diffère légèrement.

Lors de la dissection des femelles 6 à 8 heures après le repas de sang, il est nécessaire de séparer la masse sanguine entourée de la membrane péritrophique du reste de l'abdomen. Les microfilaires sont comptées séparément dans la tête, le thorax, l'abdomen et le repas de sang.

Pour les femelles disséquées 18 à 24 h après le repas de sang on compte les microfilaires présentes dans la tête, le thorax et l'abdomen après avoir enlevé l'estomac. Pour les microfilaires situées dans le thorax on distingue deux groupes lors du comptage, d'une part les microfilaires normales qui n'ont pas encore commencé leur évolution et d'autre part les microfilaires épaissies moins mobiles et plus granuleuses que les autres et qui déjà ont débuté leur évolution vers la forme "saucisse".

Aux 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème}, 6^{ème} et 7^{ème} jours on dissèque les femelles de la même façon que les femelles pares non gorgées capturées dans la nature c'est-à-dire que l'on dénombre les différents stades d'*O. volvulus* présents dans l'abdomen, le thorax et la tête.

Pour le comptage des microfilaires chez les femelles 6 à 8 h et 18 à 24 h après le repas de sang on utilise le microscope qui permet un comptage plus facile et plus précis. Ensuite les comptages se font directement à la loupe binoculaire.

Lors des différentes séries de dissections de femelles, les antennes, les maxilles et parfois les ailes étaient montées afin de pouvoir identifier chaque femelle disséquée au niveau de l'espèce (cf. 3.3.2.2.1.).

Chapitre 2

PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

2. 1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA CÔTE D'IVOIRE^(x)

Bien que du matériel pour nos études chromosomiques et morphologiques ait été récolté dans divers pays d'Afrique de l'Ouest (Bénin, Ghana, Haute-Volta, Mali, Niger, Togo) et que certaines enquêtes de bioécologie aient été effectuées au Mali et en Haute-Volta, l'essentiel de notre travail a cependant été réalisé en Côte d'Ivoire.

Les divers aspects de notre étude nous ont amené à travailler dans toutes les régions de Côte d'Ivoire. Le nombre et la variété des sites choisis (une trentaine pour la bioécologie et l'épidémiologie, une soixantaine pour les analyses d'eau, une centaine pour les identifications chromosomiques) ne nous permettent pas une présentation détaillée de chacun d'entre eux. Il nous paraît préférable de présenter brièvement la Côte d'Ivoire en général pour y situer ensuite à l'occasion des divers chapitres les gîtes étudiés.

2. 1. 1. SITUATION ET RELIEF

S'inscrivant approximativement dans un carré dont les côtés de 600 kilomètres de long seraient les parallèles

(x) Nous avons consulté pour l'élaboration de ce chapitre les ouvrages suivants :

- "Le milieu naturel de Côte d'Ivoire" Mémoires O.R.S.T.O.M. N° 50, 1971
- "Atlas de la Côte d'Ivoire" Ministère du Plan, Université d'Abidjan, O.R.S.T.O.M., 1971
- "Géographie de la Côte d'Ivoire" par R.L. GREFFIER et J.C. CLEMENT, HATIER, Collection journaux, 1970.

4° 30' et 10° 30' de latitude nord et les méridiens 2° 30' et 8° 30' de longitude ouest, la Côte d'Ivoire couvre 322.000 Km². Elle appartient au vaste ensemble géographique de l'Afrique de l'Ouest, limitée au sud par une partie du golfe de Guinée. Elle est bordée à l'ouest par le Libéria et la Guinée, au nord par le Mali et la Haute Volta, à l'est par le Ghana (cf. fig. 17).

La Côte d'Ivoire présente un relief assez monotone. Elle est constituée de plaines au sud, de plateaux au nord et de massifs montagneux à l'ouest. L'érosion et la décomposition des roches l'ont amenée à l'état de vieille pénéplaine où les seuls reliefs sont constitués par les roches les plus résistantes, charnockite, quartzites et les roches métamorphiques.

Le compartiment montagneux qui correspond à ce que les géographes humains appellent l'"ouest" de la Côte d'Ivoire comporte les reliefs les plus rigoureux de ce pays :

- d'une part le massif de Nimba et sa bordure, qui marquent la frontière entre le Libéria, la Guinée et la Côte d'Ivoire et culminent à 1750 m.
- d'autre part le grand ensemble du Massif de Man dont certains sommets s'élèvent au-dessus de 1.000 m et qui forme un arc de cercle de près de 120 Km.

A partir de ces massifs s'étend une surface de plateaux ou de glacis qui s'abaisse progressivement vers le sud depuis l'altitude de 500 m jusque vers 200 m et qui se raccorde insensiblement au domaine des glacis méridionaux.

Tout le nord du pays est constitué de plateaux dont les altitudes se situent entre 300 et 500 m. Des reliefs individualisés émergent de ces vastes surfaces aplanies à substratum granitique à l'ouest et schisteux à l'est. Ces reliefs sont des buttes ou collines moulées sur des venues doléritiques dans la région d'Odienné, des dômes cristallins au nord de Séguéla et dans la région de Korhogo, ou encore des barres de roches vertes dans la région nord-est.

Dans le centre le trait principal du relief est un abaissement en direction de la mer. Les surfaces restent à peu près tabulaires mais les interfluves s'effiloquent et les collines et vallonnements deviennent plus fréquents au fur et à mesure que l'on va vers le sud. Ces surfaces subhorizontales sont encore dominées par des buttes ou reliefs résiduels tout comme les plateaux du nord, mais ces buttes perdent de leur ampleur. La limite méridionale de cet ensemble correspond environ à la courbe de niveau des 200 mètres

Plus au sud on atteint une zone caractérisée

par la faible importance des volumes et la présence des eaux stagnantes. C'est un pays de vallonnements où les interfluves sont caractérisés par des plateaux mal élaborés s'élevant entre 150 et 120 m et par des plaines dont le caractère de grande monotonie est encore accentué par le couvert forestier. Les rares dômes cristallins ou buttes cuirassées ne sont que des exceptions dans ce paysage largement ondulé. Partout l'eau est présente mais semble avoir des difficultés à se frayer un chemin, se rassemblant souvent en zones marécageuses.

A l'ouest du pays la Côte est essentiellement rocheuse, le socle en majeure partie granitique parvenant jusqu'au littoral. Au centre et à l'est une nappe de sédiments tertiaires argilo-sableux recouvre le sol schisteux. Un cordon littoral constitué de sédiments quaternaires isole les systèmes lagunaires de l'océan.

2. 1. 2. CLIMAT

La Côte d'Ivoire appartient au domaine des climats chauds de la zone intertropicale. Les moyennes journalières de température calculées sur toute l'année sont voisines de 25 ° C. Le régime pluviométrique est lié aux déplacements du front intertropical de mousson (F.I.T.) qui est la ligne de démarcation entre l'air sec et chaud de l'harmattan (ou alizé de l'hémisphère boréal, d'origine continentale et de secteur nord-est) et l'air humide et relativement frais de la mousson (ou alizé de l'hémisphère austral, d'origine océanique et de secteur sud-ouest). On peut distinguer schématiquement cinq zones climatiques se déplaçant parallèlement au F. I. T. (ELDIN, 1971).

La première zone située au nord du F. I. T. est caractérisée par un air sec et chaud le jour mais froid la nuit durant la grande saison sèche qui correspond à la période de l'harmattan. C'est ainsi qu'au mois de janvier à Ferkéssédougou au nord de la Côte d'Ivoire on note des températures moyennes mensuelles de 35 ° C le jour et 16 ° C la nuit.

La seconde zone située au sud du F. I. T. large de 300 à 350 kilomètres, est une zone de stabilité atmosphérique avec beau temps, bonne visibilité, brouillards matinaux ; elle correspond au début et à la fin de la grande saison sèche.

La troisième zone de 450 à 550 kilomètres de large située plus au sud est caractérisée par des averses orageuses, des tornades et des coups de vent ; elle annonce l'ar-

rivée de la grande et de la petite saison des pluies.

La quatrième zone encore plus méridionale est large de 450 à 550 Kilomètres. Elle est chargée d'une forte humidité et provoque des pluies très abondantes ; elle correspond aux saisons des pluies (grande et petite). C'est ainsi qu'au mois de juin dans le sud de la Côte d'Ivoire (Abidjan) la pluviométrie est supérieure à 400 mm. Les moyennes mensuelles de température sont de 29 ° C le jour et de 23 ° la nuit.

La cinquième et dernière zone enfin, qui n'atteint jamais le nord de la Côte d'Ivoire, est caractérisée par un ciel gris mais des pluies rares ; elle correspond à la petite saison sèche.

Les déplacements sud-nord, puis nord-sud de ces zones durant l'année provoquent également une zonation nord-sud des différentes régions climatiques. On passe insensiblement d'un régime équatorial de quatre saisons au sud (grande saison sèche de décembre à mars, grande saison des pluies d'avril à juillet, petite saison sèche en août et septembre, petite saison des pluies en octobre et novembre) à un régime tropical de deux saisons au nord (saison des pluies de juin à octobre, saison sèche de novembre à mai). Notons aussi que la présence de divers massifs montagneux à l'ouest (cf. 2.1.1.) provoque une augmentation nette de la pluviométrie dans ces régions. Sur les cartes de répartition géographique des divers membres du complexe *S. damnosum* en Côte d'Ivoire (cf. fig. 17 et 18) nous avons dessiné à titre indicatif les isohyètes annuelles 1200, 1300, 1500 et 1600 mm.

2. 1. 3. VEGETATION

Schématiquement, deux grands types de paysages végétaux se partagent le pays : la forêt dense et la savane. Alors que la première constitue un ensemble relativement homogène, la seconde se présente sous des aspects variés, allant de la savane préforestière à la savane herbeuse en passant par les forêts claires, ce qui rend difficile toute délimitation précise.

La forêt dense s'étend sur tout le sud du pays, de la région de Man à celle de Bondoukou, en dessinant une profonde échancre en V dans le pays Baoulé le long du Bandama et du N'Zi.

La savane "guinéenne" est une savane arborée avec forêts-galeries, elle remonte jusqu'au niveau de Touba et de Katiola. Enfin les savanes "sub-soudanaise" et "soudanaise" formées de savanes herbeuses et de forêts claires s'étendent sur tout le

nord de la Côte d'Ivoire.

Si l'on observe plus précisément les peuplements végétaux et leur dynamique (GUILLAUMET *et al.*, 1971) on peut distinguer en Côte d'Ivoire deux domaines végétaux réunissant six secteurs, ce sont :

- Le domaine guinéen comprenant :
 - le secteur ombrophile
 - le secteur mésophile
 - le secteur littoral
 - le secteur montagnard
- le domaine soudanais comprenant :
 - le secteur subsoudanais
 - le secteur soudanais.

Le climax dominant du secteur ombrophile est la forme sempervirente de la forêt dense humide, c'est-à-dire que la défeuillaison n'en affecte jamais l'ensemble. Le secteur mésophile est caractérisé par la forêt dense semi-décidue avec chute quasi simultanée des feuilles des grands arbres. Une grande partie du secteur mésophile est cependant occupé par les savanes guinéennes. Ces savanes sont des étendues de hautes herbes parsemées d'arbres et de rôniers, elles sont parcourues de nombreuses forêts-galeries et contiennent des flots reliques de forêts denses ; sans brûlis, elles évoluent en forêts denses semi-décidues (ADJANOHOON, 1964). Le secteur littoral bien que très restreint présente une grande complexité dans les groupements végétaux. Il n'y a pas de climax prédominant mais une mosaïque de groupements édaphiques. Le secteur montagnard lui aussi très restreint en Côte d'Ivoire a pour climax dominant la forêt dense humide de montagne. Le domaine soudanais est le domaine des forêts claires et des savanes qui en dérivent. La limite entre domaine guinéen et domaine soudanais est parfois difficile à établir. Au nord de cette limite, toute savane intégralement protégée devient une forêt claire typique ; au sud de cette limite, toute savane protégée de la même façon devient une forêt dense de type semi-décidu. Cette limite est une limite climatique (MANGENOT, 1951). La limite entre le secteur sub-soudanais et soudanais est également peu tranchée. Elle se caractérise essentiellement par la limite sud de certaines espèces strictement soudaniennes. Le secteur sub-soudanais est également caractérisé, outre sa flore plus pauvre que le second, par la forêt dense sèche qui existe à l'état de flots parsemés çà et là dans l'ensemble de l'aire couverte par les forêts claires.

2. 1. 4. HYDROGRAPHIE

Du fait de sa situation dans la zone humide, la Côte d'Ivoire possède un important réseau de rivières permanentes. Les grands fleuves restent modestes tant par leur longueur qui ne dépasse pas 1.000 Km, que par leur débit et l'étendue de leur bassin. Le réseau hydrographique de Côte d'Ivoire comprend quatre bassins principaux orientés nord-sud, le Cavally, leassandra, le Bandama, la Comoé. Il comprend aussi de petits fleuves côtiers, le Tabou, le San Pedro, le Niouniourou, le Boubo, l'Agnely, la Mé et la Bia et au nord des affluents du Niger, le Baoulé, la Bagoé et le Ganhala (ou Sankarani).

Le Cavally prend sa source en Guinée, au nord du Mont Nimba, à une altitude voisine de 600 m. Long de 700 km, son lit sert de frontière entre le Libéria et la Côte d'Ivoire dans son cours moyen et son cours inférieur. Le bassin versant a une superficie de 28.800 Km² à Taté, station hydrométrique située à 60 km de l'embouchure. A la source le Cavally se nomme Djougou, il reçoit en rive gauche le Dire. Jusqu'à Toulepleu il ne reçoit que de très petits affluents. Avant la zone des rapides de Taï, le Cavally reçoit en rive gauche le Doui, le Goin, le Doué, le Débê et en rive droite le Dren. A Taï il reçoit le N'Zé et une zone de rapides commence qui s'étend jusqu'à Grabo. Le Hana et le Neka viennent grossir le Cavally en rive gauche et le Douobé, le Gbeh et le Gi en rive droite. La pente moyenne est de 0,85 m par km. 16 % du bassin se trouvent au-dessus de 400 m, 27 % au-dessus de 300 m, plus de 50 % au-dessus de 200 m. Le Cavally subit fortement les influences du climat montagnard qui lui confèrent un régime irrégulier et torrentiel. La période des basses eaux dure de décembre à juin.

Leassandra prend sa source dans la région de Beyla en Guinée, sous le nom de Féroudougouba. Son bassin couvre une superficie d'à peu près 75.000 Km². A Soubré, le bassin versant est de 62.000 Km². Long de 650 Km, leassandra reçoit deux affluents importants en rive droite : le Bafing et le N'Zo. Le premier affluent reçu en rive gauche est le Boa dans lequel se jettent le Tiemba et le Sien. Après ce confluent la pente est faible, sans rapides. En rive droite, se jette le Bafing. Après ce confluent, le lit duassandra est parsemé d'îlots et présente de nombreuses méandres. Après Guessabo, leassandra reçoit, en rive droite, le N'Zo. Des rapides coupent le lit duassandra qui reçoit ensuite en rive gauche le Lobo. Enfin, vers Soubré, avec les chutes Naoua commence une série de

rapides qui s'étendent jusqu'au Davo, dernier affluent en rive gauche. La pente moyenne est de 0,50 m par Km. Deux secteurs de fortes pentes se situent l'un dans le cours supérieur, l'autre en aval de Soubré. Le Sassandra est en crue au mois de septembre (1075 m³/s en moyenne en septembre à Guessabo) et en étiage au mois de mars (49 m³/s en moyenne en mars à Guessabo). Les affluents montagnards rendent son régime irrégulier.

Le Bandama est formé du Bandama blanc et du Bandama rouge ou Marahoué. Ils prennent tous deux leur source dans la région de Boundiali. Le Bandama a une longueur de 1.050 Km. Son bassin versant total est de 97.000 Km² environ, dont 24.300 pour la Marahoué et 35.500 pour le N'Zi coulant d'abord d'ouest en est pendant près de 200 Km, le Bandama prend la direction nord-sud au niveau de Korhogo. Son lit comporte alors beaucoup de méandres. Les affluents sont jusque-là, le Solomougou et le Bou, en rive droite, le Badénou et le Lokopho en rive gauche. A Kossou où la vallée du Bandama se resserre notablement a été construit un important barrage hydro-électrique dont la retenue atteint Marabadiassa. Peu après Kossou, le Bandama reçoit en rive droite la Marahoué, longue de 550 Km. Ensuite, sa direction s'infléchit vers le sud-est jusqu'au N'Zi, affluent de la rive gauche, long de 725 Km. Il faut noter aussi le Kan et le Téné en rive droite, et les deux Kan en rive gauche. Le profil en long révèle une pente relativement forte entre Kossou et Brimbo (0,80 m par Km). La pente moyenne n'est que de 0,40 m par Km. La période des crues, assez tardive, atteint son maximum en septembre-octobre avec quelques petites crues en juin-juillet. C'est un fleuve très irrégulier d'une année sur l'autre. Avant la construction du barrage de Kossou qui a régularisé le régime, le débit moyen mensuel était de 1.400 m³/s en octobre à Tiassalé et de 24 m³/s en mars.

La Comoé prend sa source dans la région de Banfora (Haute-Volta). Avec un cours de 1.160 Km, c'est le plus long fleuve de Côte d'Ivoire. Son lit draine un bassin versant de 78.000 Km² environ. Il coule dans une direction nord-sud et ne comporte aucun affluent important. Pour mémoire, on peut citer, en rive gauche, le Diore, le Ba, le Béki et le Manzan et en rive droite le Kassa. De la source à Sérébou, le lit de la Comoé est coupé par quelques seuils rocheux qui donnent des rapides peu importants. En descendant de Sérébou à Bettie, on rencontre de petits rapides apparents aux basses eaux et noyés aux hautes eaux. Une seule dénivellation est intéressante, les rapides entre Attakro et Aniassué, qui donnent quelques mètres de chute.

A part une forte pente à la source, la pente moyenne est faible, 0,25 m par Km. Le régime de la Comoé est très voisin de celui du Bandama. L'étiage est très bas. A Aniassué le débit moyen mensuel en septembre est de 986 m³/s il est de 11,7 m³/s en mars.

Les fleuves côtiers prennent leur source dans la zone forestière. Les plus importants sont le Boubo, l'Agnéby, la Mé et la Bia. Le Boubo fait 130 Km de long, son bassin versant est de l'ordre de 5.100 Km². Sa pente est irrégulière, dans les 26 premiers kilomètres elle atteint 3 m par Km. L'Agneby a un lit de 200 Km et un bassin versant de 8.900 Km². Sa pente moyenne est de 1,25 m par Km. La Mé a une longueur de 140 Km et un bassin versant de 4.300 Km², sa pente est faible. La Bia prend sa source au Ghana, sur 290 Km de cours 120 seulement sont en Côte d'Ivoire. Après le barrage d'Ayamé on trouve des rapides qui sur 1,5 Km donnent une dénivellation de 25 m. En amont d'Aboisso, on observe une série de rapides donnant sur 300 m, 25 m de dénivellation. A Aboisso même on note des rapides dus à une dénivellation de 4 m. Le régime des fleuves côtiers est du type équatorial de transition. Il comporte deux périodes de crue, l'une en juin, la plus importante, l'autre en octobre. La période d'étiage de février est plus marquée que celle d'août.

Les affluents du Niger prennent leur source dans le massif montagneux du Tiouri entre Odienné et Boundiali. Ils coulent vers le nord. Les deux plus importants sont le Baoulé (330 Km jusqu'à la frontière du Mali) et la Bagoé (230 Km en Côte d'Ivoire). Ces cours d'eau ont un régime tropical avec une crue et un étiage. La crue est en général brusque et violente, l'étiage très prononcé et prolongé.

2. 1. 5. POPULATION ET ONCHOCERCOSE

L'onchocercose concerne toute l'étendue du territoire ivoirien qui comme nous venons de le voir est traversé du nord au sud de fleuves et d'affluents très propices pour la plupart à l'établissement de gîtes préimaginaux simuliédiens, en saison sèche comme en saison des pluies. Cette maladie demeurée longtemps la grande délaissée de la pathologie tropicale est devenue comme nous l'avons vu dans l'avant-propos la maladie "économique" la plus importante lorsqu'il s'est agi de trouver des terres neuves propices au développement agricole. Dès 1964 la région de Korhogo a été traitée par moyens conventionnels (épandages insecticides à partir de ponts, de radiers, ou de bateaux) lors des campagnes F.E.D. (LE BERRE, 1968, 1969,

1970, 1971 ; LE BERRE *et al*, 1969). En 1974 la relève a été prise par le programme de lutte contre l'onchocercose dans le bassin de la volta (O. C. P.) qui a étendu la zone traitée à tout le nord-est de la Côte d'Ivoire. Depuis 1978 la zone de traitement comprend tout le nord de la Côte d'Ivoire et s'étendra en 1979 jusqu'à une ligne Man, Daloa, Gagnoa, Tiassalé, Abengourou, c'est-à-dire que toute la zone de savane, le secteur préforestier et une partie de forêt seront traités.

RIVES et SERIE (1967) ont de fait observé en Côte d'Ivoire comme la plupart des auteurs en diverses régions (BUDDEN, 1963, ANDERSON *et al*, 1974 ; DUKE *et al*, 1972, 1975) que les complications oculaires de l'onchocercose étaient plus rares en forêt qu'en savane. Ils notent cependant que sur 540.552 personnes visitées sur l'ensemble du territoire ivoirien, 36.856 sont porteurs de nodules enkystés, ce qui correspond d'après leurs estimations *a minima* à 180.000 personnes porteuses d'*O. volvulus*. Ils soulignent également que les pourcentages de cécités sont parfois importants même en forêt. Des enquêtes ophtalmologiques sont d'ailleurs prévues par les épidémiologistes d'O. C. P. dans des foyers situés au sud de la limite actuelle du programme (PROST comm. pers.). Compte-tenu de l'abondance et de la productivité souvent très importante des gîtes préimaginaux forestiers, l'étude de la possibilité d'extension du Programme de lutte en zone forestière devra être faite dans le futur.

2. 1. 6. NOS STATIONS D'ETUDE

Comme nous l'avons écrit précédemment (cf. 2.1.) le nombre et la diversité de nos stations d'étude ne nous permettent pas une présentation détaillée de chacune d'elle. Afin de permettre au lecteur de replacer ces stations dans le contexte que nous venons de décrire, nous donnerons pour chacun des chapitres (études taxonomiques, bioécologiques, épidémiologiques) des cartes indiquant l'emplacement des gîtes étudiés.

2. 2. AUTRES ZONES ETUDIÉES

Comme nous l'avons dit au début de ce chapitre, certaines études chromosomiques, morphologiques et bioécologiques ont été effectuées en dehors de la Côte d'Ivoire. Nous ne retiendrons ici que les sites principaux où des enquêtes bioécologiques ont été menées. Ces foyers situés dans la

région de Bobo-Dioulasso (Haute-Volta), Kouoro (Mali) et sur le bassin du fleuve Sénégal (Mali) ayant déjà été présentés de façon détaillée par LE BERRE (1966) et PHILIPPON (1977) nous nous contenterons ici d'en rappeler brièvement les caractéristiques principales.

La région de Bobo-Dioulasso, Orodara et Banfora située au sud-ouest de la Haute Volta constitue l'un des châteaux d'eau de l'Afrique de l'Ouest. Toutes les rivières principales y sont permanentes. Ces cours d'eau aux profils très accidentés offrent de nombreuses possibilités d'installation de gîtes préimaginaux à *S. damnosum* s. l. L'onchocercose est hyperendémique dans les vallées (LAMONTELLERIE, 1968 ; DEGABRIEL, 1969).

Le radier de Kouoro (Mali) est situé en savane soudanienne sur le cours amont du Banifing affluent du Bani (12 ° N, 5° 45' 0). Les populations locales de simuliés n'existent qu'aux basses eaux.

Enfin au Mali occidental un vaste foyer d'onchocercose recouvre la région administrative de Kayes. La vallée du fleuve est de climat subsahélien tandis que le climat de la région de Yelimane est plutôt de type sahélien. Le fleuve Sénégal est permanent mais les affluents cessent de couler une grande partie de l'année (parfois de novembre à juillet). La transmission est une transmission de saison des pluies.

Chapitre 3

ÉTUDE TAXONOMIQUE DU COMPLEXE *S. damnosum*

3. 1. ÉTUDES CHROMOSOMIQUES

3. 1. 1. RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

Depuis 1926, année où BLACKLOCK découvrit le rôle de *S. damnosum* s. l. dans la transmission de l'onchocercose, de nombreux travaux mirent en évidence la grande variabilité de comportement du vecteur ainsi que la diversité épidémiologique et clinique de la maladie. Dès lors, plusieurs chercheurs envisagèrent l'hypothèse de l'existence d'un complexe d'espèces indifférenciables morphologiquement mais écologiquement différentes.

Seule l'étude précise des chromosomes géants des glandes séricigènes des larves permit à DUNBAR (1966) d'entreprendre l'étude cytotaxonomique du complexe *S. damnosum* : parmi des larves en provenance d'Ouganda il identifiait 4 types cytologiques différents. En 1969, DUNBAR distingue 9 types cytologiques, 8 en Afrique de l'est et 2 (Nile et Bandama) en Afrique occidentale, l'un (Nile) étant commun aux deux régions. En 1971, DUNBAR et VAJIME décrivent 18 cytotypes, 11 "endémiques" de l'Afrique de l'est, 6 de l'Afrique occidentale et 1 (Nile) commun à ces deux régions. En 1972 VAJIME regroupe les 7 cytotypes ouest-africains en 4 "espèces" : Bille-Yah, Bandama-Soubré, Nile-Sirba et Diéguéra.

Enfin en 1975 VAJIME et DUNBAR dédoublent Sirba en deux cytotypes "Sirba" et "Sudan" et élèvent les huit cytotypes ouest-africains au rang d'espèce. Six d'entre elles *S. damnosum* s.s. (Nile), *S. sirbanum* (Sirba), *S. sanctipauli* (Bandama), *S. soubrense* (Soubré), *S. squamosum* (Bille) et *S. yahense* (Yah), sont très répandues, les deux dernières *S. sudanense* (Soudan) et *S. dieguerense* (Diéguéra) étant très rares

dans les zones prospectées.

Nous devons regretter que ces descriptions d'espèces aient été faites sans tenir compte ni d'aucun caractère morphologique ni du contexte écologique ou épidémiologique. La présence de nombreux hétérozygotes pour l'inversion critique séparant *S. sanctipauli* et *S. soubrense*, *S. sirbanum* et *S. sudanense*, laisse en effet penser que toutes ces espèces n'ont pas encore atteint le seuil d'isolation reproductrice habituellement requis pour considérer des espèces comme distinctes.

En novembre 1976 s'est tenue à Genève une réunion internationale sur les complexes d'espèces chez les insectes vecteurs de maladies. Au cours de cette réunion à laquelle nous participions, il a été décidé à propos du complexe *S. damnosum* d'utiliser néanmoins les noms d'espèces déjà publiés comme l'exige le Code international de Nomenclature Zoologique. Cependant aucun nouveau nom d'espèce ne pourra désormais être publié pour un cytotype sans que celui-ci fasse l'objet d'une étude morphologique ou bioécologique complémentaire. Aussi seuls les huit cytotypes ouest-africains ont-ils reçu des noms spécifiques bien que 25 formes cytologiques aient maintenant été reconnues à l'intérieur du complexe *S. damnosum* (DUNBAR, 1977).

VAJIME et QUILLEVERE (1978) reconnaissent actuellement 6 espèces importantes en Afrique de l'Ouest (*S. damnosum* s.s., *S. sirbanum*, *S. sanctipauli*, *S. soubrense*, *S. yahense*, *S. squamosum*), l'espèce *S. sudanense* n'étant pas valable même du point de vue cytotaxonomique (VAJIME, comm. pers.) et l'espèce *S. dieguerense* étant extrêmement rare (un seul gîte connu à ce jour dans l'ouest du Mali).

3. 1. 2. OBSERVATIONS PERSONNELLES

Nous avons pour notre part débuté notre étude cytotaxonomique en 1972. Jusqu'en 1975 seuls avaient été publiés les idiogrammes des types Nile et Bandama. Ces idiogrammes très imprécis ne permettaient pas l'identification des cytotypes ouest-africains. Nous avons donc dû, dans un premier temps, établir les cartes chromosomiques des différents cytotypes. Dans un souci de précision nous avons publié (QUILLEVERE, 1975) des cartes dessinées des différentes inversions chromosomiques caractéristiques des cytotypes ouest-africains. Au même moment VAJIME et DUNBAR (1975) publiaient des cartes chromosomiques photographiques des huit "espèces" du complexe. Nous estimons cependant qu'il n'est pas inutile de reprendre ici nos diverses observa-

tions sur les cytotypes ouest-africains du complexe *S. damnosum* pour une meilleure compréhension de la suite de ce travail. Nous maintiendrons pour cette partie de notre travail les noms "cytotypiques" puisqu'il s'agissait alors d'observer des types cytologiques différents qui n'avaient pas encore reçu de nom spécifique

3.1.2.1. Caryotype de *S. damnosum s.l.*

S. damnosum s.l. possède trois paires de chromosomes. Les chromosomes géants des glandes séricigènes étant polyténiques, nous observons seulement 3 chromosomes et chacun est en réalité composé de 2 chromosomes homologues appariés.

Les 3 chromosomes géants de *S. damnosum s.l.* sont aisément différenciables (cf. fig. 1). Le chromosome I est le plus long et représente 42 % des longueurs additionnées des 3 chromosomes. Il possède un centromère (C) peu visible situé en son milieu, associé à une zone élargie à chromatine diffuse. Près du centromère, sur le bras court, se trouve le nucléole (n). Le rapport entre le bras court et le bras long est de 1/1,1 (cf. fig. 3 et pl. I,1).

Les chromosomes II et III sont presque de longueurs équivalentes ; le premier représente 30 % et le second 28 % des longueurs additionnées des 3 chromosomes. Tous deux sont acrocentriques, le centromère étant déporté vers l'une des extrémités. Le rapport bras court/ bras long est de 1/1,4 pour le chromosome II et 1/1,8 pour le chromosome III. Dans les deux cas, le centromère (c) n'est pas très visible (sauf chez Yah) car il est constitué d'une simple bande pouvant au premier abord être confondue avec les bandes voisines. Le chromosome II possède sur le bras court une zone à double dilatation appelée double-bulle (db) et séparée par deux bandes sombres de l'anneau de Balbiani (r) zone également élargie à coloration claire (fig. 3 et pl. II,1). Sur le bras long se trouve le parabalbiani (pb) autre zone forme élargie en forme de croissant mais plus petite et moins nette que la précédente. Le chromosome III est caractérisé par l'extrémité du bras court élargie en massue et par la présence juste en dessous d'une zone très peu colorée appelée "Blister" (b) précédée d'une forte bande sombre (fig. 3 et pl. I,1 et pl. II,2). Notons que chez Yah les 3 chromosomes sont liés au niveau des centromères : il y a fusion centromérique.

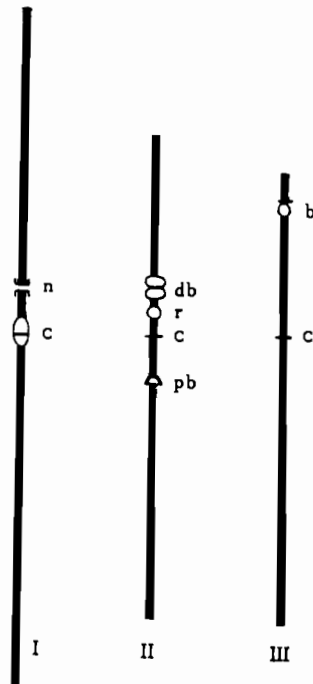


Fig. 1 - Caryotype de *Simulium damnosum*.
 b : balbiani; C : centromère; db : double bulle; n : nucléole
 pb : parabalbiani; r : anneau de balbiani.

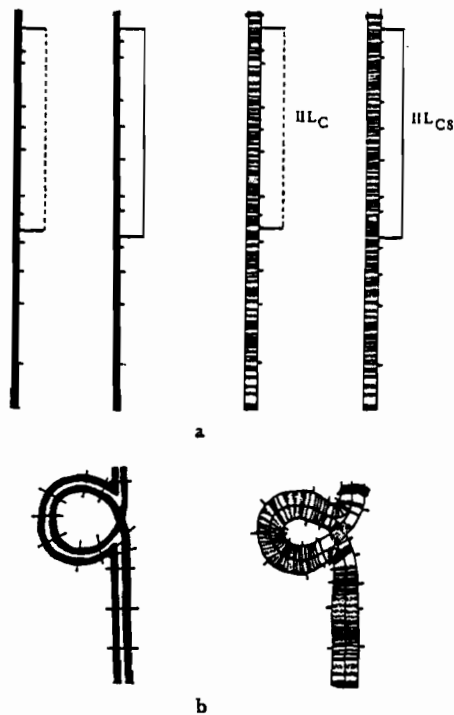


Fig. 2 - Formation de la boucle d'inversion pour IILC₈
 à l'état hétérozygote.

a : segments chromosomiques non appariés; b : segments
 chromosomiques appariés.

3.1.2.2. Les inversions chromosomiques

On appelle "inversion" le retournement d'un fragment de chromosome. Les cytotypes se différencient par la présence d'inversions fixes et peuvent posséder de plus une ou plusieurs inversions flottantes caractéristiques. Rappelons ici que chacun des 3 chromosomes est en réalité composé de deux chromosomes homologues étroitement appariés.

Les inversions fixes sont uniquement homozygotes c'est-à-dire qu'elles concernent les deux chromosomes appariés ; la configuration standard a disparu du pool génétique de la population.

Les inversions flottantes peuvent se trouver soit à l'état homozygote inversé soit à l'état hétérozygote ; dans ce dernier cas l'un des chromosomes possède un fragment inversé et l'autre conserve la configuration standard. Dans une population en équilibre, pour une inversion flottante donnée, la moitié de la population possède l'inversion à l'état hétérozygote, le quart à l'état homozygote inversé et le quart restant conserve la configuration standard. Les inversions flottantes à l'état hétérozygote sont facilement repérables car on note alors la présence de "boucles d'inversions", les bandes homologues du segment inversé et du segment standard restant accolées. Nous avons représenté sur la figure 2 la formation de la boucle d'inversion pour l'inversion IIL₈ à l'état hétérozygote (le C figurant dans la nomenclature DUNBAR-VAJIME indique que l'inversion IIL₈ est en réalité un complexe formé de plusieurs inversions imbriquées).

Nous utilisons ici dans un souci de standardisation la même nomenclature que l'équipe DUNBAR-VAJIME en ce qui concerne les inversions. Les diverses inversions fixes ou flottantes sont désignées par un chiffre romain I, II ou III qui indique le chromosome concerné, une lettre majuscule, S ou L, qui précise si l'inversion se trouve sur le bras court (S:short) ou sur le bras long L et enfin un chiffre arabe déterminé par l'ordre dans lequel ont été décrites les inversions d'un même bras chromosomique. Par exemple l'inversion I S₁, se trouve sur le bras court du chromosome I et c'est la première inversion que l'on y a découverte.

3.1.2.3. Particularités chromosomiques des cytotypes présents en Côte d'Ivoire

Comme nous venons de le voir (cf. 3.1.1.) l'Afrique occidentale compte pour l'instant six formes cytologiques importantes. Ces six cytotypes sont présents en Côte d'Ivoire, ils appartiennent tous au groupe Nile (DUNBAR et VAJIME, 1971).

Le groupe Nile se différencie du groupe Sanje que l'on trouve uniquement en Afrique orientale par la présence des inversions fixes IS_1 et IL_3 , il diffère du groupe Kibwezi par les inversions fixes IS_1 , IS_{31} , IIL_{34} et $IIIL_{19}$ (DUNBAR 1977). Le standard du complexe *S. damnosum* pour l'ensemble des cytotypes étant la forme Nyamagasani qui appartient au groupe Sanje, tous les chromosomes I des différents cytotypes ouest-africains présenteront donc les deux inversions IS_1 et IL_3 .

La forme Bille (*S. squamosum*) ne présentant que ces deux inversions fixes par rapport au standard Nyamagasani, a été à son tour choisie comme standard pour l'Afrique occidentale. Nous avons représenté la succession des bandes sur les trois chromosomes du cytotype Bille (Cf. Fig. 3) ; pour les autres cytotypes nous n'avons indiqué que les zones intéressantes pour leur identification (fig. 4, 5 et 6).

Avant d'indiquer les inversions chromosomiques caractéristiques des diverses formes nous devons signaler un point important concernant les inversions flottantes. En effet ces inversions n'ont pas toujours la même valeur taxonomique. Certaines d'entre elles permettent d'identifier les cytotypes selon qu'elles se trouvent à l'état homozygote standard, hétérozygote ou homozygote inversé ; elles sont la plupart du temps liées au sexe. D'autres au contraire n'ont pas de valeur taxonomique aussi importante. Elles présentent seulement une valeur indicatrice sur la composition du pool génétique d'une population donnée. Dans la suite de ce travail nous réserverons le terme d'inversion "flottante" à ces dernières ; quant aux inversions ayant une valeur taxonomique, nous les appellerons "standard", "hétérozygote" ou "homozygote" selon leur état d'homozygote standard, d'hétérozygote ou d'homozygote inversé.

Les six cytotypes que nous avons étudiés ont été regroupés en trois paires par VAJIME (1972) compte-tenu de leurs affinités chromosomiques. Ces trois paires sont : Nile-Sirba (*S. damnosum s.s.* - *S. sirbanum*), Bandama-Soubré (*S. sanctipauli* - *S. soubrense*) et Bille-Yah (*S. squamosum* - *S. ya-*

CYTOTYPE
BILLE

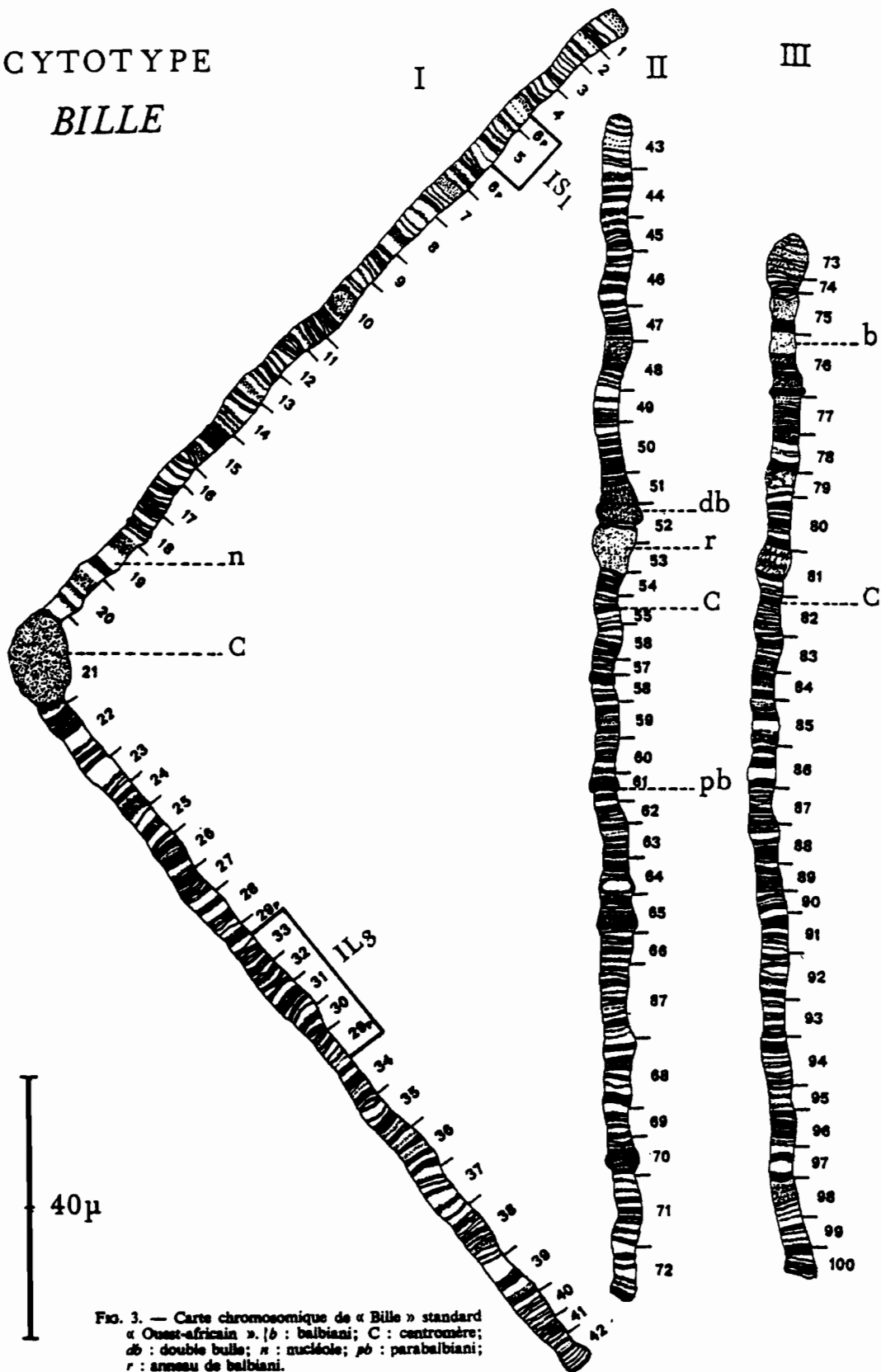


FIG. 3. — Carte chromosomique de « Bille » standard « Ouest-africain ». | b : balbiani; C : centromère; db : double bulbe; n : nucléole; pb : parabalbiani; r : anneau de balbiani.

hense).

Si nous considérons tout d'abord le chromosome I, chez le standard choisi Bille et chez Yah il porte uniquement les inversions fixes IS_1 et IL_3 caractéristiques du groupe Nile (fig. 3). La paire Nile-Sirba possède de plus l'inversion fixe IL_1 et la paire Bandama-Soubré diffère du standard par l'inversion fixe IL_{3-6} . Il est donc possible en comparant l'extrémité du bras long du premier chromosome de différencier les trois paires cytotauxonomiques. Pour plus de clarté nous avons représenté côte à côte sur la figure 4 les extrémités du bras long du chromosome I des trois paires.

Le chromosome II (fig. 5) permet d'identifier les deux cytotypes à l'intérieur d'une même paire. Pour Bille-Yah, Bille est standard pour le bras long du chromosome II alors que Yah possède l'inversion IIL_{18} à l'état homozygote ou hétérozygote. D'après VAJIME et DUNBAR (1975) cette inversion chez Yah est liée au sexe, les femelles étant homozygotes et les mâles hétérozygotes pour IIL_{18} . Cependant, il existe de nombreuses exceptions à cette règle. Le moyen le plus sûr et le plus aisé également pour identifier la forme Yah est d'observer s'il y a ou non fusion centromérique. Yah est en effet le seul cytotype ouest-africain présentant cette particularité. Il faut cependant remarquer que durant l'étalement des chromosomes (Cf. 1.1.2.) ceux-ci peuvent se séparer. Néanmoins il subsiste toujours quelques noyaux dont les chromosomes restent attachés et de plus chez Yah les centromères sont toujours bien plus gros et plus nets que chez les autres formes. Notons enfin que chez Bille le sexe est lié à une petite inversion située près du centromère du chromosome I.

Pour la paire Nile-Sirba on note la présence sur le bras long du chromosome II d'une inversion complexe que nous avons interprétée comme formée de trois inversions successives $IILC_1$, $IILC_2$ et $IILC_3$. Chez Nile, considéré comme le plus proche du standard Bille, VAJIME et DUNBAR (1975) pensent que cette inversion est également liée au sexe. Elle est standard pour les femelles et hétérozygote pour les mâles. Bien que là encore il y ait quelques exceptions en ce qui concerne l'identification des sexes, par contre il n'y a pas d'erreur d'identification cytotauxonomique possible car chez Sirba l'inversion $IILC_8$ est toujours homozygote. Chez Sirba la détermination du sexe ne dépend pas de l'inversion $IILC_8$ mais de l'inversion IS_3 qui est hétérozygote chez les mâles et standard chez les femelles.

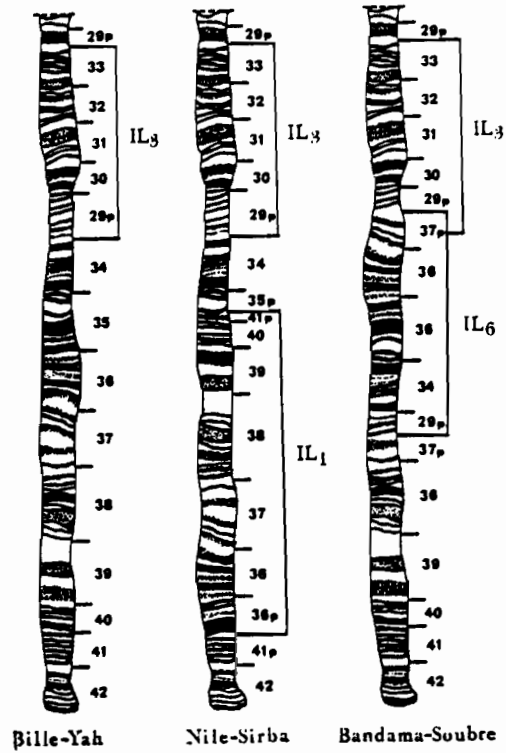


Fig. 4. - Différenciation des 3 paires de cytotypes par comparaison de l'extrémité du chromosome I.

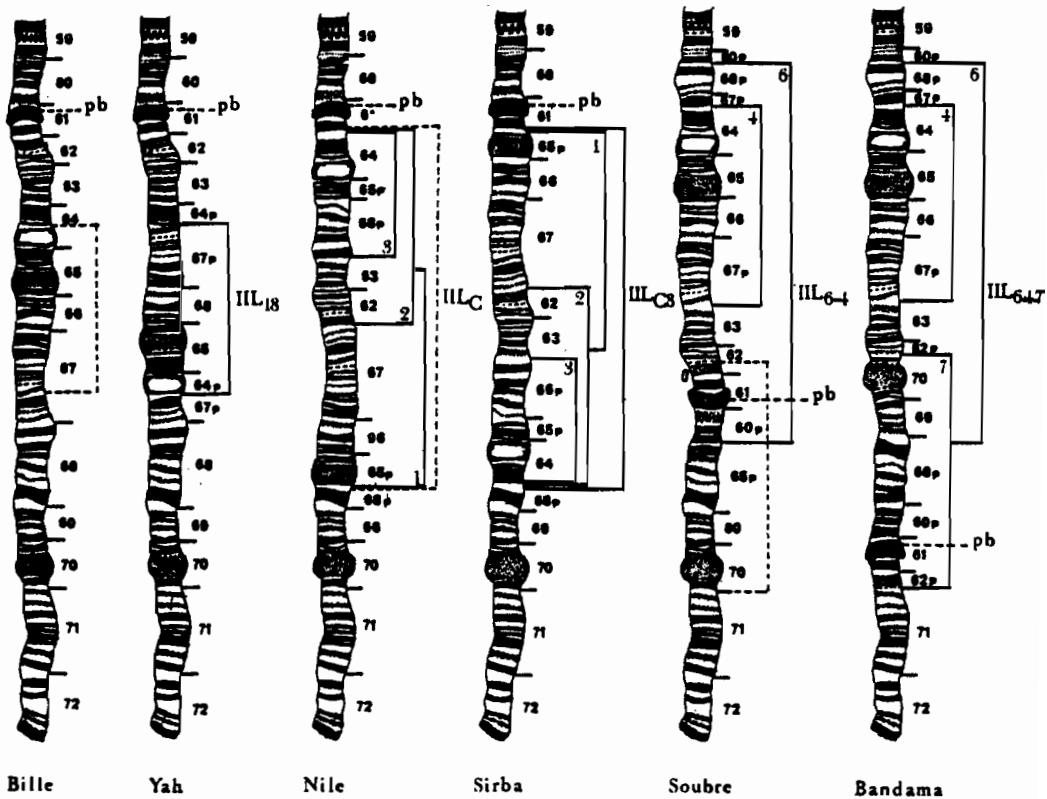


Fig. 5. - Détermination des 6 cytotypes par comparaison de l'extrémité du chromosome II ; pb : parabalbiani.

Pour la paire Bandama-Soubré, l'inversion IIL₇ est homozygote chez Bandama et standard chez Soubré. Cette inversion n'est pas liée au sexe d'ailleurs dans cette paire aucune inversion n'a pu être rattachée au sexe. Au cours de notre étude de la répartition géographique des cytotypes qui fera l'objet d'un autre paragraphe (cf. 4.1.2.1.) nous avons trouvé dans plusieurs gîtes de nombreux hétérozygotes IIL₄₋₆/IIL₄₋₆₋₇ qui pourraient être interprétés soit comme des hybrides (QUILLÉVERE et PENDRIEZ, 1975) soit comme des formes reliques ancestrales (VAJIME et DUNBAR, 1975).

Le chromosome III (fig. 6) donne quelques informations supplémentaires. Il est standard chez Bille-Yah ; chez Bandama-Soubré il possède les inversions fixes IIL₄ et IIL₁₇₊₂ ; chez Nile il possède l'inversion fixe IIL₂ et chez Sirba il possède de plus l'inversion IIL₆ à l'état homozygote (rarement hétérozygote). Cette même inversion IIL₆ se retrouve à l'état hétérozygote chez Nile.

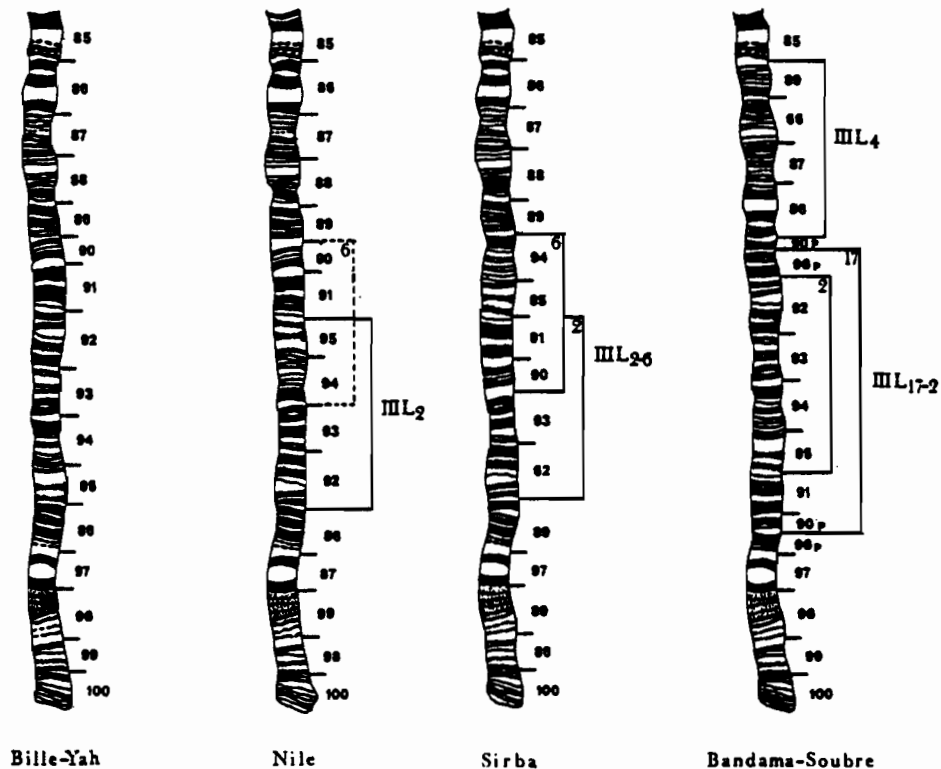


Fig. 6. - Extrémité du chromosome III des 6 cytotypes.

Ces diverses inversions nous permettent d'établir une clé de détermination des cytotypes.

Inversions fixes :

- $IS_1 + IL_3$ Bille-Yah
 - IIL_8 standard
Pas de fusion centromérique..... Bille
 - IIL_8 hétérozygote
fusion centromérique..... Yah (mâle)
 - IIL_8 homozygote
fusion centromérique..... Yah (femelle)
- $IS_1 + IL_3 + IL_1 + IIL_2$ Nile-Sirba
 - $IILC_8$ standard Nile (femelle)
 - $IILC_8$ hétérozygote Nile (mâle)
 - $IILC_8$ homozygote
(et habituellement $IILC_{2-6}$ homozygote).. Sirba
- $IS_1 + IL_{3-6} + IIL_{4-6} + IIL_4 + IIL_{17+2}$... Bandama-Soubré
 - IIL_7 standard Soubré
 - IIL_7 hétérozygote..... hybride
Bandama-Soubré
 - IIL_7 homozygote Bandama

Toutes ces inversions, ainsi que les diverses inversions flottantes que nous avons pu observer sont regroupées sur les "idiogrammes" des 6 cytotypes (fig. 7). Les inversions fixes et homozygotes sont figurées à gauche, les hétérozygotes et flottantes à droite.

Nous pouvons constater sur les idiogrammes (fig. 7) que chaque cytotype possède en dehors des inversions utilisées pour son identification, un certain nombre d'inversions flottantes plus ou moins caractéristiques qui constituent "le spectre d'inversions flottantes". Compte-tenu des divers aspects de notre étude il ne nous a pas été possible d'étudier en détail les spectres d'inversions flottantes des différents cytotypes. Cependant nous avons pu remarquer que ces spectres sont particulièrement riches lorsque l'aire de répartition d'un cytotype est très étendue. C'est le cas par exemple pour la paire Nile-Sirba dans notre zone d'étude. Nous ne dissociérons pas les deux cytotypes puisqu'ils possèdent pratiquement les mêmes

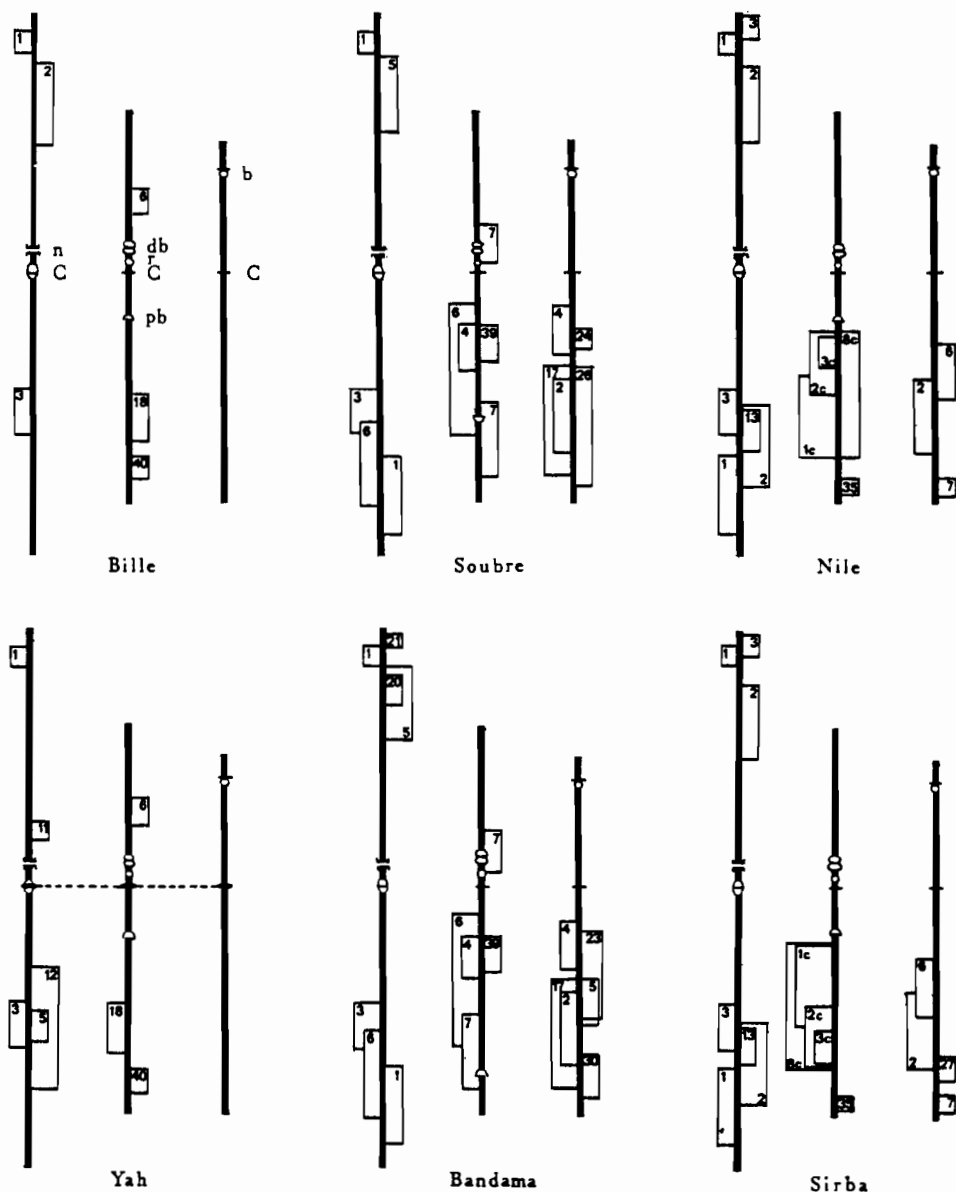


Fig. 7. - Idiogrammes des 6 cytotypes.

inversions flottantes (au sens large du terme, c'est-à-dire toutes les inversions autres que les inversions fixes). Si nous observons les préparations chromosomiques en tenant compte uniquement des inversions à l'état hétérozygote qui sont facilement repérables grâce à la présence de bandes d'inversions, on est frappé par la diversité existant même sur un faible échantillon. A titre d'exemple nous avons pu observer à Bonzi, en amont du confluent Bandama-Marahoué, que sur dix larves prises au hasard

dans le gîte, toutes portaient des inversions flottantes hétérozygotes.

Larve n° 1 - IS ₂ + IIL ₇	Larve n° 6 - IS ₃
Larve n° 2 - IILC ₈ + IIL ₇	Larve n° 7 - IILC ₈
Larve n° 3 - IS ₂ + IS ₃	Larve n° 8 - IS ₃ + IIL ₇
Larve n° 4 - IS ₃ + IILC ₈ + IIL ₇	Larve n° 9 - IL ₂ + IILC ₈
Larve n° 5 - IIL ₇	Larve n° 10 - IIL ₇

3. 1. 3. DISCUSSION

3.1.3.1. Les cartes chromosomiques

Nous devons noter tout d'abord la très grande concordance qui existe entre nos résultats (QUILLEVERE, 1975) et ceux de VAJIME et DUNBAR (1975). Cette concordance est d'autant plus remarquable que les cartes chromosomiques sont sujettes à variations compte-tenu de l'aspect changeant des bandes et du coefficient d'erreur dû à leur interprétation. L'aspect des bandes dépend en effet de l'âge de la larve étudiée, de la fixation, de la coloration, de l'étalement des chromosomes et même du mode d'observation (fond clair ou contraste de phase). Il n'est donc pas toujours facile de "lire" correctement ces bandes. De plus, certaines inversions se chevauchent les unes les autres ou s'annulent plus ou moins, ce qui rend leur interprétation parfois problématique. C'est ainsi que dans un premier rapport (QUILLEVERE, 1974) l'inversion IIL₁₇₊₂ chez Bandama-Soubré nous avait échappé, l'inversion IIL₂ annulant en grande partie l'inversion IIL₁₇. De même si nous comparons l'idiogramme de Nile publié par DUNBAR en 1966 et celui publié par DUNBAR et VAJIME en 1971 nous constatons que sur le premier figurent une inversion fixe (IL₁) et cinq inversions flottantes, sur le second quatre inversions fixes (IS₁, IL₃, IL₁, IIL₂) et dix inversions flottantes. Nous pouvons cependant dire qu'actuellement les cytotypes sont bien connus ainsi que les diverses inversions. Le seul problème délicat reste le complexe IILC₈ présent chez Nile-Sirba (et Diéguéra). Après étude de nombreuses larves et comparaison de plusieurs photographies et dessins nous avons proposé une interprétation tenant compte de l'agencement présumé des bandes. Il serait cependant prématuré d'affirmer qu'il s'agit de la seule interprétation possible.

Si nous comparons nos idiogrammes avec ceux publiés à la même période par VAJIME et DUNBAR, la seule discordance notable concerne les spectres d'inversions flottantes qui

diffèrent légèrement. Cela n'est guère étonnant compte-tenu que nous avons travaillé essentiellement en Côte d'Ivoire, en Haute-Volta et au Mali, alors que VAJIME a travaillé plus particulièrement au Libéria, en Guinée et au Ghana.

Si on examine les spectres d'inversions flottantes en excluant les inversions hétérozygotes liées au sexe (IILC₈ et IS₃ pour Nile-Sirba, IIL₁₈ pour Bille-Yah) il apparaît clairement que ceux-ci sont des indicateurs d'une faculté d'adaptation au milieu. On peut d'ailleurs constater que le spectre d'inversions flottantes d'un cytotype devient de plus en plus complexe lorsque l'on s'éloigne du centre de son aire de répartition. Cela a été confirmé par la découverte par VAJIME (comm. pers.) à la limite nord de répartition des cytotypes Nile-Sirba (région de Bandiagara, zone subsaharienne du Mali, 14° N), de spectres d'inversions flottantes similaires par leur complexité de ceux que nous avons observés à la limite sud (Bonzi-Gangoro, zone préforestière de Côte d'Ivoire, 7° N).

3.1.3.2. Valeur spécifique des différents cytotypes

Les huit cytotypes ouest-africains ayant été élevés au rang d'espèce par VAJIME et DUNBAR (1975) en fonction des seuls critères cytotaxonomiques et en utilisant parfois abusivement les statistiques, nous pouvons dès à présent faire quelques remarques à ce propos, tout en nous réservant de reprendre ce problème lors de la discussion générale à l'issue de notre étude taxonomique, bioécologique et épidémiologique du complexe.

En ce qui concerne tout d'abord la paire Nile-Sirba, on peut observer que le déterminisme du sexe y est relativement stable, et qu'en général le sexe des larves déterminé par l'examen des ébauches génitales, correspond bien au sexe "chromosomique" à quelques rares exceptions près. Dans cette paire les hybrides naturels sont très rares, dans notre zone d'étude, bien que ces deux cytotypes peuplent les mêmes gîtes larvaires. On peut donc considérer que Nile et Sirba sont isolés génétiquement et constituent des espèces à part entière (*S. damnosum* s.s. et *S. sirbanum*).

Rappelons pour mémoire que Soudan (*S. sudanense*) n'est plus considéré comme une espèce à part entière par VAJIME lui-même (comm. pers.) et doit donc être rattaché à l'espèce *S. sirbanum*. Diéguéra (*S. dieguerense*) constitue lui aussi une espèce à part entière puisqu'il diffère de Nile et Sirba par

des inversions fixes bien précises (IS_2 et IL_{3-12}) cependant son extrême rareté (un seul gîte connu à ce jour) rend toute étude difficile et sans intérêt pratique.

Pour la paire Bille-Yah certains faits troublants méritent d'être examinés. Nous verrons lors de notre étude de la répartition géographique des cytotypes larvaires (cf; 4.1.2.1.) que très souvent Bille et Yah occupent les mêmes gîtes larvaires (situés sur de petites rivières de forêt) mais à des saisons différentes. VAJIME (comm. pers.) et nous-même avons pu constater à plusieurs reprises que des gîtes peuplés en saison des pluies par Yah, étaient peuplés en saison sèche par Bille. Une seule inversion flottante (IIL_{18}) séparant les deux cytotypes on pouvait penser qu'on avait en fait affaire à une seule et même espèce présentant deux formes, l'une mieux adaptée à la sécheresse (Bille), l'autre mieux adaptée à l'humidité (Yah). Dans cette hypothèse, la forme hétérozygote serait une forme transitoire.

Cette hypothèse est contrecarrée par le fait que chez Yah, l'inversion IIL_{18} est liée au sexe. Cependant là encore la situation est peu claire. En effet, VAJIME et DUNBAR (1975) ont observé que sur 229 larves de Yah hétérozygotes pour IIL_{18} , 215 étaient des mâles et 14 des femelles, ce qui compte tenu d'un pourcentage d'erreurs inévitable semble très démonstratif ; malheureusement sur 761 larves homozygotes pour IIL_{18} ces auteurs trouvent non pas uniquement des femelles comme on pourrait s'y attendre, mais 509 femelles et 252 mâles. Il en va de même chez Bille où un segment altéré proche du centromère du chromosome I serait selon VAJIME et DUNBAR (1975) caractéristique des mâles ; or il apparaît que 48 des 89 larves mâles étudiées par ces auteurs (soit 54 %) ne possèdent pas ce segment. Dans les deux cas les auteurs font appel à des systèmes sexuels complexes comprenant plusieurs chromosomes X et Y pour expliquer les proportions de mâles et de femelles obtenues. Il ressort donc que dans le cas de Bille-Yah les problèmes cytotaux ne sont pas tous résolus en particulier le problème de déterminisme du sexe.

Cela étant on peut penser que Bille et Yah forment deux espèces distinctes (*S. squamosum* et *S. yahense*) sans toutefois éliminer totalement la possibilité d'une forme intermédiaire ou de formes adaptatives propres à chaque espèce (présence de mâles de différents types cytologiques).

Pour Bandama et Soubré l'emplacement des chro-

mosomes sexuels n'a pu être déterminé, aucune inversion flottante n'étant liée au sexe. Le fait intéressant pour cette paire est que nous avons trouvé en Côte d'Ivoire un nombre très important d'hétérozygotes pour l'inversion critique IIL₇ ; cela a d'ailleurs été confirmé par des identifications récentes effectuées par VAJIME (comm. pers.) Ces hétérozygotes sont particulièrement abondants sur le Sassandra où ils forment souvent 50 % de la population larvaire, les cytotypes Bandama et Soubré représentant chacun de 20 à 30 % de cette population (QUILLEVERE et PENDRIEZ, 1975). On retrouve également des hétérozygotes en moindre proportion sur les cours inférieurs de la Comoé et du Bandama. Notons que si dans la plupart des gîtes étudiés les hétérozygotes IIL₄₋₆/IIL₄₋₆₋₇ coexistent avec les cytotypes Bandama et Soubré, nous avons également trouvé ces hétérozygotes dans des gîtes où un seul des deux cytotypes était représenté : Bandama à Louga sur le bas-Sassandra et Soubré à Niamotou sur le haut bassin du Sassandra. Le Sassandra étant une ligne de démarcation naturelle entre la zone humide du Libéria où domine très nettement le cytotype Bandama et la zone plus sèche du V Baoulé (Côte d'Ivoire) où le cytotype Soubré est prépondérant, il paraît logique de considérer ces hétérozygotes comme des hybrides entre Bandama et Soubré.

Dans ce cas bien sûr Bandama et Soubré seraient deux sous-espèces géographiques d'une seule et même espèce. Une autre explication est donnée par VAJIME (comm. pers.) qui considère ces hétérozygotes comme une forme ancestrale ayant donné naissance à deux espèces bien distinctes. Nous voyons que dans ce cas précis la cytotaxonomie seule est impuissante à trancher le débat et nous pouvons à nouveau regretter qu'une appellation spécifique latine ait été donnée aux divers cytotypes.

3.1.3.3. Connaissance cytotaxonomique et évolution du complexe *S. damnosum*

Nous pensons qu'à l'heure actuelle, exception faite des systèmes sexuels, le complexe *S. damnosum* est relativement bien connu du point de vue cytotaxonomique en Afrique de l'ouest. En Afrique de l'est de vastes zones restent encore à prospecter. Tout reste à faire en Afrique Centrale.

La grande diversité des types cytologiques chez *S. damnosum* s.l. (25 cytotypes décrits jusqu'à présent) ne peut s'expliquer uniquement par une recombinaison de gènes lors d'un crossing-over méiotique. Le processus primordial est celui de la dérive génique, continuellement engendrée par la création de

sous-populations à partir d'un nombre restreint d'individus isolés de populations plus importantes. Chez *S. damnosum* s. l. cela est dû à plusieurs facteurs concomittants tels que la puissance de dispersion des femelles, l'alternance "saison des pluies-saison sèche", et aussi artificiellement, les campagnes insecticides (LE BERRE, 1966).

Lors de la formation de ces sous-populations, la proportion des différents types géniques responsables de l'adaptation au milieu peut être mauvaise par le seul fait du hasard, la loi des grands nombres ne jouant plus. Le "polymorphisme balancé" de la sous-population devra donc se reconstituer à partir de quelques individus au stock génique mal équilibré dans lequel certains des gènes de la population mère sont absents. Les conditions sélectives du milieu ayant en outre toutes chances d'être un peu différentes, d'autres gènes seront sélectionnés et la composition génétique de la sous-population isolée se différenciera de plus en plus de la population mère.

Les complexes d'espèces chez les simulies constituent donc un matériel de choix pour l'étude précise de la phylogénie et de la spéciation. Il ne faut cependant pas oublier que la cytotaxonomie est avant tout pour nous un outil nécessaire mais non suffisant pour une étude bioécologique des divers cytotypes et de leurs rôles respectifs dans l'épidémiologie locale de l'onchocercose.

Les études enzymatiques et morphologiques qui suivent sont, elles aussi, nécessaires et complètent les études chromosomiques.

3. 2. ÉTUDES ENZYMATIQUES

3. 2. 1. RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

Nous venons de constater que l'analyse cytologique du complexe *S. damnosum* révèle une grande variété de types cytologiques dont le statut taxonomique reste encore incertain. De plus, seules les larves âgées peuvent être identifiées, les succès de BEDO (1976) sur les nymphes et adultes de simulies australiennes n'ayant pu être répétés avec les nymphes et les adultes du complexe *S. damnosum* (DUNBAR, VAJIME et BEDO, comm. pers.). Le besoin de méthodes complémentaires pour étudier la spéciation et identifier les divers membres du complexe à leurs différents stades de développement se faisait donc nette-

ment sentir.

L'étude des polymorphismes enzymatiques a été une véritable révolution dans notre compréhension des variations intra et interspécifiques (LEWONTIN, 1974). L'identification des protéines, particulièrement des enzymes, par étude de leur mobilité électrophorétique a été appliquée avec succès aux complexes d'espèces chez les Drosophiles (AYALA *et al*, 1970, 1971 a et b ; RICHMOND, 1971) et les moustiques (BIANCHI, 1968 ; TOWNSON, 1969 ; TREBATOSKI et CRAIG 1969 ; BULLINI *et al*, 1971, 1972, 1973, 1975, 1976 ; BULLINI et COLLUZI, 1973, 1976 ; COLLUZI *et al*, 1971 a et b ; NARANG et KITZMILLER, 1971 a, b et c ; PRETTO *et al*, 1974 ; SAKAI *et al*, 1975 ; MAHON *et al*, 1976 ; VED BRAT et WHITT, 1976). La seule étude du polymorphisme enzymatique de *S. damnosum s.l.* a été effectuée par COKER (1973). Cette étude qui ne tenait pas compte des différences individuelles ni des divers cytotypes présents avait permis à COKER de mettre en évidence chez les larves et les nymphes observées 17 bandes différentes pour 5 enzymes étudiés et chez les adultes 7 bandes pour 2 enzymes étudiés.

3. 2. 2. OBSERVATIONS PERSONNELLES

Ne disposant pas à Bouaké du matériel technique et des nombreux produits de laboratoire nécessaires aux analyses enzymatiques, nous avons confié le matériel récolté au laboratoire de génétique du centre O. R. S. T. O. M. d'Adiopodoumé (Mr. P. TROUSLOT). Compte-tenu d'une part qu'il a été nécessaire de mettre au point des techniques d'électrophorèse particulières permettant d'analyser individuellement chaque simule et d'autre part que ce laboratoire était déjà en charge d'un important programme d'étude génétique d'espèces végétales, nos ambitions ont dû se limiter dans ce domaine à un premier survol du polymorphisme enzymatique chez les femelles adultes du complexe *S. damnosum*. Neuf enzymes ont été testés sur des femelles originaires de savane (paire *S. damnosum-S. sirbanum*), de grandes rivières de forêt (paire *S. sanctipauli-S. soubrense*) et de petites rivières de forêt (paire *S. yahense-S. squamosum*).

L'Octanol déhydrogénase (Odh) et l'Alcool déhydrogénase (Adh) ont une activité trop faible pour que l'on puisse tirer des conclusions quant à l'intérêt de ces enzymes. L' α -glycérophosphate déhydrogénase (α Gdh) a une bonne activité et certaines différences dans les zymogrammes seraient à étudier avec plus de précision. Pour la lactate déhydrogénase (Ldh) seul un

échantillon des chutes Gauthier (grande rivière de forêt) avait une activité notable. Il semble que cet enzyme soit particulièrement sensible au stade physiologique de la similie. L'acide phosphatase (Acph) présente également une bonne activité, mais on n'observe pas de différence entre les similies de diverses origines. L'alcaline phosphatase (Aph) n'a pas d'activité dans nos conditions expérimentales. Pour les estérases, nous avons obtenu de bonnes résolutions et révélations (pl III,1). Les résultats sont cependant trop complexes pour en tirer des conclusions sans une étude approfondie.

Enfin la leucine amino-peptidase (Lap) nous a donné les résultats les plus prometteurs. Dans un premier temps trois types de zymogrammes (A, B et C) avaient en effet été obtenus (fig. 8 et pl. III 2). Les résultats portant sur une série de 25 similies de chaque groupe semblaient concordants. En effet sur 25 similies des chutes Gauthier (grande rivière de forêt) 22 étaient du type A et 3 du type B. Sur 25 similies de Wa (petites rivières de forêt) 22 étaient du type C et 3 du type B. Enfin sur 25 similies de Fétékro (savane guinéenne) 12 étaient du type B et 13 du type A. Connaissant la répartition des divers cytotypes dans les divers gîtes on pouvait donc penser que le type A correspondait à la paire *S. sanctipauli*-*S. soubrense*, le type B à la paire *S. damnosum* - *S. sirbanum* (Fétékro est un gîte du secteur préforestier où coexistent *S. damnosum* et *S. soubrense*), et le type C à la paire *S. yahense* - *S. squamosum*. Afin de confirmer cette hypothèse 281 similies des diverses zones ont été analysées pour la leucine-amino-peptidase. Malheureusement les résultats obtenus ne sont pas aussi nets que nous pouvions l'espérer. On peut en effet constater sur le tableau 1 que si le type A reste bien représenté aux chutes Gauthier (*S. sanctipauli* - *S. soubrense*) il est aussi présent à Kongasso (*S. damnosum* - *S. sirbanum* et parfois *S. soubrense*) à Fétékro (*S. damnosum* - *S. soubrense*) et à Wa (*S. yahense* - *S. squamosum*). Le type C est surtout abondant à Wa mais on le trouve aussi aux chutes Gauthier. Enfin le type B est présent partout mais plus abondant pour les gîtes de savane (Kongasso et Fétékro).

3. 2. 3. DISCUSSION

Les résultats de nos analyses enzymatiques sont donc dans l'ensemble assez décevants puisque seule la leucine-amino-peptidase nous a donné des résultats concrets et dont l'in-

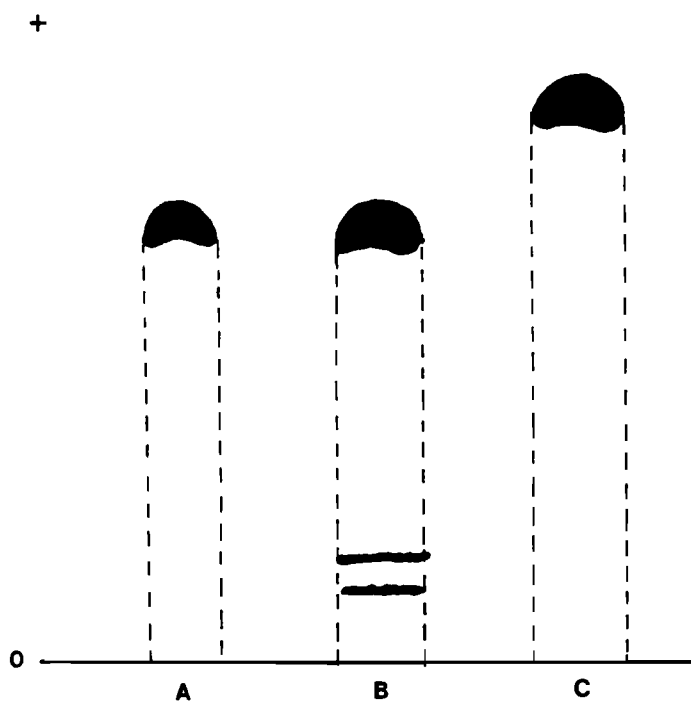


Fig. 8. - Types de zymogrammes obtenus avec la leucine-amino-peptidase.

Tableau 1 - Types de zymogrammes pour la leucine-amino-peptidase

Origine des femelles	Types de zymogrammes						Total
	A	%	B	%	C	%	
Chutes Gauthier (Bas-Bandama)	83	77,6	9	8,4	15	14	107
Wa (Goué affluent Cavally)	18	19,6	12	13	62	67,4	92
Kongasso (Marahoué)	42	76,4	13	23,6	-	-	55
Fetekro (N'Zi)	19	70,3	8	29,6	-	-	27
TOTAL	162	57,6	42	15	77	27,4	281

interprétation n'est guère aisée. Nous devons signaler que dans le même temps TOWNSON (1977) travaillant à Liverpool sur du matériel récolté au Ghana analysait quant à lui 17 enzymes différents chez les espèces du complexe *S. damnosum*. La plupart de ces enzymes se sont révélés indifférenciés dans les espèces examinées ; d'autres sont polymorphes dans certaines populations et ne sont donc pas fixés dans l'une quelconque des espèces. Un seul des enzymes étudiés, la phosphoglucomutase (Pgm) a permis de différencier *S. yahense* de *S. sanctipauli*, *S. damnosum*, *S. squamosum* et *S. sirbanum* au site de prélèvement (barrage d'Akosombo, Ghana). Des études plus poussées sont également nécessaires pour confirmer la constance de ce type d'enzyme chez les espèces du complexe ; TOWNSON note également que les résultats des études enzymatiques opérées sur des spécimens de simules capturées dans la nature, qui risquent parfois d'avoir subi une détérioration biochimique avant d'y être soumis, demandent à être interprétés avec une prudence et un soin extrêmes.

Les derniers résultats de TOWNSON et MEREDITH (1978 comm. pers.) confirment le peu d'intérêt des études enzymatiques dans le complexe *S. damnosum* en Afrique de l'Ouest puisque sur 43 enzymes examinés seuls deux : la phosphoglucomutase, déjà citée, et la Tréhalase présentent un intérêt. La Tréhalase permet elle de distinguer *S. yahense* et *S. squamosum* des quatre autres espèces.

3. 3. ETUDES MORPHOLOGIQUES

3. 3. 1. RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

Jusqu'à la mise en évidence par DUNBAR (1966) d'un complexe d'espèces chez *S. damnosum* s.l. les observations morphologiques concernant cette "espèce" étaient peu nombreuses bien que déjà certaines variations eussent été notées (CRISP, 1956 ; LEWIS, 1958). A partir de cette découverte les travaux se sont multipliés (LEWIS et DUKE, 1966 ; Mc CRAE, 1966 ; HAUSERMANN, 1969).

Les oeufs n'ont jusqu'à présent fait l'objet d'aucune publication, bien que des observations aient été effectuées en particulier au microscope électronique à balayage (WILLIAMS, comm. pers.).

En ce qui concerne les larves, dès 1970 DISNEY avait signalé au Cameroun en zone de forêt des larves de

S. damnosum s.l. couvertes d'écaillés très allongées en forme de poils. GARMS et VAJIME (1975) signalaient également au Libéria la différence d'aspect entre les larves de *S. yahense* et *S. sançipauli*. Cependant aucun travail d'ensemble n'avait été fait sur les larves des diverses espèces ouest-africaines du complexe et aucune observation au microscope électronique n'avait pu être menée à l'exception des travaux de RAYBOULD *et al*, (1971) et de WILLIAMS *et al*, 1973 sur des larves de Simuliidae d'Afrique de l'est. Notons enfin les nombreuses observations de GOUTEUX (1975, 1976, 1977) sur les larves, nymphes et adultes du complexe *S. damnosum* en Afrique Centrale.

En Afrique de l'Ouest les nymphes n'ont fait l'objet jusqu'à présent d'aucune étude.

Les adultes eux aussi avaient jusqu'à présent été assez peu étudiés (LEWIS, 1958 ; LEWIS et DUKE, 1966 ; HAUSERMANN, 1969 ; LEWIS et RAYBOULD, 1974), aucun travail d'ensemble n'avait été effectué et la plupart des observations existantes (à l'exception de LEWIS, 1958 au Nigéria) concernaient l'Afrique de l'est ou l'Afrique centrale.

3. 3. 2. OBSERVATIONS PERSONNELLES

Nous avons déjà eu l'occasion de souligner les limites de la cytotaxonomie et la complexité des analyses enzymatiques pour l'étude du complexe d'espèces. Il apparait clairement que si la cytotaxonomie est d'un intérêt certain, elle ne saurait du point de vue pratique prévaloir sur des méthodes d'identification morphologique simples. Cela est particulièrement vrai pour les complexes d'espèces d'intérêt médical dont les études écologiques et épidémiologiques sur le terrain nécessitent une méthode pratique de détermination. Dans ce but nous avons étudié au microscope optique et électronique, les divers stades de développement (oeufs, larves, nymphes, adultes) des différentes espèces ouest-africaines du complexe *S. damnosum*.

3.3.2.1. stades préimaginaux

3.3.2.1.1. Les oeufs

Chez *S. damnosum* s. l. la membrane externe de l'oeuf a une structure filamenteuse que l'on peut observer au microscope électronique à balayage. L'aspect de cette surface change avec l'âge mais aussi durant la conservation (WILLIAMS,

comm. pers.). Un autre inconvénient pour l'observation des oeufs est la présence en surface de la matière adhésive qui colle les oeufs au support. Pour notre part nous n'avons pu observer de différences quant à l'aspect de la cuticule des oeufs prélevés dans les diverses zones cytotaxonomiques. Les oeufs obtenus par ponte de femelles gorgées ont été observés avec un grossissement de 10.000 ; au-delà les images obtenues étaient trop imprécises. WILLIAMS (comm. pers.) quant à lui a pu observer des différences entre des oeufs provenant d'Afrique de l'est et des oeufs provenant d'Afrique de l'ouest et ce avec des grossissements de l'ordre de 25.000.

3.3.2.1.2. Les larves

Notre étude a porté sur plus de 4.500 larves âgées identifiées par la méthode chromosomique. Ces larves sont issues de 126 gîtes différents répartis dans toutes les zones cytotaxonomiques.

3.3.2.1.2.1. Tubercules dorsaux et écailles tégumentaires.

La variabilité morphologique des larves des diverses espèces ouest-africaines apparaît nettement si l'on compare par exemple la cuticule larvaire de *S. yahense* à celle de *S. sanctipauli* (pl. IV, 2 et 4). Les planches IV et V regroupent les cuticules larvaires des six espèces présentes en Côte d'Ivoire ainsi que les cuticules d'un hybride *S. squamosum/S. sanctipauli* et d'un hybride *S. sanctipauli/S. soubrense*.

Chez *S. squamosum* et *S. yahense* les tubercules dorsaux sont toujours bien développés (pl. IV, 1 et 2 ; pl. X 1) et les écailles sont denses et de grande taille. Les écailles thoraciques sont plus étroites chez *S. squamosum* que chez *S. yahense* (respectivement 4 et 7 μ) (pl. VI, 1 et 2). Les écailles du dernier segment abdominal sont similaires et de deux types (pl. VIII 1 et 2). Certaines écailles sont longues et effilées en forme de poil, quelques autres plus disséminées sont de grande taille (longueur 40 μ , largeur 10 μ) et spatuliformes (pl. X, 4).

Chez *S. sanctipauli* et *S. soubrense* les tubercules dorsaux sont toujours très réduits et pratiquement inexistants (pl. IV, 4 ; pl. V, 1). Les écailles sont peu denses et de petite taille. Les écailles thoraciques sont plus arrondies chez *S. sanctipauli* que chez *S. soubrense* (pl. VI, 4 ; pl. VII, 1) ; elles

mesurent en moyenne 13 μ de longueur chez *S. sanctipauli* (pl. XI, 1) et 20 μ chez *S. soubrense* pour une largeur similaire de 6 μ . Les écailles abdominales du dernier segment sont également différentes : chez *S. sanctipauli* elles sont piriformes terminées par une ou deux pointes et mesurent 14 μ de long sur 10 μ de large (pl. VIII, 4 ; pl. XI, 2) ; chez *S. soubrense* elles sont habituellement plus spatuliformes que piriformes et mesurent 20 μ de long sur 9 μ de large (pl. IX, 1).

Chez *S. damnosum s.s.* et *S. sirbanum* les tubercules dorsaux sont de tailles très variables. Chez *S. damnosum s.s.* ils sont de taille moyenne ou de petite taille parfois pratiquement inexistantes. Chez *S. sirbanum* ils peuvent être bien développés comme chez *S. yahense* ou de taille plus petite comme chez *S. damnosum* (Pl. V, 3 et 4 ; pl. X, 3). Les écailles thoraciques, bien qu'ayant le même aspect, sont plus étroites chez *S. damnosum s. s.* (4 μ) que chez *S. sirbanum* (6 μ) (pl. VII, 3 et 4 ; pl. XI, 3). Les écailles abdominales postérieures sont similaires dans les deux espèces (pl. IX, 3 et 4 ; pl. XI, 4) ; elles sont lancéolées et allongées (36 μ de longueur).

L'hybride *S. sanctipauli/S. soubrense* a un aspect identique à celui de *S. sanctipauli* et *S. soubrense* (pl. V, 2). Les écailles thoraciques ont une forme intermédiaire entre celles de *S. sanctipauli* et de *S. soubrense*, alors que les écailles abdominales postérieures sont du type *S. sanctipauli* (pl. VII, 2 ; pl. IX, 2).

L'hybride *S. squamosum/S. sanctipauli* a un aspect général intermédiaire entre celui de *S. squamosum* et de *S. sanctipauli* (pl. IV, 3). Les tubercules sont peu marqués mais les écailles sont denses et de taille plus grande que chez *S. sanctipauli*. Les écailles thoraciques sont de forme intermédiaire entre *S. squamosum* et *S. sanctipauli*, il en est de même pour les écailles du dernier segment abdominal (pl. VI, 3 ; pl. VIII, 3). Chez cet hybride on retrouve comme chez *S. squamosum* deux types d'écailles abdominales postérieures, mais la différence entre les deux types est moins nette que précédemment. Il y a de petites écailles spatulées (longueur 21 μ , largeur 6 μ) et de grandes écailles spatulées (longueur 27 μ , largeur 10 μ).

3.3.2.1.2.2. hypostome et échancrure ventrale

Nous n'avons noté aucun caractère constant en ce qui concerne l'hypostome ou l'échancrure ventrale de la cap-

sule céphalique. Tout au plus peut-on remarquer que chez *S. squamosum* et *S. yahense* le bord supérieur de l'hypostome est bien droit, alors qu'il est concave pour les autres espèces. Cela est dû aux dents externes de l'hypostome qui sont plus ou moins développées.

3.3.2.1.2.3. Prémandibules

La disposition des soies sur les prémandibules est intéressante à noter :

- Chez *S. squamosum* et *S. yahense*, les grandes soies sont très robustes et séparées par une douzaine de soies plus petites de taille variable (pl. XII, 1)
- Chez *S. sanctipauli* et *S. soubrense*, les grandes soies nettement moins longues et moins robustes que précédemment sont séparées par une vingtaine de petites soies de taille assez régulière (pl. XII,2).
- Chez *S. damnosum* et *S. sirbanum*, les grandes soies sont bien développées et séparées seulement par une dizaine de soies de tailles variables (pl. XII, 3)

Cette étude des prémandibules a pu être faite seulement au microscope à balayage car au microscope optique le grossissement est insuffisant et de plus les soies s'agglutinent dans le milieu de montage. Ce caractère n'a donc été observé que sur un nombre restreint d'individus, le microscope électronique ne permettant pas l'étude d'aussi nombreuses préparations que le microscope optique. Ces larves n'ayant pas été identifiées par leurs chromosomes mais seulement par leurs gîtes d'origine, nous n'avons indiqué que le groupe d'espèces considéré sans préciser l'espèce elle-même.

3.3.2.1.2.4. Mandibules, sclérite anal, ébauches branchiales.

Nous n'avons pu observer aucun caractère morphologique constant permettant de séparer les cytotypes d'après les mandibules, le sclérite anal ou les ébauches branchiales.

3.3.2.1.3. Les nymphes

Les nymphes ont d'abord été étudiées au microscope électronique. Des différences intéressantes dans la forme des crochets cuticulaires abdominaux ont pu être observés sur les quelques exemplaires étudiés pour chaque groupe d'es-

pèces (pl. XIII et pl. XIV). Cependant ces différences ne sont guère appréciables au microscope optique.

3.3.2.2. Les adultes

L'identification des différents membres du complexe *S. damnosum* à l'état adulte est une priorité essentielle pour l'étude bioécologique et épidémiologique du vecteur ainsi que pour son contrôle. Notre effort a porté principalement sur les femelles puisque ce sont elles seules qui transmettent *O. volvulus* et qu'elles se déplacent parfois sur des centaines de kilomètres.

3.3.2.2.1. Les femelles

Pour notre étude biométrique et statistique plus de 2.500 femelles ont été utilisées. Elles provenaient essentiellement de nos stations d'études bioécologiques et épidémiologiques (cf. chapitres 3 et 4). Depuis lors plus de 20.000 femelles ont été identifiées pour notre seul programme.

Après étude de divers caractères morphologiques (crochets des tarse, écailles abdominales, palpes maxillaires, mandibules, taille des pattes et des ailes, génitalia) nous avons sélectionné quatre caractères paraissant particulièrement intéressants, la taille de l'antenne, l'aplatissement (ou tassement) des articles antennaires, le nombre de dents maxillaires et enfin le nombre d'épines sur la nervure radiale de l'aile.

3.3.2.2.1.1. Les antennes

Dès le début de cette étude il est apparu clairement que les simulies de savane (*S. damnosum* et *S. sirbanum*) ont des antennes différentes de celles des femelles de forêt (*S. sanctipauli*, *S. soubrense*, *S. squamosum* et *S. yahense*). Dans le premier cas les articles antennaires 4 à 8 sont tassés, les articles 1 à 3 et 9 à 11 étant normaux. Dans le second cas tous les articles sont normaux à l'exception toutefois des articles 4 et 5 qui sont habituellement compressés chez *S. squamosum* et *S. yahense*. La taille des antennes est également très variable. Elle est maximum chez *S. sanctipauli* et *S. soubrense*, moyenne chez *S. yahense* et *S. squamosum*, minimum chez *S. damnosum* et *S. sirbanum*. (pl. XV, 1, 2 et 3).

A partir de ces constatations nous avons effectué une étude biométrique et statistique détaillée des antennes

des diverses espèces obtenues par émergence de femelles issues de gîtes bien connus du point de vue cytotaxonomique. Pour rendre compte de la taille de l'antenne nous avons simplement mesuré la longueur totale de l'antenne. Pour rendre compte du tassement des articles antennaires nous avons successivement utilisé deux rapports. Le premier rapport dit de "tassement global" est obtenu en divisant la longueur totale de l'antenne par la longueur des segments 4 à 8. Le second rapport dit de "tassement des articles" est plus précis. Nous l'obtenons en calculant pour chacun des articles 4 à 8 le rapport largeur sur hauteur puis en additionnant les cinq rapports. Enfin nous avons également calculé un rapport d'effilement de l'antenne (largeur du 3^{ème} article divisée par la largeur du 10^{ème} article) qui s'est révélé peu intéressant car pratiquement identique chez les diverses espèces.

Les résultats de cette étude biométrique et statistique sont présentés dans le tableau 2 et sur les divers graphiques (fig. 9, 10, 11 et 12). sur ces graphiques sont indiqués les histogrammes de répartition réellement observés et les courbes théoriques de répartition des populations suivant une distribution normale. La taille et l'aspect des antennes étant très similaires à l'intérieur des paires d'espèces nous n'avons indiqué sur les graphiques qu'une seule espèce par paire.

Tableau 2 - Caractéristiques maxillaires et antennaires des diverses espèces

Caractères Espèces	Nbre de dents Maxill.	Nbre de soies apicales	Effil. de l' ant.	Longueur de l'antenne	Tasse- ment glob.	Tassement par article
<i>S. dam- nosum</i>	47 42—49	2	1,48	500 410—550	2,70	9,10 $\frac{10,10}{12,30}$
<i>S. sirba- rum</i>	52 49—57	2	1,48	510 420—550	2,71	9,10 $\frac{10,12}{12,30}$
<i>S. squa- mosum</i>	45 41—49	0-4	1,50	520 460—565	2,60	6,80 $\frac{8,24}{9,10}$
<i>S. yahan- se</i>	45 41—49	0-4	1,48	530 470—565	2,53	7,00 $\frac{8,23}{9,10}$
<i>S. Sou- brense</i>	49 47—54	2-4	1,48	630 565—750	2,47	6,80 $\frac{7,70}{8,40}$
<i>S. sancti- pauli</i>	44 39—47	2-4	1,43	630 565—750	2,42	6,30 $\frac{7,63}{8,30}$

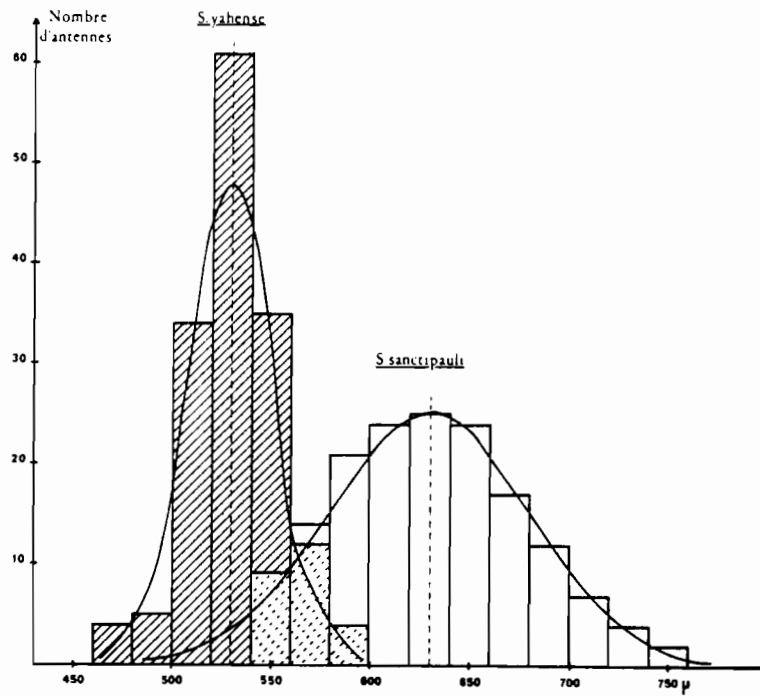


Fig. 9 - Longueur de l'antenne chez *S. yahense* et *S. sanctipauli*

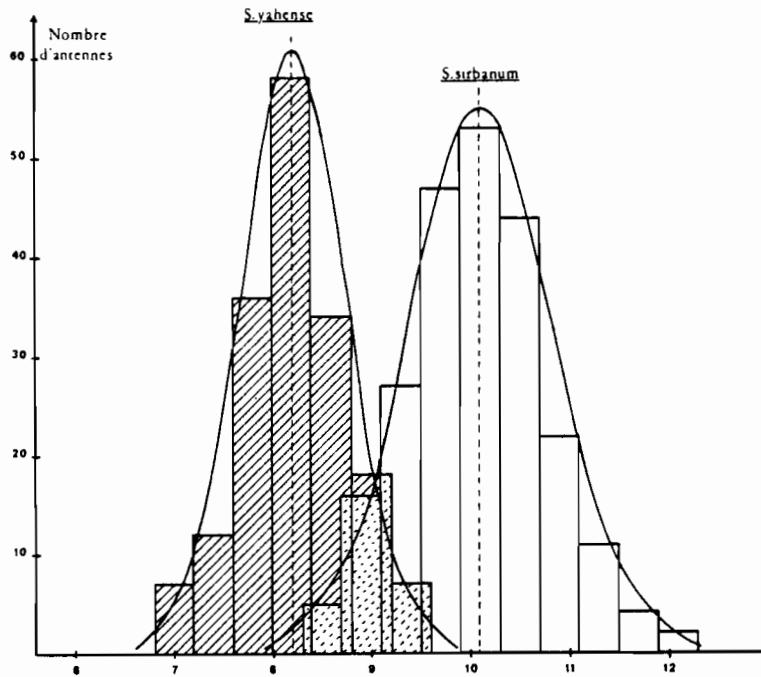


Fig. 10 - Rapport de tassement des articles antennaires chez *S. yahense* et *S. sirbanum*.

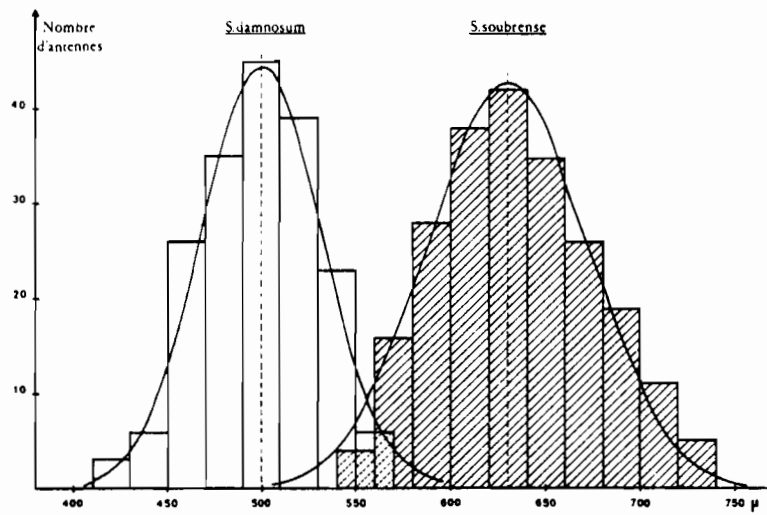


Fig. 11 - Longueur de l'antenne chez *S. damnosum* et *S. soubrense*

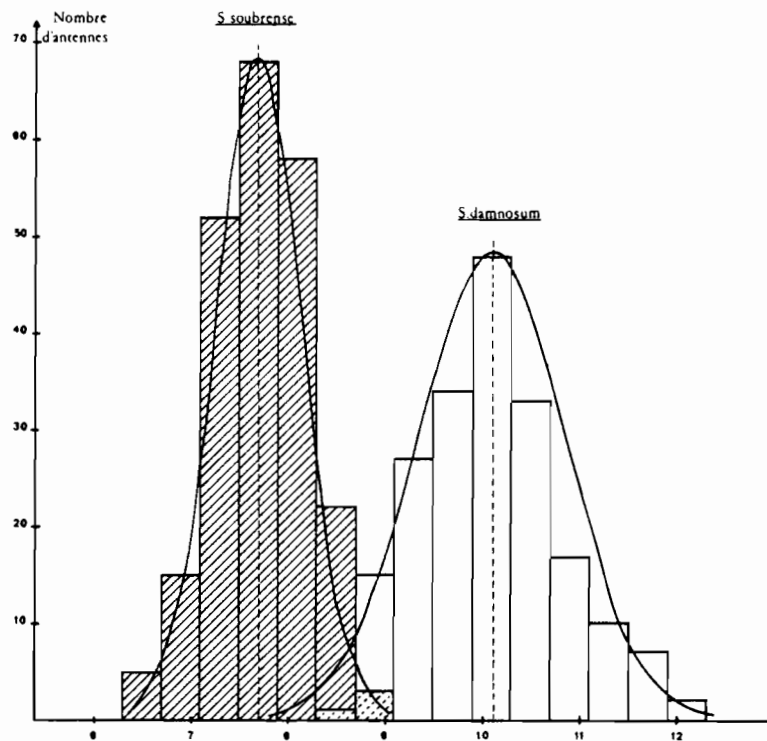


Fig. 12 - Rapport de tassement des articles antennaires chez *S. soubrense* et *S. damnosum*

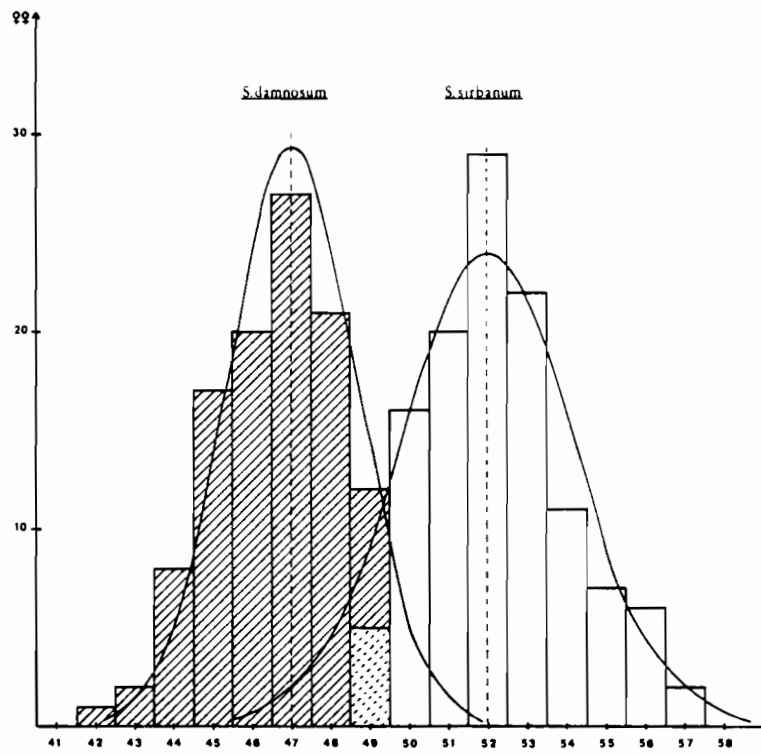


Fig. 13 - Nombre de dents maxillaires chez *S. damnosum* et *S. sirbanum*.

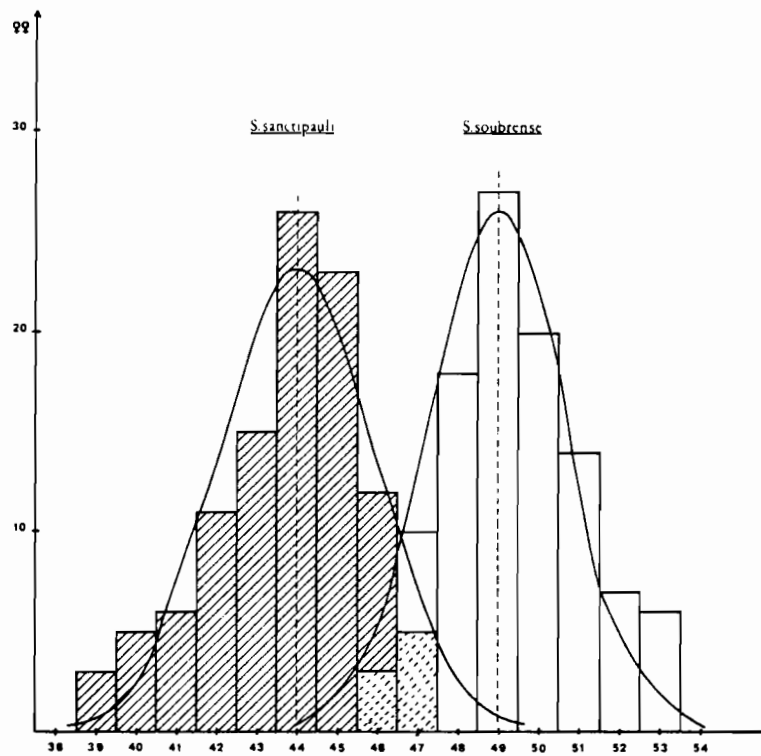


Fig. 14 - Nombre de dents maxillaires chez *S. sanctipauli* et *S. soubrense*.

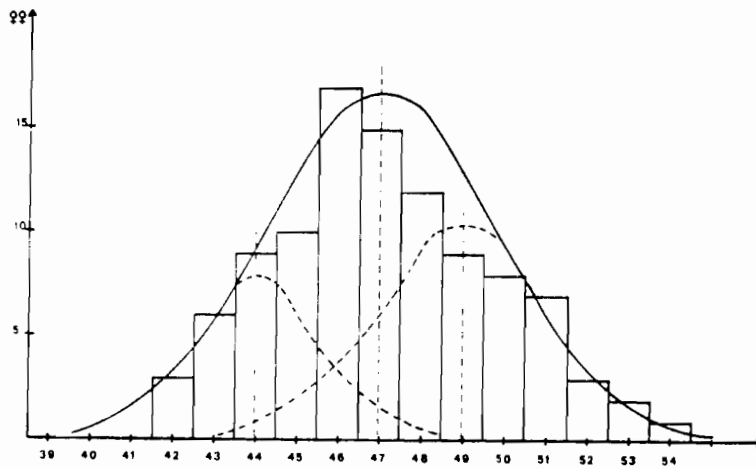


Fig. 15 - Nombre de dents maxillaires d'une population *S. sanctipauli/S. soubrense* sur le *Sassandra* avec 40 à 50 % d'hétérozygotes IIL_6/IIL_{6-7}

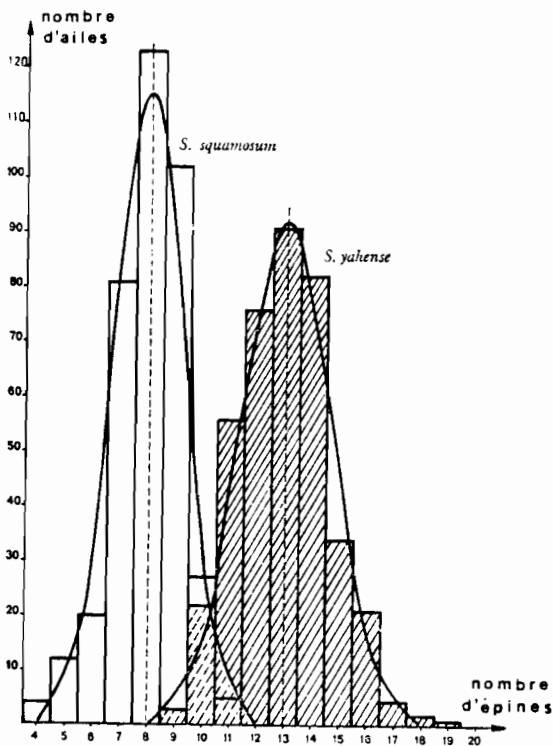


Fig. 16 - Nombre d'épines sur la nervure radiale de l'aile chez *S. squamosum* et *S. yahense*.

Chez *S. damnosum* et *S. sirbanum* les articles 4 à 8 de l'antenne sont très aplatis comparativement aux segments 1 à 3 et 9 à 11. Il faut cependant remarquer que selon les zones (savane soudanaise ou savane forestière) on peut observer des antennes dont tous les articles sont tassés ou au contraire des antennes où le tassement est peu important (dans ce cas cependant la coloration jaunâtre de l'antenne et les articles bien rectangulaires permettent de reconnaître des similies de savane). Ces variations du tassement des articles explique que le rapport de tassement est compris entre 9,10 et 12,30 (10,10 en moyenne). L'antenne mesure en moyenne 500 μ (valeurs extrêmes 410 et 450 μ). Le rapport global d'aplatissement est égal à 2,7. Le nombre de soies apicales est généralement de 2, rarement 3. La coloration est habituellement jaunâtre. La partie apicale est parfois plus foncée surtout en savane guinéenne.

Chez *S. sanctipauli* et *S. soubrense*, les articles de l'antenne ne sont pas comprimés. L'antenne mesure en moyenne 630 μ chez les deux espèces (valeurs extrêmes 565 et 750 μ). Le rapport global de tassement est égal à 2,42 chez *S. sanctipauli* et 2,47 chez *S. soubrense*. Le rapport de tassement des articles est compris entre 6,30 et 8,30 chez *S. sanctipauli* et entre 6,80 et 8,40 chez *S. soubrense* (7,63 en moyenne chez *S. sanctipauli*, 7,70 chez *S. soubrense*). Le nombre de soies apicales varie de 2 à 4. La coloration des antennes est habituellement brun-foncé.

Chez *S. squamosum* et *S. yahense*, la taille moyenne des antennes est de 530 μ (valeurs extrêmes 460 à 565 μ). Les articles 4 et 5 de l'antenne étant la plupart du temps aplatis, le tassement global est de 2,53 chez *S. yahense* et de 2,60 chez *S. squamosum*. Le tassement des articles est compris entre 6,80 et 9,10 (valeur moyenne 8,23). Le nombre de soies apicales varie de 0 à 4. La coloration des antennes est assez uniforme ; elles sont en général brun clair avec une pilosité importante.

3.3.2.2.1.2. Les maxilles

Nous avons déjà observé précédemment la grande variabilité du nombre de dents maxillaires chez les femelles du complexe *S. damnosum* : ce nombre varie en effet de 39 à 57 pour les deux maxilles. Nous avons repris cette étude du nombre de dents maxillaires en relation avec les diverses espèces.

Dans toute les zones de savane ou nous avons travaillé sur un mélange *S. damnosum* - *S. sirbanum*, nous avons

pu observer deux populations distinctes en ce qui concerne le nombre total de dents maxillaires (fig. 13). Le première de ces deux populations dont le nombre moyen de dents maxillaires est de 47 (valeurs extrêmes 42 et 49) correspond à *S. damnosum* s.s.; l'autre, dont le nombre moyen de dents maxillaires est de 52 (valeurs extrêmes 49 et 57) correspond à *S. sirbanum* comme le montre l'étude de femelles d'élevage en provenance de pontes isolées (RAYBOULD) dont quelques larves avaient été déterminées grâce aux chromosomes.

Sur les gîtes peuplés par *S. sanctipauli* le nombre moyen de dents maxillaires est de 44 (valeurs extrêmes 39 à 47) ; il est de 49 (valeurs extrêmes 47 à 54) chez *S. soubrense* (fig. 14). Il faut toutefois noter que dans les zones où les hétérozygotes critiques IIL_{4-6}/IIL_{4-6-7} sont nombreux, comme sur le Sassandra, on obtient un seul pic correspondant à 47 dents maxillaires (fig. 15).

Chez *S. squamosum* et *S. yahense* le nombre de dents maxillaires est apparemment le même. Il est de 45 en moyenne, avec des valeurs extrêmes de 41 à 49.

3.3.2.2.1.3. Les épines de la nervure radiale de l'aile.

Le nombre de dents maxillaires ne pouvant être utilisé pour identifier *S. squamosum* et *S. yahense*, nous avons dû chercher des caractères morphologiques supplémentaires. SOPONIS et PETERSON (1976) travaillant sur des femelles du complexe *S. damnosum* en provenance du Togo, notaient que six caractères morphologiques leur semblaient utiles pour identifier les femelles. Cinq de ces caractères concernaient la longueur de différents appendices de la femelle (basitarses antérieur et moyen, fémur antérieur, aile, 4^{ème} segment du palpe maxillaire). Compte-tenu des grandes variations de taille chez les femelles en fonction des saisons et des localités nous n'avons pas retenu ces caractères. Par contre le dernier de ces six caractères concernant le nombre d'épines sur la nervure radiale de l'aile nous a semblé plus prometteur.

Notre étude a été effectuée sur 2.468 ailes de femelles appartenant aux six espèces importantes d'Afrique de l'ouest. La plupart des femelles provenaient de nos stations d'étude en Côte d'Ivoire, cependant pour *S. squamosum* nous avons reçu des femelles du Ghana (Tamalé, Kintampo) et du Bénin (Natingou et Wê-Wê) et pour *S. sirbanum* et *S. damnosum* s.s. des

femelles en provenance de Haute-Volta (Nabéré, Pont de la Léraba, Nablébia, Yakala) ou du Mali (Kori-Kori, Kouoro). Toutes ces ailes ont été montées au P. V. A. (Cf. 1.3.1.2.) et nous avons compté le nombre d'épines sur la nervure radiale de l'aile jusqu'à sa jonction avec la nervure costale. Les résultats sont indiqués sur le tableau n° 3

Tableau n° 3 - Nombre d'épines sur la nervure radiale de l'aile pour les différentes espèces (e = nombre d'épines sur la nervure ; a = nombre d'ailes ayant le nombre d'épines considéré).

<i>squamosum</i>		<i>yahense</i>		<i>sirbanum</i>		<i>damnosum</i>		<i>soubrense</i>		<i>sanctipauli</i>	
e	a	e	a	e	a	e	a	e	a	e	a
3	0	8	0	3	0	3	0	5	0	5	3
4	4	9	3	4	5	4	5	6	5	6	4
5	12	10	17	5	8	5	14	7	26	7	19
6	20	11	56	6	20	6	33	8	30	8	23
7	81	12	76	7	64	7	49	9	93	9	40
8	123	13	91	8	100	8	84	10	88	10	39
9	102	14	82	9	125	9	138	11	69	11	43
10	27	15	34	10	124	10	89	12	37	12	30
11	5	16	21	11	92	11	61	13	30	13	13
12	0	17	4	12	49	12	14	14	13	14	13
		18	2	13	18	13	6	15	1	15	2
		19	1	14	4	14	0	16	0	16	1
				15	2						

Les femelles de *S. sirbanum*, *S. damnosum* s.s., *S. soubrense* et *S. sanctipauli* ont été identifiées à l'aide des antennes et du nombre de dents maxillaires. Les femelles de *S. squamosum* et *S. yahense* étaient des femelles d'émergence provenant de gîtes larvaires où les identifications chromosomiques avaient permis de reconnaître uniquement ou *S. squamosum* ou *S. yahense*.

A la vue du tableau 3 il apparaît clairement que *S. sirbanum*, *S. damnosum* s.s., *S. soubrense* et *S. sanctipauli* ont un nombre similaire d'épines sur la nervure radiale de l'aile alors que *S. squamosum* et *S. yahense* sont nettement différents l'un de l'autre. Pour ces deux espèces nous indiquons sur le graphique (fig. 16) les histogrammes de répartition observés et les courbes théoriques de distribution normale. Pour *S. squamosum* le nombre moyen d'épines sur la nervure radiale de l'aile est 8, pour *S. yahense* ce nombre est 13. Si nous considérons les courbes théoriques de distribution normale nous pouvons calculer que

94 % des femelles de *S. squamosum* ont un nombre d'épines compris entre 4 et 10 (inclus) et 88 % des femelles de *S. yahense* un nombre compris entre 11 et 20.

3.3.2.2.1.4. Clé de détermination des femelles.

Compte tenu de nos résultats concernant l'étude des antennes, des dents maxillaires et des épines sur la nervure radiale de l'aile, il nous est possible d'établir une clé de détermination des femelles du complexe *S. damnosum* en Côte d'Ivoire.

- 1 - Longueur des antennes comprise entre 750 et 565 μ (tassement des articles compris entre 6,30 et 8,40) 2
 - Longueur de l'antenne comprise entre 565 et 410 μ (tassement des articles compris entre 6,80 et 12,30) 3
- 2 - Nombre de dents maxillaires compris entre 39 et 47 *S. sanctipauli*
 - Nombre de dents maxillaires compris entre 47 et 54 *S. soubrense*
- 3 - Tassement des articles antennaires compris entre 6,80 et 9,10 (longueur de l'antenne comprise entre 460 et 565 μ , nombre de dents maxillaires compris entre 41 et 49)..... 4
 - Tassement des articles antennaires compris entre 9,10 et 12,30 (longueur de l'antenne comprise entre 410 et 550 μ , nombre de dents maxillaires compris entre 42 et 57)..... 5
- 4 - Nombre d'épines sur la nervure radiale de l'aile compris entre 4 et 10 *S. squamosum*
 - Nombre d'épines sur la nervure radiale de l'aile compris entre 11 et 20 *S. yahense*
- 5 - Nombre de dents maxillaires compris entre 42 et 49 *S. damnosum s.s.*
 - Nombre de dents maxillaires compris entre 49 et 57 *S. sirbanum*

Cette clé appelle un certain nombre de remar-

ques que nous ferons lors de la discussion.

3.3.2.2.2. *Les mâles*

Nous citons l'étude morphologique des mâles pour mémoire. En effet, si nous avons monté entre lames et lamelles des mâles de diverses zones nous n'avons pas eu la possibilité de les étudier en détail. Les mâles sont peu intéressants pour l'entomologiste médical car ils ne sont pas hématophages (ils se nourrissent de jus sucré), ne se déplacent apparemment guère et ont une vie supposée très brève. L'étude des genitalia mâles serait cependant intéressante du point de vue taxonomique et les montages effectués devront être examinés lors d'un travail ultérieur (SECHAN, comm. pers.).

3.3.3. DISCUSSION

Nous ne reviendrons pas lors de cette discussion sur la morphologie des oeufs, des nymphes et des mâles qui n'ont fait l'objet que d'observations exploratoires. Nous la consacrerons donc au travail effectué sur les larves âgées et les femelles.

3.3.3.1. *Les larves*

En ce qui concerne les larves, leur identification morphologique au niveau du groupe d'espèces (*S. damnosum-S. sirbanum*, *S. sanctipauli-S. soubrense*, *S. squamosum-S. yahense*) est relativement aisée. Avec une simple loupe binoculaire, sans aucun montage préalable, il est possible de séparer les groupes d'espèces grâce à la taille des tubercules et à l'aspect des écailles tégumentaires. Il est prudent d'utiliser simultanément les deux caractères car nous l'avons vu précédemment *S. damnosum* peut parfois présenter des tubercules très réduits et être confondu dans ce cas avec *S. soubrense/S. sanctipauli*, l'observation des écailles postérieures abdominales permet dans ce cas d'éviter toute erreur. Nous avons nous-même testé cette méthode à plusieurs reprises et l'identification chromosomique ultérieure des larves a confirmé la détermination morphologique. Cette technique d'identification des larves est particulièrement intéressante lorsque l'on doit identifier un grand nombre de larves. C'est ainsi qu'un de nos collègues de Bouaké (P. GUILLET) travaillant sur le haut-bassin du Sassandra a pu identifier en quelques semaines plus de 16.000 larves tuées lors d'essais in-

secticides. Le même travail d'identification par la méthode chromosomique aurait exigé au minimum trois à quatre années, ce qui n'est pas concevable.

Bien sur l'identification au niveau de l'espèce n'est guère possible bien que de faibles différences existent (cf. 3.3.2.1.2.) mais souvent il n'est pas nécessaire d'avoir une identification aussi précise. Il est également possible de combiner les deux méthodes. Dans le cas par exemple de notre étude de répartition géographique des cytotypes (cf. 4.1.2.1.) nous pouvions trier au départ les larves récoltées sur des critères morphologiques afin d'avoir toutes les chances de répertorier les diverses espèces présentes lors de l'identification chromosomique. Inversement si les identifications chromosomiques nous indiquaient par exemple la présence de *S. yahense*, *S. soubrense* et *S. damnosum* sur un gîte (ce qui est le cas sur certains gîtes du Haut-Sassandra) il était ensuite possible d'identifier un grand nombre de larves uniquement par leur morphologie. Enfin lors de l'étude du transit intestinal larvaire (ELSEN *et al* 1978) il était possible de choisir au départ des larves appartenant aux divers groupes d'espèces.

La méthode d'identification morphologique des larves est donc une méthode simple et pratique permettant de se faire rapidement une idée sur la composition taxonomique d'un gîte larvaire à *S. damnosum* *s.l.* Elle est également utile pour faire une bonne étude de répartition des espèces par la méthode chromosomique. Il est également souhaitable que des études ultérieures permettent de compléter cette méthode et que l'identification au niveau de l'espèce soit possible.

Jusqu'à présent cette méthode s'est révélée parfaitement fiable pour les larves récoltées dans divers pays d'Afrique de l'ouest (Côte d'Ivoire, Haute-Volta, Mali) cependant sa généralisation à toute l'Afrique occidentale ne saurait se faire sans précautions. Dans un premier temps il reste toujours souhaitable de pouvoir comparer les résultats obtenus par la méthode chromosomique d'une part et la méthode morphologique d'autre part.

3.3.3.2. Les femelles

Notre clé de détermination des femelles a déjà été utilisée à grande échelle par nos collègues de l'I. R. O. de Bouaké et nous-même lors des divers programmes de recherche (bioécologie, échantillonnage des populations, épidémiologie,

tests insecticides). Elle a également été utilisée par les entomologistes et les divers chercheurs et consultants d'O. C. P. principalement lors des études de réinvasion des zones traitées (cf. 4.2.2.3.). Elle a en particulier permis d'établir que pratiquement toutes les femelles de réinvasion étaient des femelles de savane (à l'exception de quelques femelles appartenant aux espèces *S. soubrense* et *S. squamosum*). Nous avons aussi pu constater, comme d'ailleurs les différents utilisateurs, qu'il y avait une très bonne concordance entre les identifications chromosomiques larvaires effectuées sur un gîte et les identifications morphologiques des femelles capturées dans la même zone, mais certaines précautions sont à prendre lors de l'utilisation de cette clé.

Dans un premier temps il est préférable de mesurer soigneusement les antennes au besoin en les dessinant à la chambre claire. Le montage des maxilles est délicat et il faut lors des identifications s'assurer que celles-ci ne sont pas déchirées ou incomplètes. La coloration des antennes est également un caractère très utile mais il faut savoir qu'une longue conservation des femelles dans l'alcool lui enlève toute valeur. Les antennes elles-mêmes peuvent subir des distorsions par exemple lorsque les femelles sont récoltées dans de la glu (piégeage). Enfin comme nous l'avons déjà signalé précédemment, il y a des variations locales des caractères morphologiques liées vraisemblablement aux variations chromosomiques que nous avons pu observer selon les zones (spectres d'inversions flottantes).

Sans fausser complètement la clé de détermination, ces variations peuvent entraîner cependant des difficultés d'interprétation de certains caractères. C'est ainsi qu'en savane guinéenne et en particulier dans le secteur préforestier *S. damnosum s.s.* présente parfois des antennes peu tassées qui peuvent faire penser à *S. yahense* ou *S. squamosum*. Cependant la coloration jaunâtre, la faible pilosité et la forme des articles antennaires (rectangulaires et non pas en tonnelet) permettent avec un peu d'habitude d'éviter les erreurs d'identification.

Le nombre de dents maxillaires et d'épines sur les ailes paraissent eux aussi pouvoir être affectés dans certaines zones par le polymorphisme chromosomique. Il reste donc prudent d'utiliser l'identification morphologique des femelles en constante relation avec l'identification chromosomique des

larves présentes sur le gîte étudié et sur les gîtes voisins. Une bonne connaissance de la répartition larvaire des diverses espèces aux diverses saisons est donc nécessaire avant d'entreprendre une étude bioécologique et épidémiologique des femelles afin de choisir convenablement ses points de capture aux diverses périodes de l'année.

GARMS (comm. pers.) qui a utilisé cette clé à plusieurs reprises préconise d'y adjoindre un caractère supplémentaire déjà noté précédemment par LEWIS et DUKE (1966) concernant la couleur des touffes de poils à la base de l'aile. En effet chez les femelles de forêt ces touffes sont de couleur noire et chez les femelles de savane de couleur blanche. Il constate de plus que chez *S. squamosum* les touffes alaires sont souvent blanches et noires. Cependant il note que, comme nous l'avions déjà observé, chez *S. soubrense* ces touffes restent parfois blanches. Cette dernière observation nous avait fait abandonner ce caractère qui mérite cependant d'être retenu compte-tenu de son utilité en particulier dans le cas d'antennes peu typiques. Notons enfin que l'essentiel de notre matériel d'étude provenant de Côte d'Ivoire ou de pays voisins (Haute-Volta, Mali, Ghana) l'extension de la validité des divers caractères morphologiques à l'ensemble de l'Afrique de l'ouest doit se faire avec prudence.

Les études morphologiques sur les femelles du complexe *S. damnosum* se poursuivent et au moment même où nous rédigeons ces lignes, DANG et PETERSON (1978) tentent de mettre au point une clé des femelles ne nécessitant pas de montage préalable. Cette clé fondée sur l'aspect et la coloration des écailles scutellaires est encore incomplète et doit également, de l'avis même des auteurs, être testée à grande échelle sur le terrain afin de vérifier sa validité dans les différentes zones avant publication.

Chapitre 4

**ÉTUDE BIOÉCOLOGIQUE
DU COMPLEXE *S. damnosum***

Notre étude bioécologique a porté essentiellement sur les femelles qui, nous l'avons vu précédemment, sont seules vectrices d' *O. volvulus*. Cependant nos études chromosomiques et morphologiques sur les larves nous ont amené à nous intéresser à la bioécologie larvaire.

4. 1. BIOÉCOLOGIE LARVAIRE

Nous ne nous sommes attachés qu'au point particulier de l'étude de la répartition géographique des gîtes larvaires des diverses espèces. Cette étude nous a amené à étudier et à analyser les caractères physico-chimiques de l'eau des gîtes larvaires en saison sèche comme en saison des pluies.

4.1.1. REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES GITES LARVAIRES DES DIFFERENTES ESPECES DU COMPLEXE.

4.1.1.1. Rappel bibliographique

En ce qui concerne la répartition géographique des gîtes larvaires des diverses espèces du complexe *S. damnosum* les références sont peu nombreuses et très récentes. Les premières indications sur la répartition géographique de ces espèces en Afrique de l'ouest ont été données par DUNBAR et VAJIME (1972) puis VAJIME et DUNBAR (1975). Il s'agissait alors d'informations très fragmentaires, les récoltes effectuées par diverses personnes étant très disséminées et les prélèvements n'ayant été effectués qu'à une seule période de l'année. Des études systématiques de répartition ont ensuite été effectuées au Libéria et en Gui-

N°	Gîte	Rivière	Zone bio-climatique	Date	Nbre de larves	Résultats
10	Badikaha	Bandama	Sav. guinéen.	22.01.74	43	25 da 18 si
11	Confluent Lafigué	Lafigué	" "	7.01.74	17	15 da 2 si
12	Béma	Bandama	" "	7.01.74	21	12 da 5 si 4 so
13	Niakaraman-dougou	"	" "	7.01.74	13	9 da 4 si
14	Marabadiassa	"	" "	25.03.74	17	17 da
15	Bonzi	"	Zone préfo-rest.	8.01.74	19	18 da 1 si
16	Taabo	"	Forêt	a)9.05.75 b)8.07.76	47 57	28 sa 19 so 20 sa 32 so 5 het
17	Ahouati	"	"	a)6.04.75 b)7.06.76	63 48	39 sa 22 so 2 het 32 sa 12 so 4 het
18	Gauthier	"	"	a)16.4.75 b)28.9.76 c)16.5.77	26 30 33	22 sa 4 het 30 sa 33 sa
19	Tiassalé	"	"	16.04.75	42	39 sa 3 het
20	Morondo	Marahoué	sav. guinéen.	6.05.75	14	8 da 6 si
21	Kani	"	" "	6.05.75	23	12 da 7 si 4 so
22	Nieon	"	" "	6.05.75	17	15 da 2 si
23	Mankono	"	" "	6.05.75	41	27 da 14 si
24	Kongasso	"	" "	2.04.76	24	6 da 18 si
25	Danangoro	"	Zone Préfo-rest.	a)19.2.75 b)24.3.76 c) 8.4.75 d)17.11.75 e) 9.3.77	38 52 29 148 106	13 da 8 si 17 so 41 da 6 si 5 so 6 da 4 si 19 so 14 da 134 so 57 da 18 si 31 so
26	Bouaflé	"	"	7.05.75	19	19 da
27	Ngolodougou	N'Zi	sav. guinéen.	9.05.75	13	5 da 8 si
28	Niakaraman-dougou	"	" "	9.05.75	18	18 da
29	Bounadougou	"	" "	9.05.75	27	16 da 11 si
30	Katiola	"	" "	9.05.75	9	9 da
31	Timbéguélé	"	" "	9.05.75	11	8 da 3 si

N°	gite	Rivière	Zone bioclimatique	Date	Nbre de larves	Résultats
32	Fétékro	N'Zi	sav. guinéen.	a)10.01.75 b) 9.05.75	42 25	24 da 13 si 5 so 14 da 5 si 6 so
33	Potossou	"	Zone pré-forest.	12.05.75	33	27 da 6 so
34	Dimbokro	"	"	a)15.01.74 b)12.05.75	21 14	18 da 3 si 12 da 2 si
35	Kravasou	"	Forêt	12.05.75	21	7 da 14 so
36	Koyekro	"	"	12.05.75	18	3 da 15 sa
37	Pont N'douci	"	"	12.05.75	9	1 da 8 sa
38	Gangoro	Kan	sav. guinéen.	16.10.73	12	11 da 1 si
39	Loukouyakro	"	Zone préfo.	16.10.73	19	17 da 2 si
40	Asserekro	"	"	14.01.74	26	26 da
41	Bavé con-fluent	Comoé	Sav. guinéen.	6.11.73	17	14 da 3 si
42	Yevele con-fluent	"	" "	6.11.73	8	8 da
43	Gawi	"	" "	6.11.73	12	12 da
44	Iringou confluent	"	" "	6.11.73	29	26 da 3 si
45	Gansé	"	" "	6.11.73	25	19 da 6 si
46	Lissolo	"	Zone Préfo.	7.11.73	37	37 da
47	Serebou	"	" "	8.01.75	46	37 da 9 so
48	Kotobo	"	" "	7.11.73	15	11 da 4 so
49	Akakomoekro	"	Forêt	7.11.73	11	6 da 5 so
50	Angouakro	"	"	7.11.73	17	17 so
51	Amankoukro	"	"	a) 7.11.73 b) 5.10.76	9 54	9 so 33 da 21 so
52	Attakro	"	"	a) 8.11.73 b)14.09.76	13 43	10 so 3 sa 27 so 12 sa 4 het
53	Assakrou	"	"	8.11.73	18	18 so
54	Blekoum	"	"	8.11.73	27	22 so 3 sa 2 het
55	M'Basso	"	"	a) 8.11.73 b)18.08.76	12 37	12 so 28 so 9 sa
56	Abradinou	"	"	8.11.73	24	17 so 5 sa 2 het
57	Mebifon	"	"	8.11.73	16	16 sa

N°	gîte	Rivière	Zone bio-climatique	Date	Nbre de Larves	Résultats
58	Alépé	Comoé	Forêt	8.11.73	32	32 sa
59	Mazou	Volta noire	sav. guinéen.	5.11.73	29	21 da 8 si
60	Bui (Ghana)	"	" "	5.11.73	43	37 da 6 si
61	Niaguéla	Niaguéla	" "	5.11.73	7	7 si
62	Bianouan	Bia	Forêt	8.11.73	19	7 so 8 sa 2 ya 2so/ya
63	Kanaso	Sien	sav. guinéen.	13.11.73	27	5 da 22 ya
64	Massadougou	"	" "	a)13.11.73 b) 5.11.74 c)20.11.75 d)15.06.76 e)24.09.76	17 106 39 40 32	3 da 14 ya 12 da 94 ya 8 da 17 so 14 ya 19 da 4 si 17 ya 9 da 5 si 18 ya
65	Faberadougou	"	" "	13.11.73	25	9 da 12 so 4 ya
66	Boa confluent	"	" "	13.11.73	19	2 da 15 so 2 sa
67	Tiékoro-dougou	Tiamba	" "	13.11.73	20	4 da 16 si
68	Boa confluent	"	" "	13.11.73	33	9 da 11 so 13 si
69	Toranou	Boa	" "	13.11.73	28	3 so 4 sa 2 het 19 ya
70	Nakava-dougou	"	" "	5.03.74	37	15 da 22 si
71	Niamotou	"	" "	a)13.11.73 b)16.03.76 c)29.09.76 d) 6.05.77 e) 1.07.77	16 19 29 22 47	2 da 3 so 11 ya 3 da 16 si 29 ya 12 da 10 si 25 so 22 het
72	N'Golodougou	Bagbé	" "	a)13.11.73 b) 4.11.74 c)11.03.75 d)19.11.75 e)17.03.76	26 67 50 47 27	11 so 7 sa 8 het 25 so 11 sa 31 het 21 da 19 si 7 so 3 sa 17 so 8 sa 22 het 21 da 6 si
73	Fabouedougou	"	" "	13.11.73	22	8 so 4 sa 5het 5 ya
74	Sekourala	"	" "	13.11.73	23	11 so 5 sa 7 het
75	Boguine	Bafing	" "	13.11.73	17	8 so 3 sa 6 het

N°	Gîte	Rivière	Zone bioclimatique	Date	Nbre de larves	Résultats
76	Zagoue	Bafing	sav. guinéen.	13.11.73	9	7 so 2 ya
77	Wasabo	Sassandra	" "	13.11.73	32	5 da 23 so 3 sa 1 ya
78	Sorotana	"	" "	13.11.73	23	7 da 2 si 14 so
79	Kouroukoro	"	" "	13.11.73	37	11 da 18 so 5 sa 3 ya
80	Semien	"	Forêt	13.11.73	24	24 so
81	Taobli	"	"	14.11.73	15	15 so
82	Mt Peko	"	"	14.11.73	29	13 so 9 sa 5 het 2 ya
83	Piéhon	"	"	14.11.73	19	7 so 4 sa 8 het
84	Issia	"	"	14.11.73	35	8 so 15 sa 12 het
85	Buyo	"	"	14.11.73	18	5 so 11 sa 2 het
86	Tapero	"	"	14.11.73	22	4 so 13 sa 5 het
87	Soubre	"	"	14.11.73	27	11 so 9 sa 7 het
88	Sougou	"	"	15.11.73	38	12 so 15 sa 11 het
89	Louga	"	"	a) 15.11.73 b) 8.01.76	19 22	11 sa 8 het 16 sa 6 het
90	Loubouayo	Zordo	"	15.11.73	21	12 ya 6ya/sa 3 ya/so
91	Noboagui	Méné	"	8.01.76	9	8 sq 1sq/sa
92	Yéalé	Nipoué	"	21.01.75	13	13 ya
93	Gbé-N'da	Nipoué	"	21.01.75	17	17 ya
94	Danané	Boan	"	21.01.75	16	16 ya
95	Wa	Goué	"	a) 20.03.75 b) 12.10.76 c) 22.03.77	38 5 72	38 ya 5 sq 72 ya
96	Lieupleu	Cavally	"	22.01.75	23	23 ya
97	Toulepleu	"	"	22.01.75	18	4 sa 14 ya
98	Soklolo-dougba	"	"	23.02.76	29	29 sa
99	Sangouiné	Nzo	"	23.01.75	33	33 ya
100	Logoualé	"	"	a) 7.04.76 b) 28.09.76	13 18	11 da 2 ya 18 ya
101	TaT	Nzé	"	22.01.75	42	42 ya

N°	gîte	Rivière	Zone bioclimatique	Date	Nbre de larves	Résultats
102	Soto Wate	affluent Cavally	Forêt	22.02.76	57	57 ya
103	Blolekin	Gouin	"	22.01.75	13	13 ya
104	Bedi-Gouzon	Dove	"	22.01.75	7	7 ya

II - HAUTE - VOLTA

N°	gîte	Rivière	Zone bioclimatique	Date	Nbre de Larves	Résultats
105	Samandeni	Volta noire	savane soud.	a) 20.12.71 b) 18.01.72 c) 10.03.72 d) 4.02.74 e) 3.12.74	11 20 12 29 29	11 da 11 da 9 si 3 da 9 si 21 da 8 si 7 da 22 si
106	Natena	"	" "	a) 12.09.73 b) 4.02.74	17 27	9 da 8 si 15 da 12 si
107	Sokorola	"	" "	13.11.73	12	5 da 7 si
108	Banzo	"	" "	16.05.72	8	6 si 2 sq
109	Lanviera	Plandi	" "	a) 16.05.72 b) 23.02.76	9 25	9 sq 2 da 23 si
110	chutes Dienkoa	Dienkoa	Sav. guinéen.	15.05.72	32	32 sq
111	Guena	"	" "	15.05.72	15	15 sq
112	Karfiguela	Comoé	" "	5.02.74	27	25 si 2 sq
113	Nabere	Bougouri-Ba	Sav. soudan.	a) 10.07.72 b) 1.10.76	8 16	8 si 16 si
114	Pont Leraba	Leraba	sav. guinéen.	a) 5.02.74 b) 2.12.74	36 42	27 da 9 si 19 da 20 si 3 so
115	Grechan	"	" "	a) 5.11.72 b) 5.02.74	38 26	17 da 21 si 19 da 5 si 2 so
116	Folonzo	Comoé	" "	25.01.74	34	9 da 25 si
117	Dédougou	volta-noire	Sav. soudan.	a) 21.02.72 b) 12.04.72	32 15	25 da 7 si 2 da 13 si
118	Rivière Kou	Kou	" "	15.01.76	27	27 si

III - MALI

N°	Gîte	Rivière	Zone bioclimatique	Date	Nbre de Larves	Résultats
119	Farako	Farako	Sav. guinéen.	10.07.72	6	6 si
120	Bamadougou	"	" "	10.07.72	9	9 si
121	Dougoukourane	Baouleni	" "	11.07.72	10	10 si
122	Pont Baoulé	Baoulé	sav. soudanai.	13.10.76	20	7 da 13 si
123	Kouoro	Banifing	" "	26.12.74	46	17 da 29 si
124	Kankéla	Kankelaba	sav. guinéen.	16.01.76	38	13 da 25 si
125	Semanko	Semanko	sav. soudanai.	7.09.77	27	27 si
126	Route Guinée	Noyowe-yanko	" "	7.09.77	19	19 si

4.1.1.3. Discussion

A la vue des cartes (fig. 17 et 18) il apparaît nettement qu'en Côte d'Ivoire les espèces *S. damnosum s. s.* et *S. sirbanum* colonisent la savane alors que *S. sanctipauli*, *S. soubrense*, *S. yahense* et *S. squamosum* se rencontrent principalement en forêt. Cependant cette première impression doit être tempérée par plusieurs remarques.

Il convient d'abord de souligner qu'en Côte d'Ivoire, à l'influence des zones bioclimatiques orientées nord-sud, se superpose celle de la pluviométrie selon un axe est-ouest, et ce principalement en savane.

Dans un premier temps on peut en effet observer que la plupart des cours d'eau ont en Côte d'Ivoire une orientation nord-sud et qu'ils traversent donc les différentes régions bioclimatiques. Il en résulte une zonation nord-sud des espèces tout au long des cours d'eau. Cela est particulièrement frappant sur la Comoé où depuis la frontière avec la Haute-Volta jusqu'à l'Océan Atlantique on observe successivement les espèces *S. damnosum s. s.* - *S. sirbanum* (n° 41,42,44,45), *S. damnosum* (n° 46), *S. damnosum* - *S. soubrense* (n° 47,48,49), *S. soubrense* (n° 50,52,53) *S. soubrense* - *S. sanctipauli* (n° 54, 56), *S. sanctipauli* (n° 57 et 58).

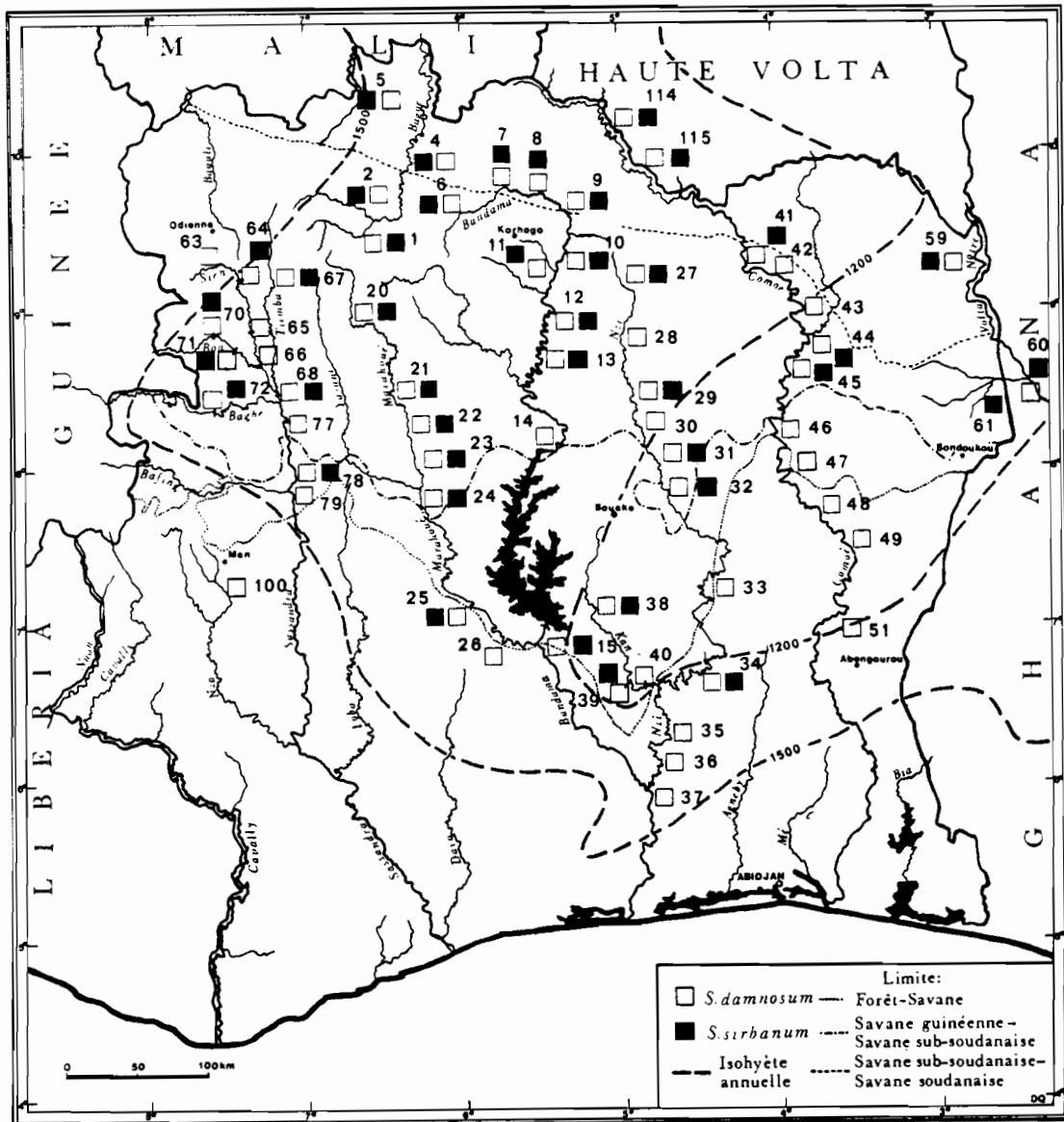


Fig. 17 - Carte de répartition des espèces "de savane" du complexe *S. damnosum* en Côte d'Ivoire (extension maximum correspondant à la saison sèche).

La pluviométrie a une influence encore plus nette et il suffit pour s'en convaincre de comparer le tracé des différentes isohyètes annuelles avec la répartition des espèces. Il apparaît nettement que les espèces "forestières" *S. yahense* et *S. sanctipauli* ne s'installent que dans les zones où la pluviométrie annuelle est supérieure à 1.300 mm. La pluviométrie relativement faible au niveau du V Baoulé, compte-tenu de la latitude, permet la pénétration de *S. damnosum* s.s. en forêt dans cette région. En Côte d'Ivoire la conséquence la plus remarqua-

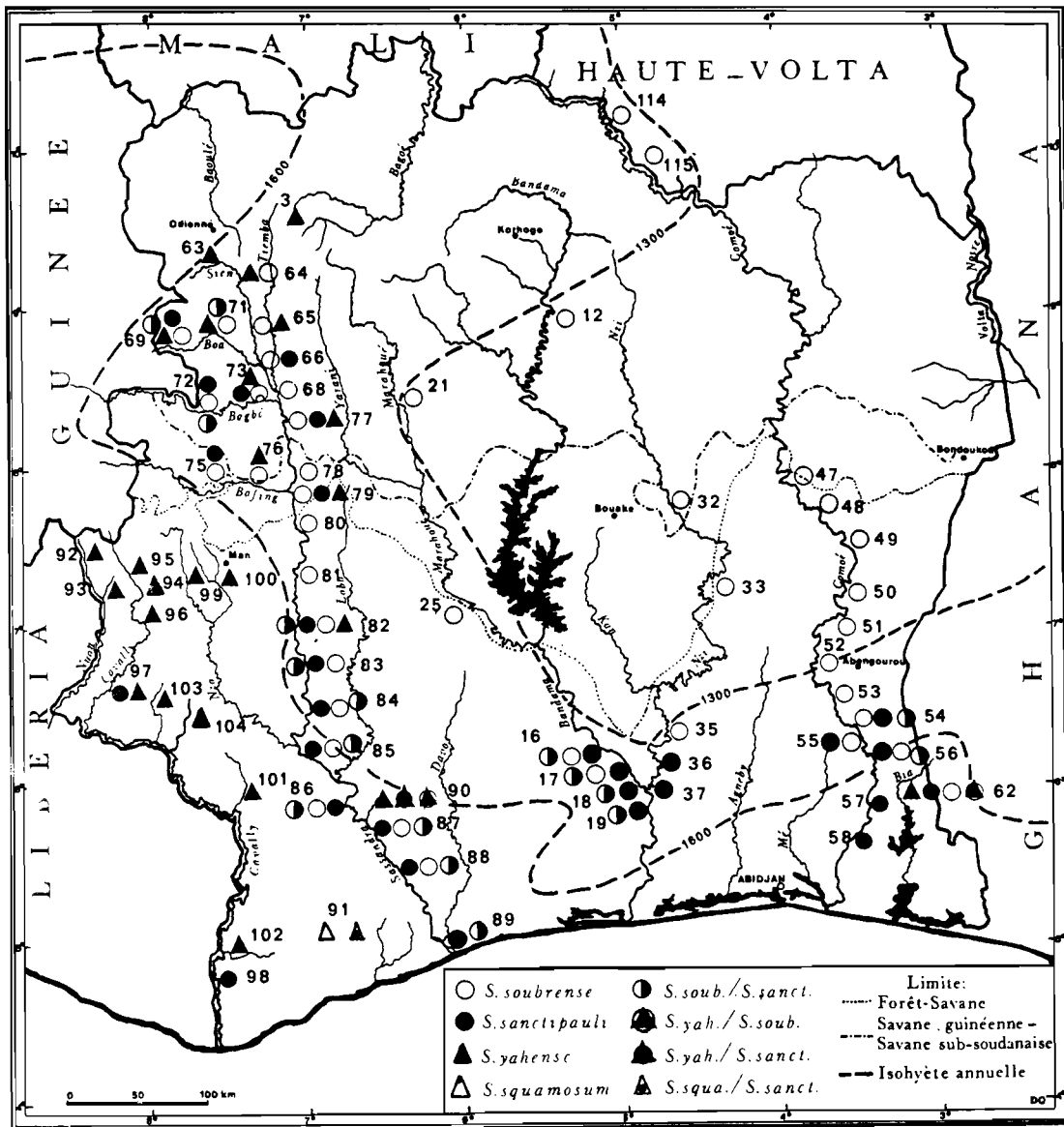


Fig. 18 - Carte de répartition des espèces "forestières" du complexe *S. damnosum* en Côte d'Ivoire (extension maximum, correspondant à la saison des pluies).

ble de cette répartition est-ouest de la pluviométrie annuelle est l'alternance des espèces "savanicoles" et des espèces "forestières" selon les saisons sur le bassin amont du Sassandra.

Sur le bassin amont du Sassandra, *S. damnosum* et *S. sirbanum* sont prédominants en saison sèche. En saison des pluies *S. yahense*, *S. sanctipauli* et *S. soubrense* constituent la grande majorité des populations larvaires. C'est ainsi qu'à Massadougou sur le Sien (n° 64 tab. 4) nous avons identifié en novembre 1974 (début de saison sèche) 106 larves ; 94 apparte-

naient à l'espèce *S. yahense* et 12 à l'espèce *S. damnosum s.s.* En juin 1976 au début de la saison des pluies sur 40 larves déterminées 17 seulement appartenaient à l'espèce *S. yahense*, 19 à *S. damnosum s.s.* et 4 à *S. sirbanum*. De même sur la Bagbé à N'Golodougou (N° 72 tab. 4) en fin de saison des pluies (novembre 1973, 1974 et 1975) les 140 larves étudiées appartenaient aux espèces *S. sanctipauli* et *S. soubrense* (dont 61 hétérozygotes). En pleine saison sèche (mars 1975 et 1976) sur 77 larves identifiées, on comptait 42 *S. damnosum s.s.*, et seulement 7 *S. soubrense* et 3 *S. sanctipauli*. Il existe donc dans toute cette zone du Haut-Sassandra une variation saisonnière très nette.

Quant à la présence de *S. squamosum* et de *S. soubrense* en certaines zones de savane, elle s'explique, à notre avis, pour deux raisons. La première est la remontée du F. I. T. (cf. 2.1.2.) vers la savane en début de saison des pluies. De récentes études (Anonyme, 1977) montrent en effet que le F. I. T. permet la migration sur de longues distances (3 à 400 km) de femelles de simules. Si la plupart du temps les femelles migratrices sont des femelles de savane (cf. 3.3.3. 2) nous avons également pu identifier quelques rares *S. soubrense* et *S. squamosum* parmi celles-ci. La deuxième raison est la présence en zone de savane d'flots forestiers (cf. 2.1.3.) qui permettent l'établissement de femelles "forestières". On peut également penser que *S. squamosum* est une espèce très ubiquiste pouvant s'installer en zone de forêt humide (La Méné n° 91) comme en zone de savane (région de Bobo-Dioulasso, Nord-Bénin).

En résumé nous pouvons donc dire que *S. sirbanum* est l'espèce typique de savane et qu'elle est prédominante en zone de savane soudanaise (Mali, Niger, Est de la Haute-Volta). *S. damnosum s.s.* existe également dans cette zone mais en plus faible proportion. En savane guinéenne et dans le secteur préforestier *S. damnosum s.s.* est l'espèce dominante ; elle y cohabite avec de petites populations de *S. sirbanum* et parfois de *S. soubrense*. *S. soubrense* et *S. sanctipauli* sont les espèces caractéristiques des grandes rivières de forêt, *S. soubrense* dominant dans les forêts moins humides du secteur mésophile et *S. sanctipauli* dominant dans les forêts denses humides du secteur ombrophile. *S. yahense* est lui caractéristique des petites rivières de forêt nombreuses dans les zones montagneuses (Région de Man). On a cependant pu le trouver en zone de savane montagneuse au Fouta Djallon en Guinée (GARMS et VAJIME, 1975) et au nord-ouest de la Côte d'Ivoire (Kariko, Bagoé

n° 3, tab. 4). *S. squamosum* bien qu'étant une espèce d'origine forestière s'établit assez fréquemment dans les zones de savane ombragée relativement humide (région de Bobo-Dioulasso en Haute-Volta, Natitingou au Bénin, Lama-Kara au Togo).

Rappelons pour terminer la présence des hétérozygotes *S. sanctipauli/S. soubrense* sur le cours amont de la Comoé, du Bandama et surtout duassandra et enfin la présence d'hybrides *S. yahense/S. soubrense*, *S. yahense/S. sanctipauli* et *S. squamosum/S. sanctipauli* sur de petites rivières de forêt (cf. tab. n° 4 gîtes n° 62,90 et 91).

4. 1. 2. ANALYSE DE L'EAU DES GITES LARVAIRES EN SAISON SECHE ET EN SAISON DES PLUIES.

Chacun sait que les larves de Simuliidae sont aquatiques et qu'elles se développent dans les eaux courantes, fixées à un support. Trois conditions sont indispensables à l'établissement de gîtes préimaginaux d'espèces du complexe *S. damnosum* (LE BERRE, 1966).

- une vitesse de courant satisfaisante (comprise entre 0,5 et 2 m/sec.) ;
- des supports pour la fixation des larves (végétaux ou autres)
- une nourriture suffisante et adéquate (matières organiques en suspension).

Les gîtes préimaginaux peuvent être naturels ou artificiels. Les gîtes naturels sont dus à des accidents de terrain (seuils rocheux, dénivellations, rétrécissements du lit) ou à la vitesse intrinsèque du courant (grandes rivières en saison des pluies), ou aux deux. Les gîtes artificiels sont dus aux accélérations de courant créées par l'activité humaine (radiers, ponts, barrages, systèmes d'irrigation etc...).

Si l'on considère le complexe *S. damnosum* comme un tout, les conditions d'installation énumérées ci-dessus sont satisfaisantes. Si l'on veut comprendre les différences observées dans la répartition géographique des diverses espèces du complexe, une étude plus précise des caractéristiques des gîtes préimaginaux paraît nécessaire. De ce fait nous avons procédé à une analyse détaillée des divers facteurs physico-chimiques de l'eau des gîtes.

4.1.2.1. Rappels bibliographiques

Les premières données sur les facteurs physico-chimiques de l'eau des gîtes larvaires des simuliidae sont dues à GRENIER (1949) qui pour la première fois étudie l'influence du pH, de la teneur en oxygène et de la dureté de l'eau sur les stades préimaginaux de simulies. Des analyses plus détaillées concernant plus de dix éléments différents ont été faites ensuite par CARLSSON (1962, 1967, 1968) sur des gîtes holarctiques ainsi qu'en Afrique de l'est et de l'ouest. CHUTTER (1968) analyse également divers facteurs physico-chimiques en relation avec les stades préimaginaux des simulies en Afrique du sud. MUIRHEAD-THOMSON (1970) donne les valeurs du pH, de la dureté totale et du chlore libre dans les eaux étudiées. En 1972 et 1974 GRUNEWALD publie ses résultats d'analyse de l'eau de 150 gîtes larvaires de *Boopthora erythrocephala*, De Geer (Diptera, Simuliidae). Dans cette étude vingt facteurs différents ont été retenus. Il apparaît dès lors qu'il existe des corrélations entre les diverses espèces de simulies présentes sur un gîte et les facteurs physico-chimiques de l'eau.

Par la suite GRUNEWALD (1975) opère de nombreuses analyses en Afrique de l'est, Afrique centrale et Afrique occidentale, sur des gîtes du complexe *S. damnosum* peuplés de diverses espèces ou cytotypes. Il en conclut que l'on peut regrouper les différents cytotypes étudiés du complexe *S. damnosum* en trois groupes. Un premier groupe comprend les cytotypes Bandama (*S. sanctipauli*) et Yah (*S. yahense*) de l'Afrique de l'ouest et Menge de l'Afrique centrale ; ce groupe est caractérisé par une eau acide (pH inférieur à 7) de faible conductivité (inférieure à 50 micro-mhos) et d'une haute teneur en sulfates (*S. sanctipauli*, *S. yahense*) ou en carbonates (Menge). Le second groupe comprend les cytotypes Sirba (*S. sirbanum*) et Nile (*S. damnosum s.s.*) d'Afrique de l'ouest, Bille (*S. squamosum*) d'Afrique occidentale et centrale, Sanje, N'Kusi, Nyamagasaki et Jovi d'Afrique de l'est ; il est caractérisé par une eau neutre (pH proche de 7) et une conductivité moyenne (50 à 150 micro-mhos). Enfin le troisième groupe comprend deux cytotypes est-africains : Kibwezi et Kisiwani ; ce groupe est caractérisé par un pH élevé (compris entre 8 et 9) et une conductivité importante (comprise entre 400 et 500 micro-mhos). L'eau des gîtes à Kibwezi est riche en carbonates, celle des gîtes à Kisiwani en chlorures.

4.1.2.2. Observations personnelles

Compte-tenu des variations saisonnières observées dans la répartition géographique des gîtes larvaires des diverses espèces (cf. 4.1.1.3.) nous avons effectué deux séries d'analyses de l'eau des gîtes, l'une en saison sèche, l'autre en saison des pluies. Les résultats d'analyse de chaque série ayant été publiés séparément (QUILLEVERE *et al.*, 1976 et 1977) nous adopterons ici la même présentation, chacune des séries ayant permis d'aborder des problèmes différents.

4.1.2.2.1. Résultats obtenus en saison sèche.

Rappelons que vingt facteurs ont été étudiés dans l'eau des prélèvements ; ce sont : la température de l'eau, le pH, la résistivité (conductivité = 10^6 /résistivité), le gaz carbonique libre, les carbonates, les chlorures, les sulfates, les phosphates, le calcium, le magnésium, le potassium, le sodium, la silice dissoute, le fer total, l'alumine, l'azote total, nitrique et ammoniacal, l'oxygène dissous, et l'oxygène consommé par la matière organique. Les techniques d'analyse ont été décrites précédemment (1.4.1.3.).

Nous avons regroupé sur une même carte (fig. 19) nos points de prélèvement en saison sèche et en saison des pluies. Afin de faciliter leur recherche nous les avons numérotés d'est en ouest, de la Bia jusqu'au Cavally. Nous donnons ci-dessous la liste de nos points de prélèvement en saison sèche ; les gîtes y sont regroupés selon les espèces présentes sur le gîte ; lorsque plusieurs espèces sont présentes les gîtes sont cités pour chacune des espèces.

- Gîtes à *S. damnosum s.s.* :

Danangoro, Marahoué (19) ; M'Bahyakro, N'Zi (10) ; Mofoué, N'Zi (13) ; N'Douci, N'Zi (14) ; Route de Touba, Bafing (35) ; Touba, Bagbé (33) ; Kongasso, Marahoué (18) ; Kankela, Kankelaba (Mali) (21).

- Gîtes à *S. sirbanum* :

Danangoro, Marahoué (19) ; Route de Touba, Bafing (35) ; Touba, Bagbé (33) ; Kongasso, Marahoué (18) ; Kouto, Bagoé (23) ; Kankela, Kankelaba (Mali) (21) ; Sameso, Kouroukélé (28) ; Kimbirila, Baoulé (26).

- Gîtes à *S. sanctipauli* :

Louga, Sassandra (40) ; Guessabo, Sassandra (36) ; Soubré, Sasan-

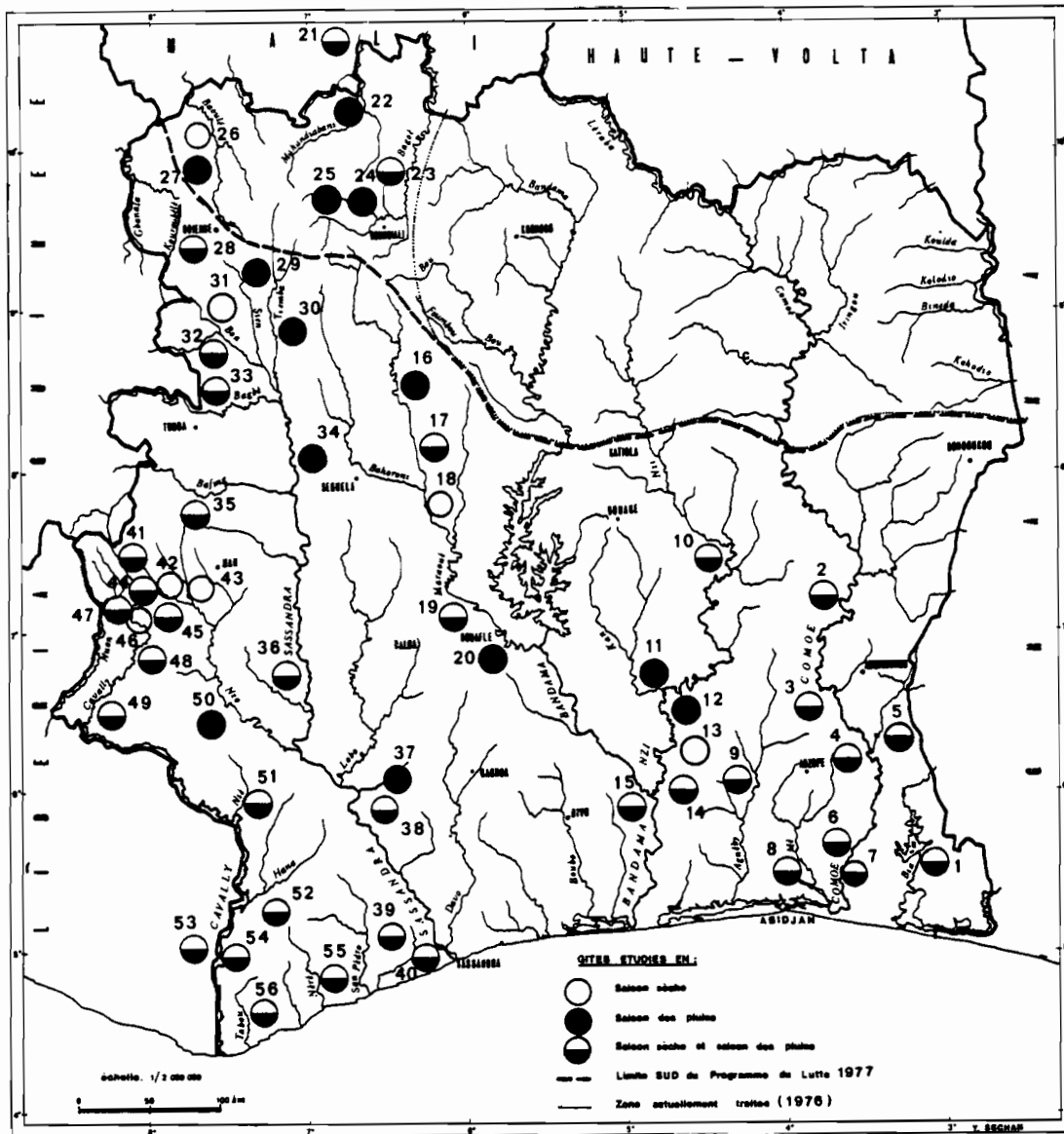


Fig. 19 - Carte de répartition des gîtes larvaires du complexe *S. damnosum* où des prélèvements d'eau ont été effectués en saison sèche ou en saison des pluies.

dra (38) ; Soto-Waté, Cavally (53) ; Alépé, Comoé (7) ; Mofoué, N'Zi (13) ; N'Douci, N'Zi (14) ; Tiassalé, Bandama (15).

- Gîtes à *S. soubrense* :

Guessabo, Sassandra (36) ; Soubré, Sassandra (38) ; Amankoukro, Comoé (2) ; Aniassué, Comoé (3) ; M'Basso, Comoé (4) ; Bètié, Comoé (6) ; N'Douci, N'Zi (14).

- Gîtes à *S. yahense* :

Toulepleu, Cavally (49) ; Danané, Boan affluent de la Nuon (47) ;

Issoneu, Mia affluent du N'Zo (42) ; Sotowaté sur marigot affluent du Cavally (54) ; Taï, N'Zi affluent du Cavally (51).

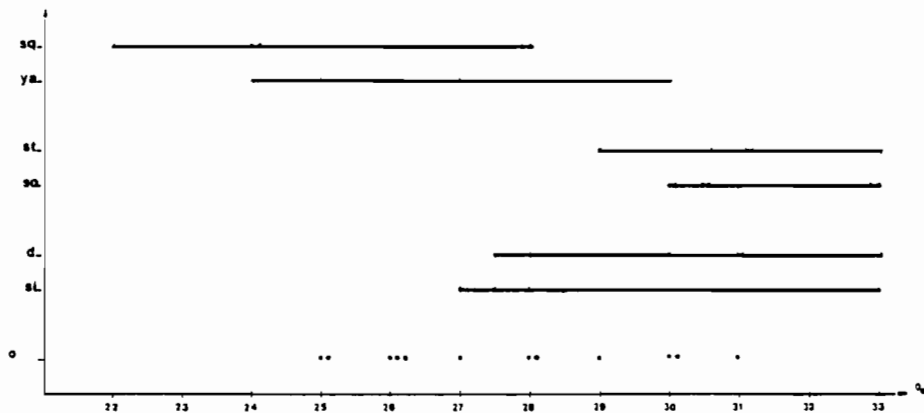
- Prélèvements où aucune espèce du complexe *S. damnosum* n'était présente :

Route de Grand-Béréby, Niéro (fleuve côtier) (55) ; Djéroutou, La Hana affluent du Cavally (52) ; Man, Ko affluent du N'Zo (43) ; Tabou, Tabou (fleuve côtier) (56) ; Sangouine, Gbé affluent du N'Zo (45) ; Route de M'Basso, Manzan affluent de la Comoé (5) ; Nianakro, Bia aval (1) ; Route d'Alépé, la Mè (fleuve côtier) (8) ; Sékodougou, Wasi affluent de la Boa (31) ; Mankono, Marahoué (17) ; Niamotou, Boa (32) ; Agboville, Agneby (fleuve côtier) (9).

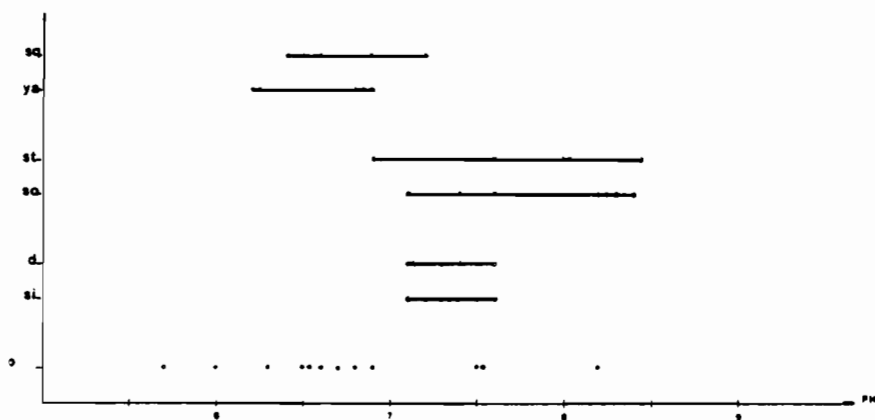
Nous avons présenté les résultats obtenus en saison sèche sous forme de graphiques (fig. 20 à 40) où pour chaque facteur les analyses sont groupées par espèce. C'est ainsi que pour chacun des facteurs nous avons huit valeurs différentes pour *S. damnosum s.s.*, huit pour *S. sirbanum* et *S. sanctipauli*, sept pour *S. soubrense* et cinq pour *S. squamosum* et *S. yahense*. Pour chacun des graphiques nous avons adopté l'échelle des ordonnées afin de pouvoir indiquer les résultats de la façon la plus précise possible. Au bas de chaque graphique le point 0 correspond aux points de prélèvement où aucune espèce n'était présente. Nous avons repris dans le tableau n° 5 les résultats d'analyse obtenus pour ces points de prélèvement afin de mettre en évidence les facteurs favorables ou défavorables à l'installation de ou des espèces présentes dans la zone. Ce tableau sera commenté lors de la discussion, signalons simplement ici que nous avons attribué un signe à chaque facteur. Le signe + indique que la valeur trouvée à l'analyse se situe entre les valeurs extrêmes trouvées pour l'espèce (ou les espèces) concernée. Le signe - indique que la valeur trouvée est nettement inférieure ou supérieure aux valeurs extrêmes. Le 0 indique que la valeur trouvée est égale ou proche des extrêmes trouvés. Les espèces que l'on pouvait s'attendre à trouver à chacun des points de prélèvements sont indiqués dans la première rangée du tableau.

En ce qui concerne la composition ionique des eaux, nous avons repris les résultats obtenus lors des analyses et établi pour les anions ($\text{CO}_3\text{H}^- + \text{CO}_3^{--}$, Cl^- , SO_4^{--} , PO_4^{---}) et les cations (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+) le pourcentage respectif de chacun des éléments. Nous avons pour chaque espèce fait la moyenne des valeurs trouvées. Les résultats figurent dans le tableau n° 6.

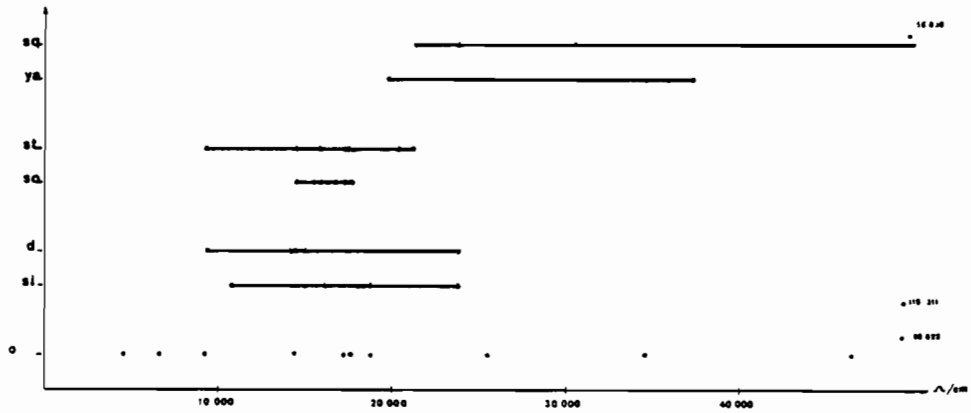
20. TEMPERATURE DE L'EAU



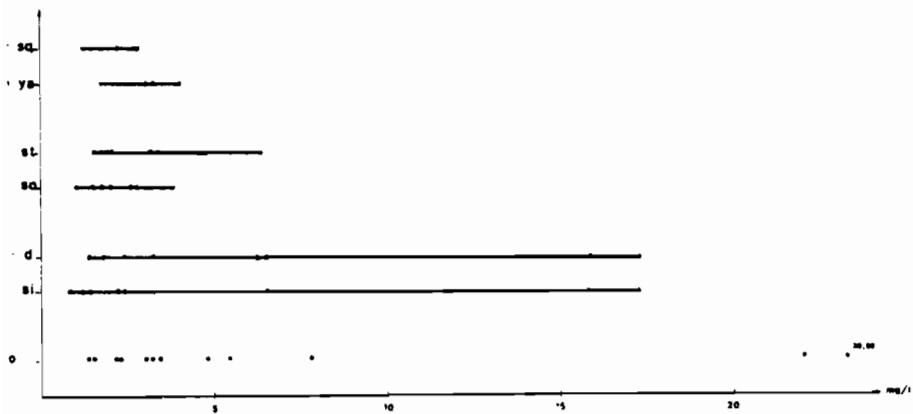
21. P.H.



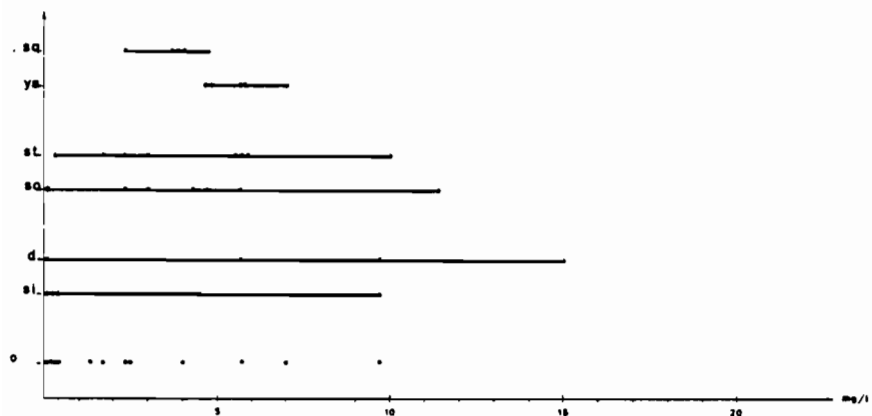
22. RESISTIVITE



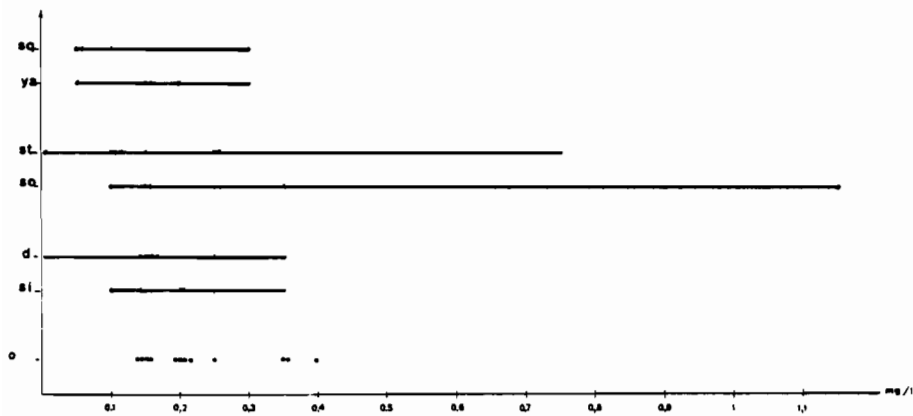
23. Cl^-

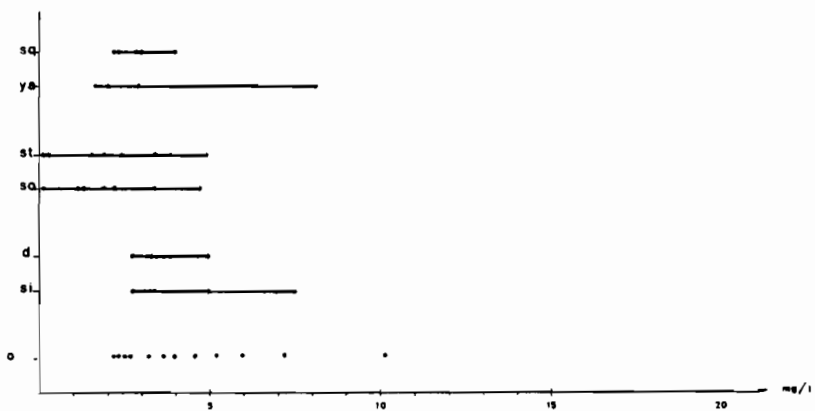


24. SO_4^{--}

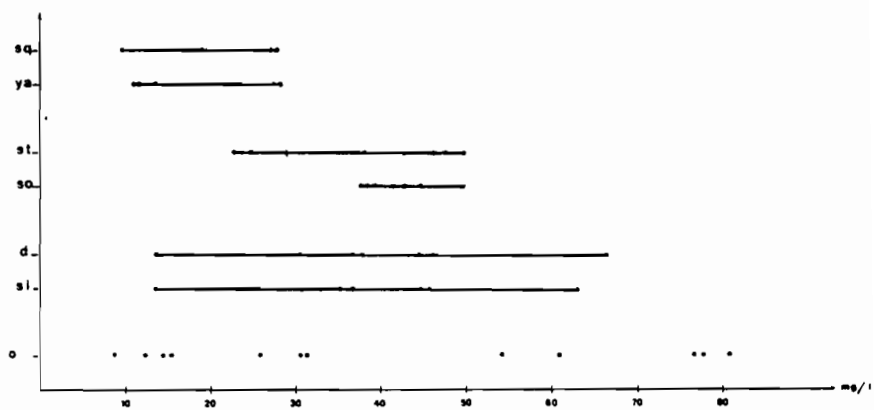
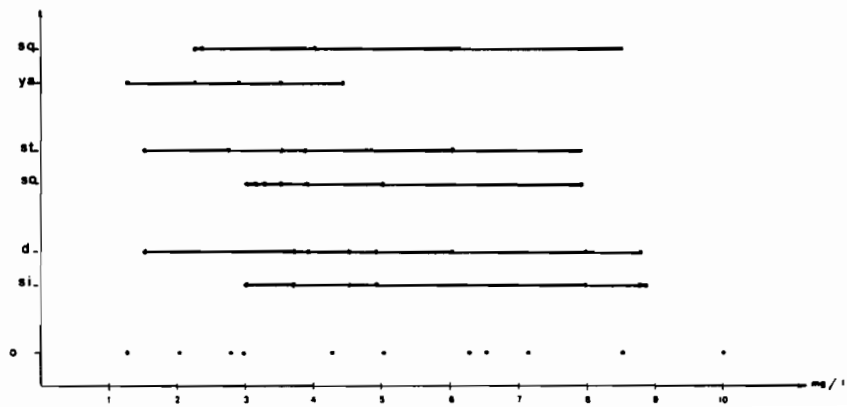


25. PO_4^{---}

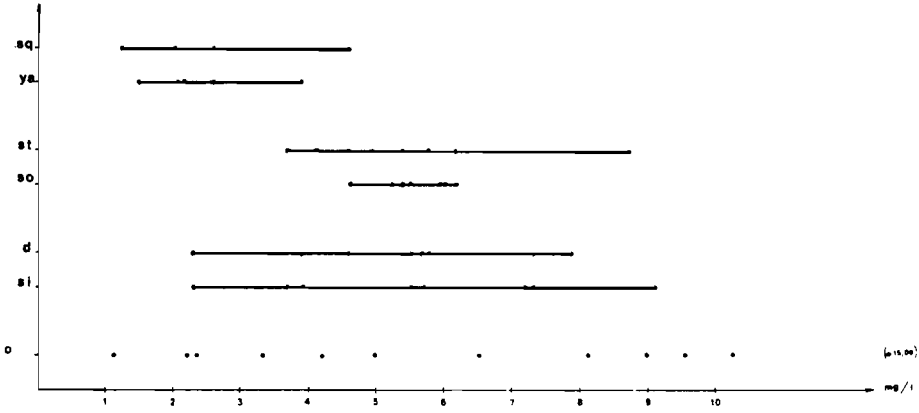


26 . CO₂ libre

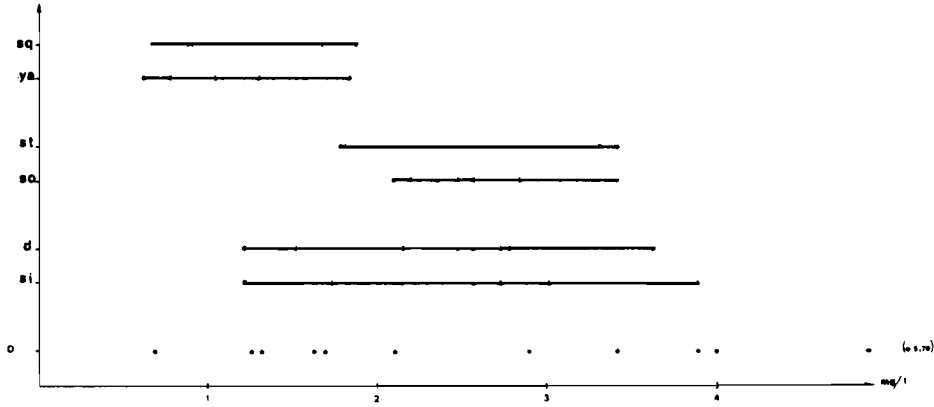
27 . CARBONATES

28 . K⁺

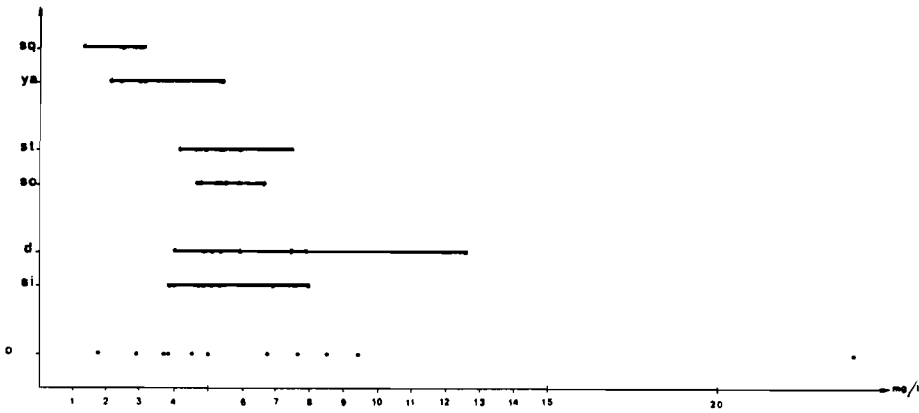
29 . Ca^{++}

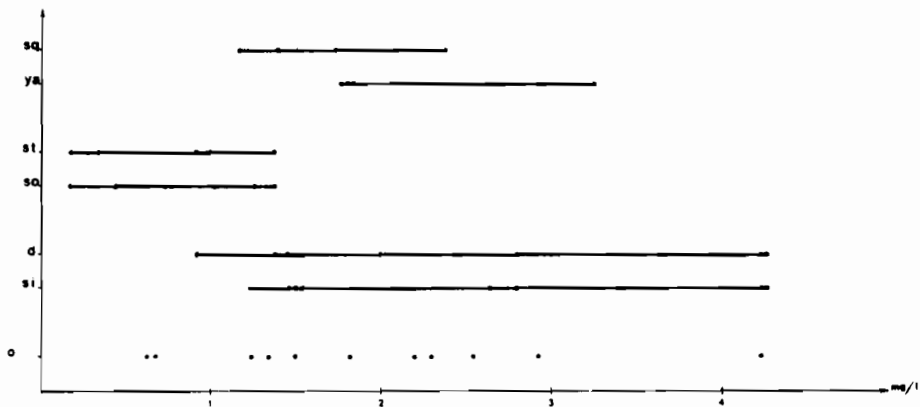
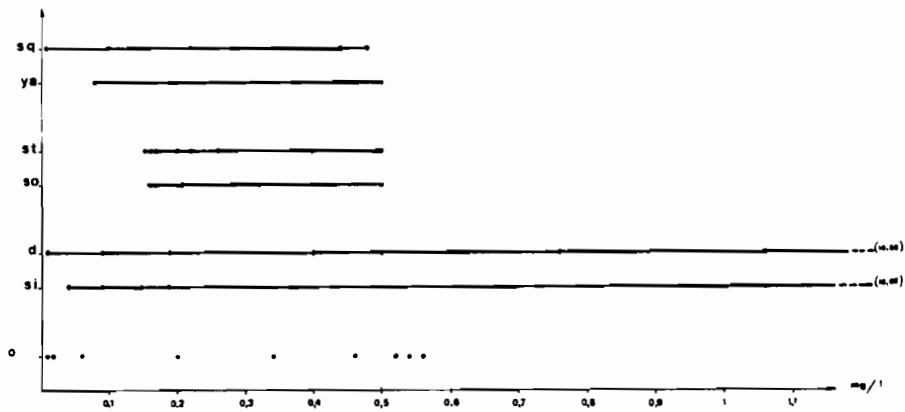
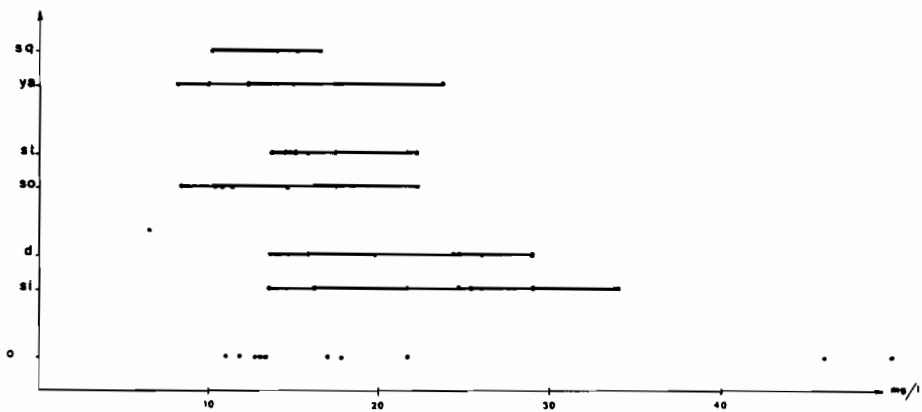


30 . Mg^{++}

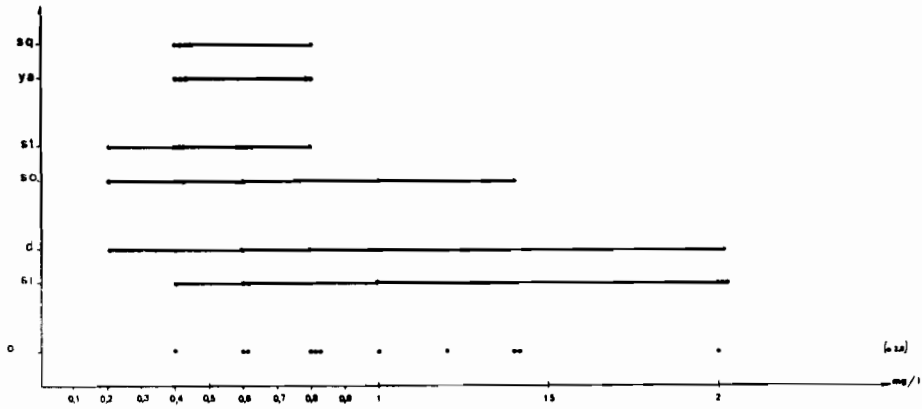


31 . Na^+

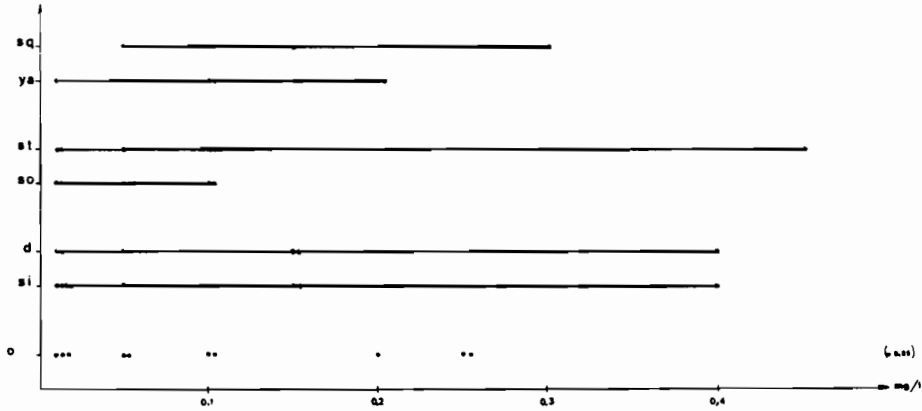


32 - FER TOTAL (on Fe_2O_3)33 - Al_2O_3 34 - SiO_2 dissoute

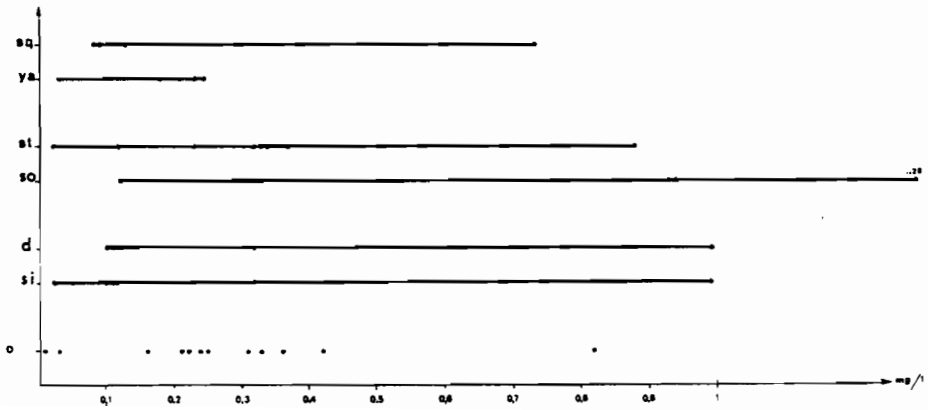
35 . AZOTE TOTAL



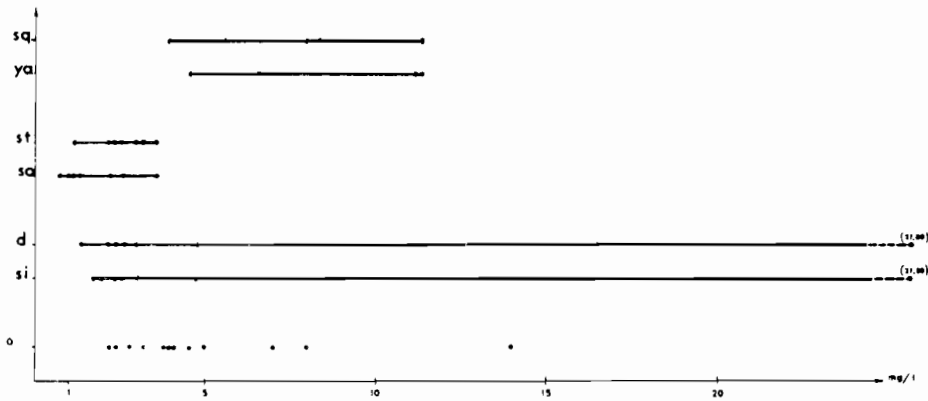
36 . AZOTE NITRIQUE



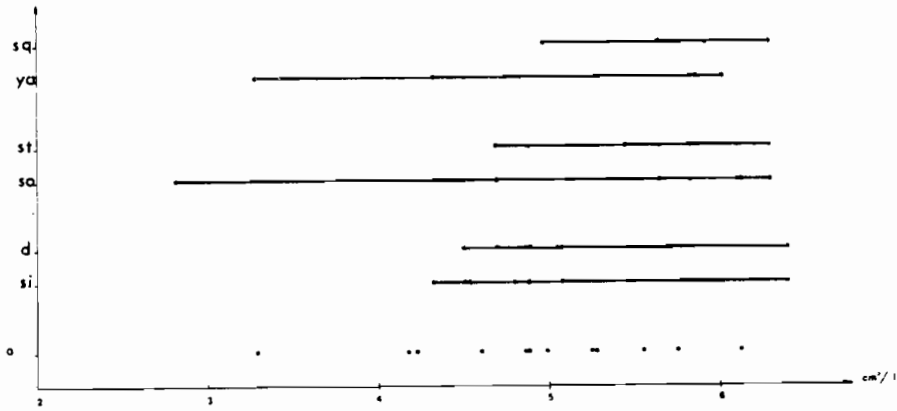
37 . AZOTE AMMONIACAL (NH₃)



38 . OXYGENE CONSOMME PAR LA MATIERE ORGANIQUE



39 . OXYGENE DISSOUS



40 . SALINITE

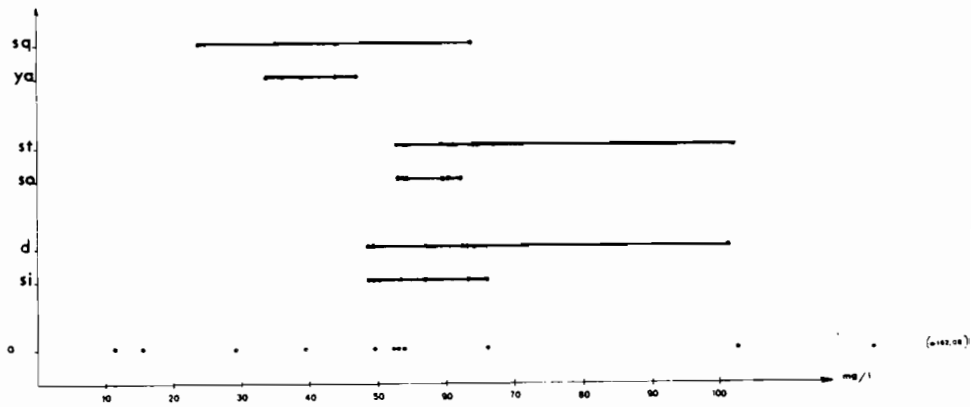


Tableau n° 5 - Points de prélèvement où aucune espèce n'a été trouvée. Facteurs favorables ou défavorables à leur installation.

FACTEURS LIEUX	56		8		55		43		1	17		52		32		45		5		31		9	
	TABOU		Route ALEPE		NIERO		MAN		NIANIAKRO	MANKONO		DJEROUTOU		NIAMOTOU		SANGUINE		Route M'BASSO		SEKODOUGOU		AGROVILLE	
espèces POSSIBLES	B ⁱ	Ya	B ⁱ	Ya	B ⁱ	Ya	B ⁱ	Ya	Si	So	B ⁱ	Ya	B ⁱ	Ya	B ⁱ	Ya	B ⁱ	Ya	B ⁱ	So	B ⁱ	So	
T [°] C	+	-	0	+	0	+	0	+	0	+	+	+	-	+	+	-	+	-	0	-	0	-	0
pH	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
RESISTIVITE	+	+	+	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cl ⁻	+	-	0	+	0	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
SO ₄ ²⁻	0	+	+	-	0	+	+	+	0	+	-	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PO ₄ ³⁻	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
HCO ₃ ⁻ CO ₃ ²⁻	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ⁺	0	0	+	0	+	+	+	+	0	+	0	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+
Ca ⁺⁺	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mg ⁺⁺	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na ⁺	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Fe ₂ O ₃	0	+	+	+	?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Al ₂ O ₃	-	0	+	+	0	+	+	+	0	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
SiO ₂ dissoute	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
AZOTE TOTAL	0	0	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
AZOTE NITRIQUE	?	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	-	-	-	-	-	-	-	-	+
AZOTE AMMONIACAL	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
OXYGENE KmnO ₄	+	0	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
OXYGENE DISSOUS	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
CO ₂ libre	+	0	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
SALINITE	+	+	0	0	+	-	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Bi = *S. squamosum*

Ba = *S. sanctipauli*

Ni = *S. damnosum*

Ya = *S. yahense*

So = *S. soubrense*

Si = *S. sirbanum*.

Tableau n° 6 - Pourcentage moyen des différents ions dans les eaux où vivent les diverses espèces.

espèces ions %	S. squamosum.	S. yahense	S. sanctipauli	S. soubrense.	S. dammosum.	S. sirbanum.
HCO_3^- CO_3^{--}	67	55	76	80	67	73
Cl^-	13	17	11	7	17	16
SO_4^{--}	18	26	11	11	15	10
PO_4^{---}	2	2	2	2	1	1
Ca^{++}	29	29	32	33	30	31
Mg^{++}	20	20	25	25	22	22
K^+	25	17	14	13	16	19
Na^+	26	34	29	29	32	28

4.1.2.2.2. Discussion des résultats obtenus en saison sèche

4.1.2.2.2.1. Température, pH et résistivité

Nous regroupons ces trois facteurs primordiaux qui à eux seuls permettent de rendre compte de la répartition des espèces.

Si l'on considère les fig. 20 (température de l'eau) 21 (pH) et 22 (Résistivité) on peut constater immédiatement qu'en zone de forêt il existe une différence très nette entre les petites rivières peuplées par *S. squamosum* et *S. yahense* et les grandes rivières peuplées par *S. sanctipauli* et *S. soubren-*

se. Les premières sont caractérisées par une température moyenne de 26 ° C, un pH moyen de 6,6 et une résistivité moyenne de 32.852 ohm/cm (soit une conductivité moyenne de 30,44 micro-mhos). Les secondes ont une température moyenne de 31 ° C, un pH moyen de 7,8 et une résistivité moyenne de 16.582 ohm/cm (soit une conductivité moyenne de 60,30 micro-mhos). En zone de savane les rivières que nous avons étudiées ont alors toutes des caractéristiques similaires ; en moyenne la température y est de 29° C, le pH de 7,3 et la résistivité de 16.246 ohm/cm (ou conductivité de 61,55 micro-mhos). On peut constater que les eaux de savane ont des caractéristiques principales proches de celles des grandes rivières de forêt.

Si nous comparons nos résultats à ceux obtenus par GRUNEWALD (1975 et comm. pers.) nous observons de nettes différences. En effet, cet auteur place les espèces *S. sanctipauli* et *S. yahense* dans le même groupe caractérisé par un pH inférieur à 7 et une conductivité toujours inférieure à 50 micro-mhos. Si pour *S. yahense* nous obtenons les mêmes résultats (pH 6,6, conductivité 31,59 micro-mhos) par contre *S. sanctipauli* présente des caractéristiques physico-chimiques de ses gîtes larvaires nettement différentes (pH 7,7, conductivité 59,84 micro-mhos). GRUNEWALD place dans le second groupe, caractérisé par un pH proche de 7 et une conductivité comprise entre 50 et 150 micro-mhos, les espèces *S. damnosum s.s.*, *S. sirbanum* et *S. squamosum*. Là encore nous obtenons des résultats identiques aux siens pour *S. damnosum s.s.* et *S. sirbanum* (pH 7,3, conductivité 61,55 micro-mhos) mais très différents pour *S. squamosum* (pH 6,7, conductivité 29,37 micro-mhos). A quoi attribuer ces différences ? Nous pensons qu'elles sont dues essentiellement au choix des gîtes larvaires. Les régions géographiques où se font les prélèvements ont en effet beaucoup d'influence sur les résultats des analyses comme nous le verrons par la suite. C'est la raison pour laquelle nous avons choisi d'analyser l'eau de plusieurs gîtes larvaires de la même espèce répartis à travers toute notre zone d'étude (la Côte d'Ivoire). GRUNEWALD a étudié *S. sanctipauli* et *S. yahense* dans la même zone du Libéria, et *S. damnosum s.s.*, *S. sirbanum* et *S. squamosum* dans la région de Bobo-Dioulasso (Haute-Volta) c'est-à-dire dans des régions très différentes à tous points de vue. Cela explique les rapprochements trouvés entre les deux premières espèces d'une part et les trois dernières d'autre part. Si, quant à nous, nous considérons pour *S. sanctipauli* le seul gîte de Soto-Waté sur le Cavally à la frontière du Libéria (N° 53 fig. 19) le pH y est de 6,9 (alors

que la moyenne est de 7,7 pour les huit gîtes à *S. sanctipauli*) et la conductivité de 46,99 micro-mhos (moyenne pour *S. sanctipauli* 59,84 micro-mhos). Au même endroit débouche un petit affluent du Cavally où se trouve un gîte à *S. yahense* (N° 54 fig. 19). Le pH y est de 6,2 et la conductivité de 50,12 micro-mhos (moyenne de pH 6,6 et conductivité 31,59 micromhos pour *S. yahense*). Ces données montrent la nécessité d'être extrêmement prudent dans l'analyse des résultats. Nous pourrions constater le même phénomène lors de la discussion des résultats sur la composition ionique des eaux.

4.1.2.2.2. Composition ionique des eaux

Les figures 23 à 31 indiquent les valeurs absolues des différents anions et alcalino-terreux en milligrammes par litre (sauf la figure 26 qui concerne le CO₂ libre). Apparemment seuls les carbonates (HCO₃⁻ + CO₃⁻⁻), le calcium (Ca⁺⁺), le magnésium (Mg⁺⁺) et le sodium (Na⁺) paraissent être en relation avec la répartition des espèces. Il est également intéressant de noter que *S. squamosum* et *S. yahense* ont des valeurs moyennes bien différentes pour la teneur en sulfates (3,53 mg/l pour *S. squamosum*, 5,54 mg/l pour *S. yahense*) et en potassium (4,60 mg/l pour *S. squamosum*, 2,86 pour *S. yahense*) de l'eau de leurs gîtes larvaires.

A partir de ces données nous avons établi les pourcentages respectifs des divers éléments pour les anions et les alcalino-terreux (tableau n° 6). Pour chaque espèce nous avons calculé la moyenne des pourcentages obtenus pour chacun des prélèvements. Il apparaît nettement que les eaux peuplées par les diverses espèces ont une composition ionique très voisine. *S. sanctipauli* et *S. soubrense* peuplent les eaux les plus riches en carbonates, en calcium et en magnésium, *S. squamosum* et *S. yahense* les eaux les plus riches en sulfates. Il est cependant remarquable qu'en Côte d'Ivoire, on trouve (à quelques exceptions près) les différents ions dans le même ordre d'importance, alors que GRUNEWALD (1975 et comm. pers.) avait trouvé des compositions ioniques très différentes selon les espèces peuplant les gîtes larvaires étudiés. *S. sanctipauli* et *S. yahense* vivraient dans des eaux à haute teneur en sulfates (respectivement 56 % et 47 %), *S. damnosum s.s.*, *S. sirbanum* et *S. squamosum* dans des eaux riches en carbonates (81 % pour *S. damnosum s.s.* et *S. sirbanum* et 87 % pour *S. squamosum*). De plus *S. squamosum* peuplerait les eaux particulièrement

riches en magnésium (48 %) et *S. damnosum* et *S. sirbanum* des eaux comportant autant de calcium que de magnésium (42 % et 39 % respectivement). Une fois de plus nous pouvons constater la très grande variation des résultats obtenus. Nous estimons que cela est dû principalement au fait que les analyses ont été effectuées dans des régions différentes. VISSER et VILLENEUVE (1975) ont comparé la composition chimique des eaux d'Afrique de l'ouest, d'Afrique centrale et d'Afrique de l'est. Il apparaît par exemple que la teneur des eaux en calcium est très importante en Haute-Volta où justement GRUNEWALD a étudié les gîtes à *S. damnosum*, *S. sirbanum* et *S. squamosum*. Cela montre bien qu'il est des plus hasardeux de vouloir comparer des résultats d'analyse d'eaux en provenance de régions géographiques différentes et d'attribuer aux différences trouvées une possible influence sur le développement larvaire de telle ou telle espèce.

4.1.2.2.2.3. Autres facteurs

En ce qui concerne le CO₂ libre (fig. 26) nos résultats coïncident parfaitement avec ceux obtenus par GRUNEWALD. En moyenne les eaux peuplées par *S. damnosum* et *S. sirbanum* contiennent 4 mg/l de CO₂ libre, les eaux peuplées par *S. squamosum* et *S. yahense* 3 mg/l et les eaux peuplées par *S. sanctipauli* et *S. soubrense* 2 mg/l.

Les valeurs obtenues pour l'oxygène dissous sont assez disparates. Tout au plus peut-on noter que les eaux de savane peuplées par *S. damnosum* s. s. et *S. sirbanum* semblent moins riches en oxygène dissous que les eaux de forêt, ce qui confirme d'ailleurs les résultats de GRUNEWALD. L'oxygène consommé par la matière organique est un facteur intéressant. La différence entre les petites et les grandes rivières de forêt est très nette. En savane la variation est très importante. Ce facteur est un indice de pollution des rivières. Il est intéressant de noter que les prélèvements effectués en aval des grands fleuves (Comoé, Bandama, Sassandra) avaient les teneurs les plus faibles en oxygène consommé par la matière organique.

Enfin en ce qui concerne l'azote, les métaux (fer, aluminium) et la silice dissoute nous n'avons pas de commentaires particuliers à faire. On peut simplement souligner que la teneur en Fer varie apparemment en relation avec les groupes d'espèces. Ceci est peut-être dû au fait qu'il existe une relation fortuite ou non entre les zones pédologiques et cyto-

taxonomique en Côte d'Ivoire.

4.1.2.2.2.4. Prélèvements où aucune espèce n'était présente.

Nous avons dressé un tableau récapitulatif des douze prélèvements où aucune espèce n'était présente (tableau n° 5). Comme nous l'avons indiqué précédemment ce tableau montre les concordances et les différences existant entre les éléments présents dans ces prélèvements et les éléments trouvés lors des analyses des gîtes de ou des espèces indiquées dans la première colonne. Ces espèces peuplèrent probablement la rivière étudiée si les facteurs physico-chimiques étaient satisfaisants.

Pour deux de ces prélèvements aucun caractère physico-chimique étudié ne paraît interdire la présence des espèces indiquées. Il s'agit de Tabou sur le Tabou (N° 56) et de la route d'Alépé au croisement avec la Mé (N° 8). L'absence de larves du complexe *S. damnosum* s'explique vraisemblablement par une absence de supports appropriés ou par des variations brutales du niveau de l'eau empêchant tout développement larvaire.

Pour quatre autres de ces prélèvements un seul facteur important semble interdire le développement des larves. Pour le Niero (n° 55) et le Zo à Man (N° 43) la quantité d'oxygène consommé par la matière organique est insuffisante (2,20 et 2,80 mg/l). Ces deux cours d'eau qui sont de petites rivières de forêt ne pourraient en effet être peuplés que par *S. squamosum* et *S. yahense* mais ces espèces nécessitent une teneur relativement élevée en matières organiques (entre 4 et 11 mg/l). Sur la Bia aval à Nianakro (n° 1) le pH est trop acide (pH 5,7) pour permettre le développement d'une espèce quelconque ; cette acidité de l'eau est due à la présence en amont du lac de retenue du barrage d'Ayamé ; il y a une dizaine d'années lorsque le pH de l'eau était moins acide, les gîtes à *S. damnosum* s. l. étaient nombreux et les enquêtes épidémiologiques menées à cette époque (SECHAN, 1969) laissent penser que l'espèce présente alors était *S. yahense*. Enfin à Mankono sur la Marahoué (n° 17) à cette époque de l'année la résistivité est dix fois supérieure à la normale ; cela est dû au fait qu'au moment du prélèvement l'eau était très basse et l'écoulement très faible : en saison des pluies les larves se développent parfaitement bien à cet endroit.

Pour les six autres points de prélèvement. de

nombreux facteurs semblent interdire le développement des larves. Pour l'un d'entre eux c'est la composition ionique de l'eau qui semble en cause (Djeroutou sur la Hana n° 52), pour les cinq autres en plus de la composition ionique on a constaté une température de l'eau, ou un pH ou une résistivité peu compatibles avec l'installation d'un gîte larvaire du complexe *S. damnosum*. Il faut souligner en particulier l'Agnéby à Agboville (n° 9) où plus de la moitié des valeurs trouvées à l'analyse différaient très largement de celles obtenues lors des autres prélèvements.

4.1.2.2.3. *Conclusions à tirer des résultats obtenus en saison sèche.*

Après cette première série d'analyses en saison sèche nous pouvons déjà tirer quelques conclusions :

Au niveau de la Côte d'Ivoire et en saison sèche :

- les trois facteurs principaux qui rendent le mieux compte de la répartition des gîtes larvaires des différentes espèces du complexe *S. damnosum* sont la température de l'eau, le pH et la résistivité.
- La composition ionique des eaux est similaire quelle que soit l'espèce présente.
- L'oxygène consommé par la matière organique rend compte de la pollution des rivières et des possibilités de nutrition des larves.
- En zone de forêt les petites rivières et les grandes ont des caractéristiques physico-chimiques nettement différentes. Les premières sont peuplées par les espèces *S. squamosum* et *S. yahense*, les secondes par *S. sanctipauli* et *S. soubrense*.
- En zone de savane toutes les rivières peuplées par *S. damnosum s.s.* et *S. sirbanum* ont des caractéristiques physico-chimiques similaires, proches d'ailleurs de celles des grandes rivières de forêt.

Nous pouvons en conclure qu'en Côte d'Ivoire, à la saison sèche, la répartition des gîtes larvaires des différentes espèces du complexe *S. damnosum* est, selon les zones, dépendante soit des stades préimaginaux soit des imagos. En effet en forêt, où les femelles se dispersent facilement, la nette différence physico-chimique entre petites et grandes rivières explique à elle seule la répartition larvaire des diverses espèces. En zone de savane où la composition des eaux est très homogène on peut penser que la répartition des espèces est influencée plutôt par l'écologie des femelles et en particulier

par les possibilités sélectives de dispersion.

La variation saisonnière observée dans la répartition géographique larvaire des diverses espèces, nous a conduit à effectuer une seconde série d'analyses en saison des pluies afin de préciser nos résultats.

4.1.2.2.4. *Résultats obtenus en saison des pluies.*

Dans la majorité des cas nous avons repris les mêmes gîtes larvaires qu'en saison sèche (fig. 19). Cependant compte-tenu de la variation saisonnière observée au niveau de l'emplacement ou de la composition cytotaxonomique de certains gîtes larvaires, nous avons été amenés à effectuer quelques modifications dans nos prélèvements. Nous avons regroupé ci-dessous les gîtes étudiés en fonction de ou des espèces présentes sur le gîte (les numéros correspondent à ceux indiqués sur la figure 19).

- Gîtes à *S. damnosum s.s.* :

Dimbokro, N'Zi (12) ; Dimbokro, Kan (11) ; Banankoro, Marahoué (16) ; Mankono, Marahoué (17) ; Massadougou, Sien (29) ; Danangoro, Marahoué (19) ; N'Gapié, Bagoé (25).

- Gîtes à *S. sirbanum* :

Banankoro, Marahoué (16) ; Sameso, Kouroukele (28) ; Kouto, Bagoé (23) ; Kankela, Kankelaba (21) ; Mahandiabana, Mahandiabani (22) ; Papara, Bagoé (24) ; Diriba, Baoulé (27).

- Gîtes à *S. sanctipauli* :

Soto-Waté, Cavally (53) ; Louga, Sassandra (40) ; Soubré, Sassandra (38) ; M'Basso, Comoé (4) ; Alépé, Comoé (7) ; Pont de N'Douci, N'Zi (14) ; Tiassalé, Bandama (15) ; Pont route de Touba, Bagbé (33) ; Guessabo, Sassandra (36) ; Route de Touba, Bafing (35).

- Gîtes à *S. soubrense* :

Soubré, Sassandra (38) ; M'Basso, Comoé (4) ; M'Bayakro, N'Zi (10) ; Amankoukro, Comoé (2) ; Aniamé, Comoé (3) ; Tiékorodougou, Tiemba (30) ; Pont route de Touba, Bagbé (33) ; Pont de Sorotana, Sassandra (34) ; Niamotou, Boa (32) ; Guessabo, Sassandra (36) ; Danangoro, Marahoué (19) ; Pont de Bouaflé, Marahoué (20).

- Gîtes à *S. squamosum* :

Noboagui, La Méné (39) ; Guiglo, N'Zo (50) ; Sanguine N'Zo (45)

Wa, Goué affluent du Cavally (44) ; N'Gapié, Bagoé (25).

- Gîtes à *S. yahense* :

Taï, Nsé (51) ; Djéroutou, La Hana (52) ; Soto-Waté, marigot (54) ; Loubouayo, Zordo (37) ; Route d'Ayamé, Manzan (5) ; Danané, Boan (47) ; Lieupleu, Cavally (18) ; Toulepleu, Cavally (49).

Nous avons analysé en saison des pluies les mêmes facteurs qu'en saison sèche (cf. 4.1.2.2.1.). Cependant nous n'avons pas retenu dans cette étude les résultats obtenus concernant l'azote (total, nitrique, ammoniacal) et l'alumine qui ne présentaient aucun intérêt. Lors de la présentation de nos résultats de saison sèche nous avons établi pour chaque facteur étudié un graphique où figuraient toutes les valeurs obtenues regroupées par espèce. Il serait fastidieux de reprendre ici toutes les valeurs car comme nous le constaterons lors de la comparaison des analyses de saison sèche et de saison des pluies, de nombreux facteurs restent pratiquement inchangés. Nous avons donc des graphiques (fig. 41 à 56) où cette fois sont indiquées pour chaque espèce les valeurs extrêmes trouvées en saison sèche et en saison des pluies. Nous avons repris les mêmes échelles qu'en saison sèche pour chacun des facteurs.

En ce qui concerne la composition ionique des eaux, il nous a paru intéressant de présenter sous forme de diagrammes les pourcentages des différents ions en saison sèche et en saison des pluies. Nous avons choisi quinze gîtes répartis dans les diverses zones cytotaxonomiques et sur les différents bassins fluviaux. Les pourcentages ont été obtenus en calculant à partir des résultats d'analyse la teneur des divers composants en milli-équivalents par litre.

4.1.2.2.5. *Discussion des résultats obtenus en saison des pluies.*

4.1.2.2.5.1. Température de l'eau, pH, gaz carbonique libre et conductivité.

Sur la figure 41 figurent les températures maxima et minima observées en saison sèche et en saison des pluies pour les diverses espèces. On peut constater une baisse générale des températures à la saison des pluies. Cette baisse est plus accusée pour les rivières de savane et les grands fleuves de forêt où la température moyenne passe respectivement de 29° C à 26,2 ° C et de 31 ° C à 26,7 ° C. La température moyenne

des petites rivières de forêt passe elle de 26° C à 24,5° C. La différence observée dans la baisse des températures s'explique en partie par le fait qu'en saison sèche les rivières de savane et les grands fleuves de forêt bénéficient d'un ensoleillement prolongé alors que les petites rivières de forêt sont habituellement très ombragées.

Nous examinerons ensemble les graphiques du pH et du gaz carbonique (fig. 42 et 43). En effet dans les eaux courantes le pH dépend en général des teneurs en gaz carbonique libre dissous dans l'eau. Dans les petites rivières où les teneurs en CO₂ sont élevées, les pH sont la plupart du temps assez bas. Dans les grandes rivières lorsque les teneurs en CO₂ diminuent par suite de l'agitation de l'eau, de l'élévation de la température, de l'utilisation du CO₂ pour la photosynthèse, le pH augmente et tend à se fixer entre 7 et 8 ou même 8 et 9. Dans les petites rivières de forêt l'acidité est accentuée par la pauvreté en sels minéraux et la richesse en matières organiques. Il apparaît de fait sur nos graphiques que les espèces *S. squamosum* et *S. yahense* qui peuplent les petites rivières de forêt vivent à des pH acides alors que les quatre autres espèces vivent à des pH basiques. De même les eaux peuplées par *S. squamosum* et *S. yahense* ont une teneur plus élevée en gaz carbonique libre dissous (5 mg/l) que *S. damnosum* et *S. sirbanum* (4 mg/l) et *S. sanctipauli* et *S. soubrense* (3 mg/l). Si nous comparons nos résultats avec ceux de GRUNEWALD (1975,1976) nous constatons une parfaite concordance sauf en ce qui concerne *S. sanctipauli* et *S. squamosum*. En effet, GRUNEWALD classe *S. sanctipauli* et *S. yahense* parmi les espèces peuplant les eaux acides et *S. squamosum* avec les espèces dont les larves vivent en eaux basiques. Nous avons déjà discuté ce point lors de notre étude en saison sèche et avons attribué cette discordance au choix géographique des gîtes larvaires. En effet, VISSER (1974) et VISSER et VILLENEUVE (1975) ont montré que les qualités physico-chimiques des eaux africaines varient de façon considérable d'une région à l'autre. Il faut cependant souligner que GRUNEWALD a trouvé les plus faibles teneurs en gaz carbonique dissous dans les gîtes peuplés par *S. sanctipauli* ce qui correspond à des eaux basiques et non acides.

Nous pouvons constater sur la figure 44 une baisse générale de la conductivité des eaux en saison des pluies. Cette diminution est liée à la teneur plus faible de l'eau en sels minéraux dissous. Ces derniers sont en effet beaucoup plus dilués en saison des pluies qu'en saison sèche même s'ils sont

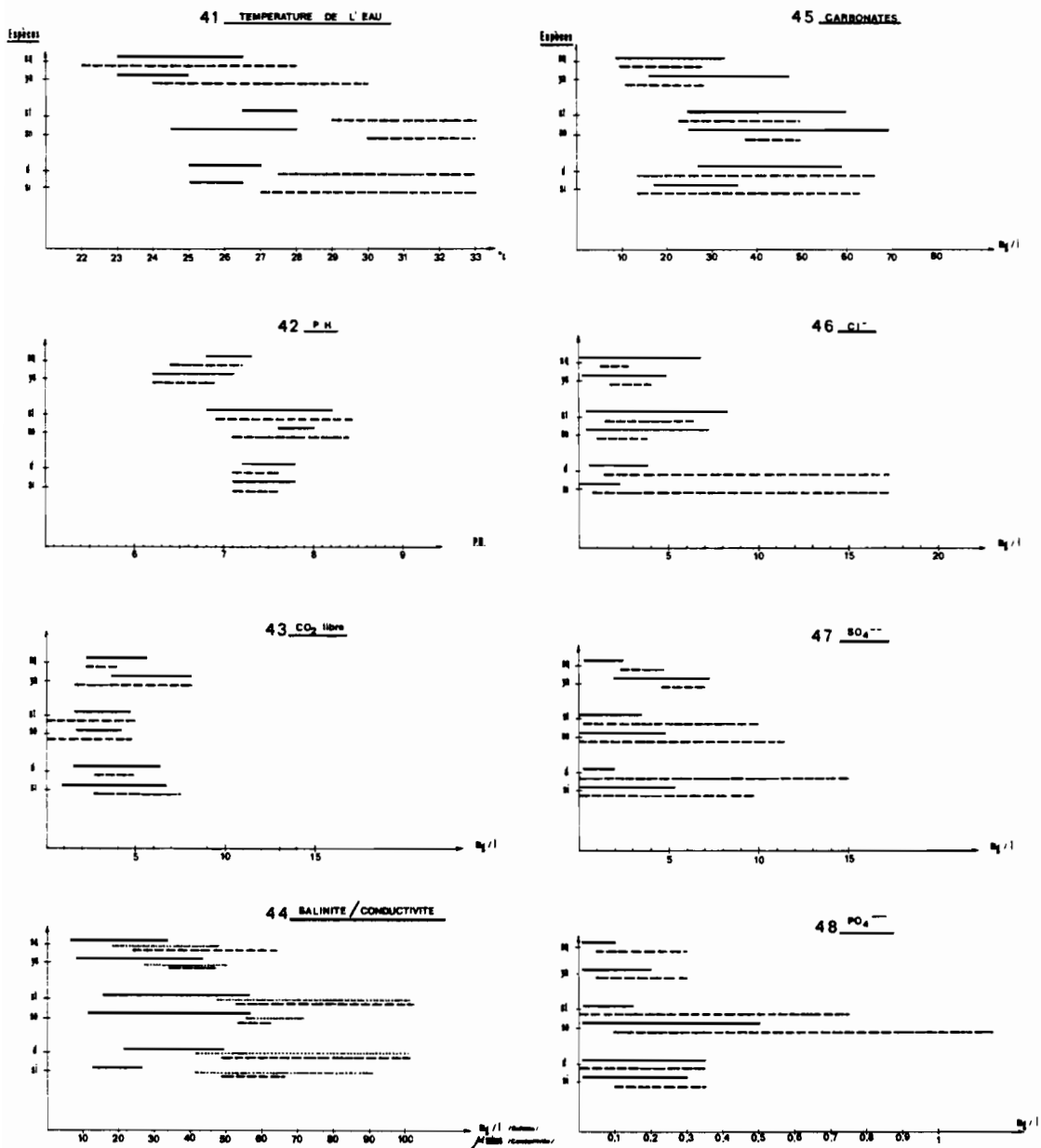


Fig. 41 à 48 - Facteurs physico-chimiques étudiés en :
 ---- saison sèche (y compris salinité saison sèche)
 — saison des pluies (y compris conductivité saison des pluies)
 conductivité en saison sèche.

Sq : *S. squamosum* ; Ya : *S. yahense* ; St : *S. sanctipauli*

So : *S. soubrense* ; d : *S. damnosum* ; Si : *S. sirbanum*.

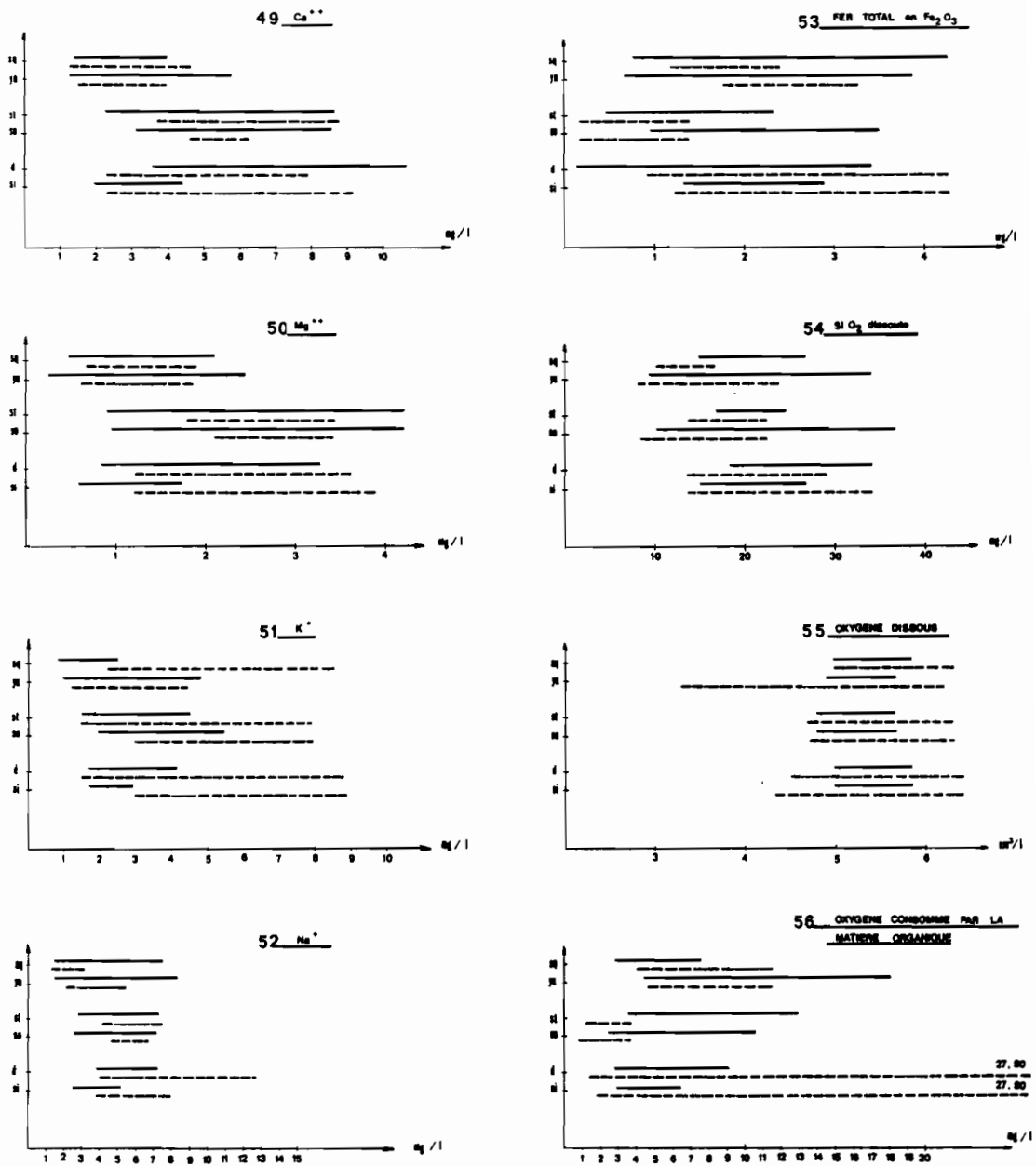


Fig. 49 à 56 - Facteurs physico-chimiques étudiés en :

---- saison sèche
 — saison de pluies

Sq : *S. squamosum* ; Ya : *S. yahense* ; St : *S. sanotipauli*

So : *S. soubrense* ; d : *S. damnosum* ; Si : *S. sirbanum*.

présents en quantité plus importante en valeur absolue. Les variations de débit étant très importantes entre saison sèche et saison des pluies sur les rivières de savane et les grands fleuves de forêt, c'est là que la baisse de la conductivité est la plus nette. La diminution de la conductivité étant moins marquée sur les petites rivières de forêt, il en résulte finalement un nivellement des valeurs et toutes les espèces vivent dans des eaux à conductivité similaire. On peut tout au plus constater que *S. sirbanum* vit dans des eaux plus riches en sels minéraux que *S. damnosum* cela est peut-être dû au fait que certains gîtes de *S. sirbanum* se trouvent sur des petits cours d'eau temporaires qui ne coulent qu'en saison des pluies.

Après étude de ces premiers facteurs on peut constater que si la température de l'eau et le pH restent en saison des pluies des éléments intéressants, par contre la conductivité est à cette saison similaire pour tous les types de rivières prospectées.

4.1.2.2.5.2. Composition ionique des eaux

A la vue des différents graphiques et diagrammes (fig. 45 à 52 et 57 à 61) il apparaît que dans l'ensemble la composition ionique des eaux est assez uniforme et relativement stable tout au long de l'année. Il est toutefois possible de noter certaines particularités ou différences entre la saison sèche et la saison des pluies ainsi qu'entre les diverses espèces.

- En saison des pluies les carbonates et les chlorures augmentent en forêt et diminuent en savane.
- Les sulfates sont dans toutes les rivières en nette diminution par rapport à la saison sèche.
- Les phosphates restent durant toute l'année à un très faible niveau.
- Le calcium, le sodium et le magnésium restent, à peu de chose près, inchangés tout au long de l'année.
- Le potassium diminue en saison des pluies.

Nous avons regroupé en cinq figures les diagrammes de composition ionique de l'eau des gîtes larvaires les plus représentatifs. Nous avons établi pour chacun d'eux un diagramme de saison sèche (s.s.) et un diagramme de saison des pluies (s.p.).

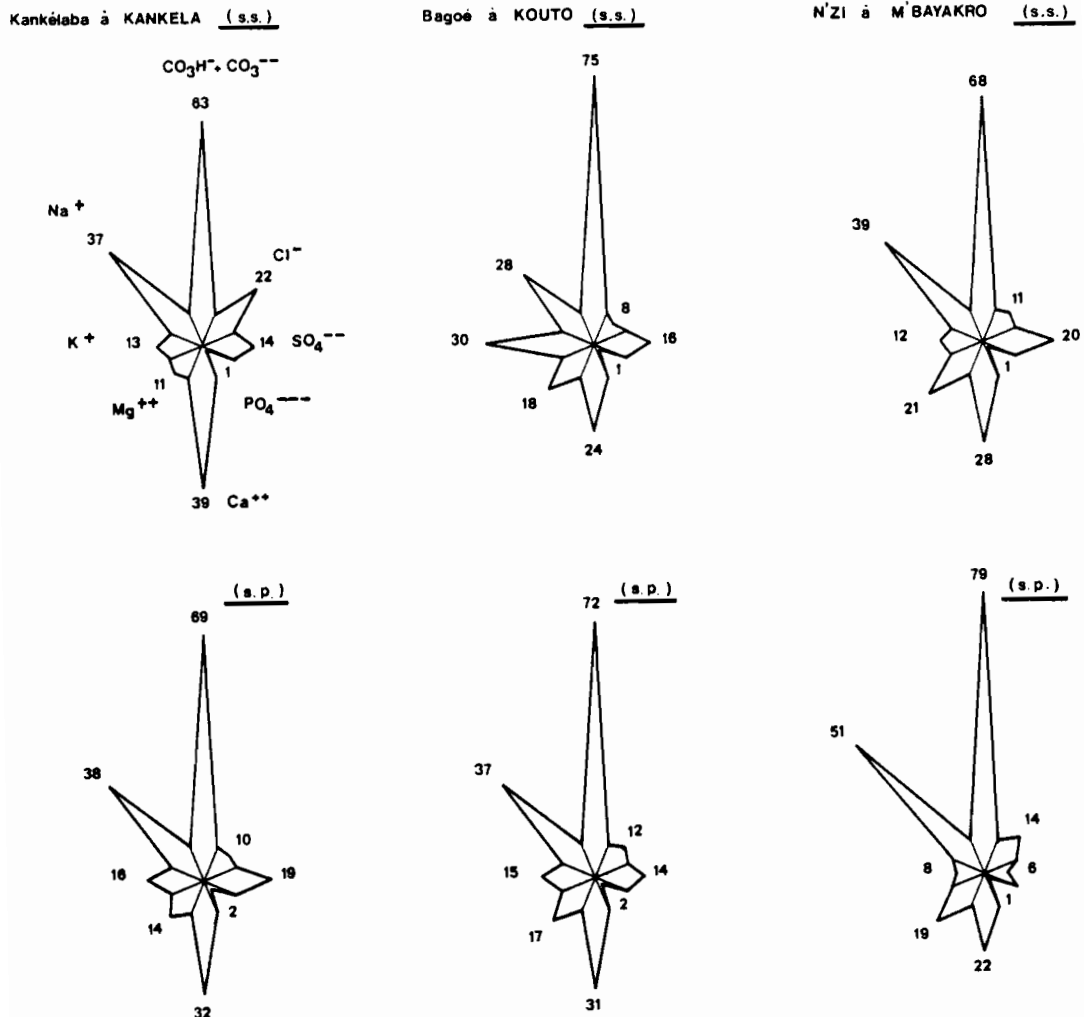


Fig. 57— Teneur des différents ions en pourcentage :
 (s.s.) saison sèche, (s.p.) saison des pluies.
 Gîtes larvaires à *S. damnosum* et *S. sirbanum*.

La figure 57 regroupe trois gîtes où vivent toute l'année *S. damnosum* et *S. sirbanum*. Chacun de ces gîtes situés sur des cours d'eau différents est caractérisé par certains composants. Le gîte de Kankélabé situé au Mali non loin de la frontière ivoirienne sur la Kankélabé (fig. 19, b° 21), est caractérisé par une faible teneur en magnésium. C'est le seul gîte étudié où le magnésium représente moins de 15 % des alcalino-terreux. Les gîtes de Kouto sur la Bagoé (n° 23) et de M'Bayakro sur le N'Zi (N° 10) sont eux caractérisés par une teneur en calcium relativement faible. Le rapport $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} / \text{Na}^+ + \text{K}^+$ est inférieur à 1.

La figure 58 regroupe trois gîtes "intermédiaires" qui en saison sèche abritent les espèces de savane *S. damno-*

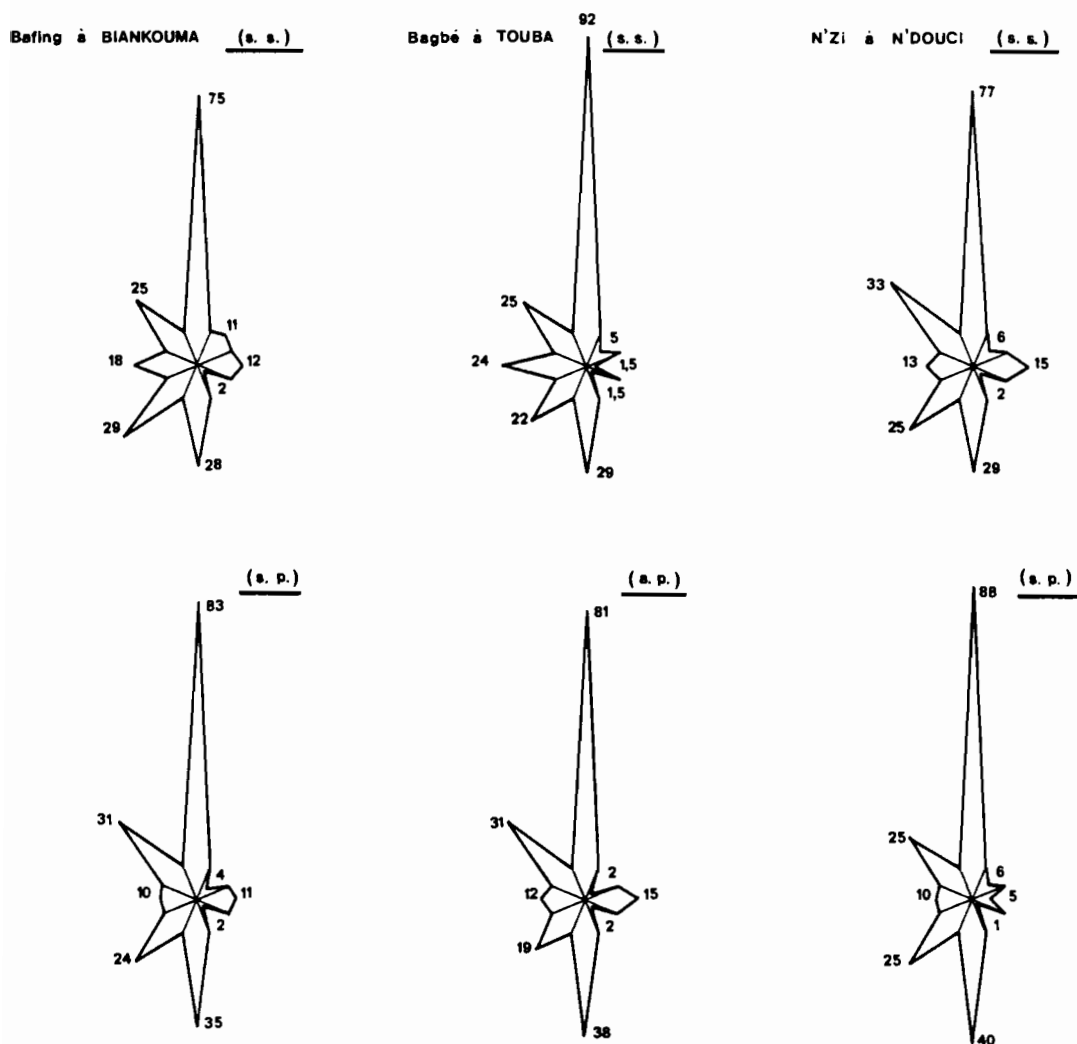


Fig. 58 — Teneur des différents ions en pourcentage :
 (s.s.) saison sèche, (s.p.) saison des pluies.
 Gîtes larvaires à *S. damnosum* et *S. sirbanum* en saison sèche
 et à *S. sanctipauli* et *S. soubrense* en saison des pluies.

sum et *S. sirbanum* et en saison des pluies les espèces de forêt *S. sanctipauli* et *S. soubrense*. Les rapports $Ca^{++} + Mg^{++}/Na^{+} + K^{+}$ sont de 1,04 1,17 et 1,33 en saison sèche et 1,33 1,44 et 1,86 en saison des pluies. Dans ces trois gîtes le calcium est inférieur à 30 % des alcalino-terreux en saison sèche et supérieur à 35 % en saison des pluies. Notons enfin que les teneurs en potassium sont plus élevées en saison sèche (13,18 et 24%) qu'en saison des pluies (10,10 et 12 %).

Sur les figures 59 et 60 nous avons regroupé six gîtes de forêt répartis sur les quatre fleuves ivoiriens. Deux sur la Comoé, un sur le Bandama, deux sur le Sassandra et un sur le Cavally. Le gîte d'Amankoukro (n° 2) abrite *S. sou-*

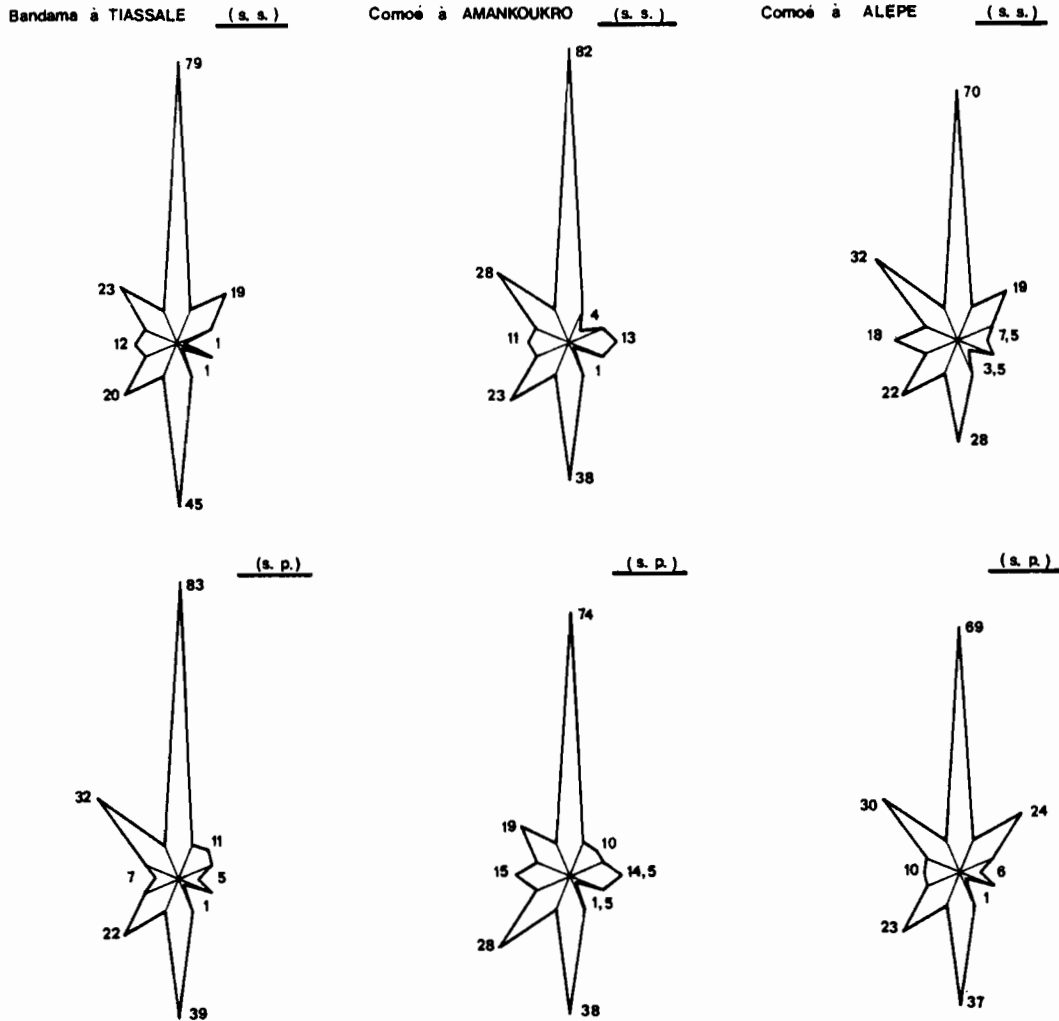


Fig. 59 — Teneur des différents ions en pourcentage :
 (s.s.) saison sèche, (s.p.) saison des pluies.
 Gîtes larvaires à *S. sanctipauli* et *S. soubrense*.

brense, les gîtes de Tiassalé et Soubré (n° 15 et 38) *S. soubrense* et *S. sanctipauli*, les gîtes d'Alépé (n° 7), de Louga (n° 40) et de Soto-Waté (n° 53) *S. sanctipauli*. Ces gîtes ont des taux de carbonates élevés en particulier les gîtes à *S. soubrense*. Sur la Comoé et le Bandama le calcium est l'alcalino-terreux le mieux représenté en saison sèche comme en saison des pluies. Sur le Sassandra et le Cavally il en est de même en saison sèche, mais en saison des pluies c'est le sodium qui domine (34, 36 et 39 % pour le sodium, contre 33,30 et 30 % pour le calcium).

Sur la figure 61 nous avons regroupé trois gîtes à *S. squamosum* et à *S. yahense*. Ces gîtes sont caractérisés par des taux de carbonates et de calcium relativement faibles et un taux de sodium important surtout en saison des pluies.

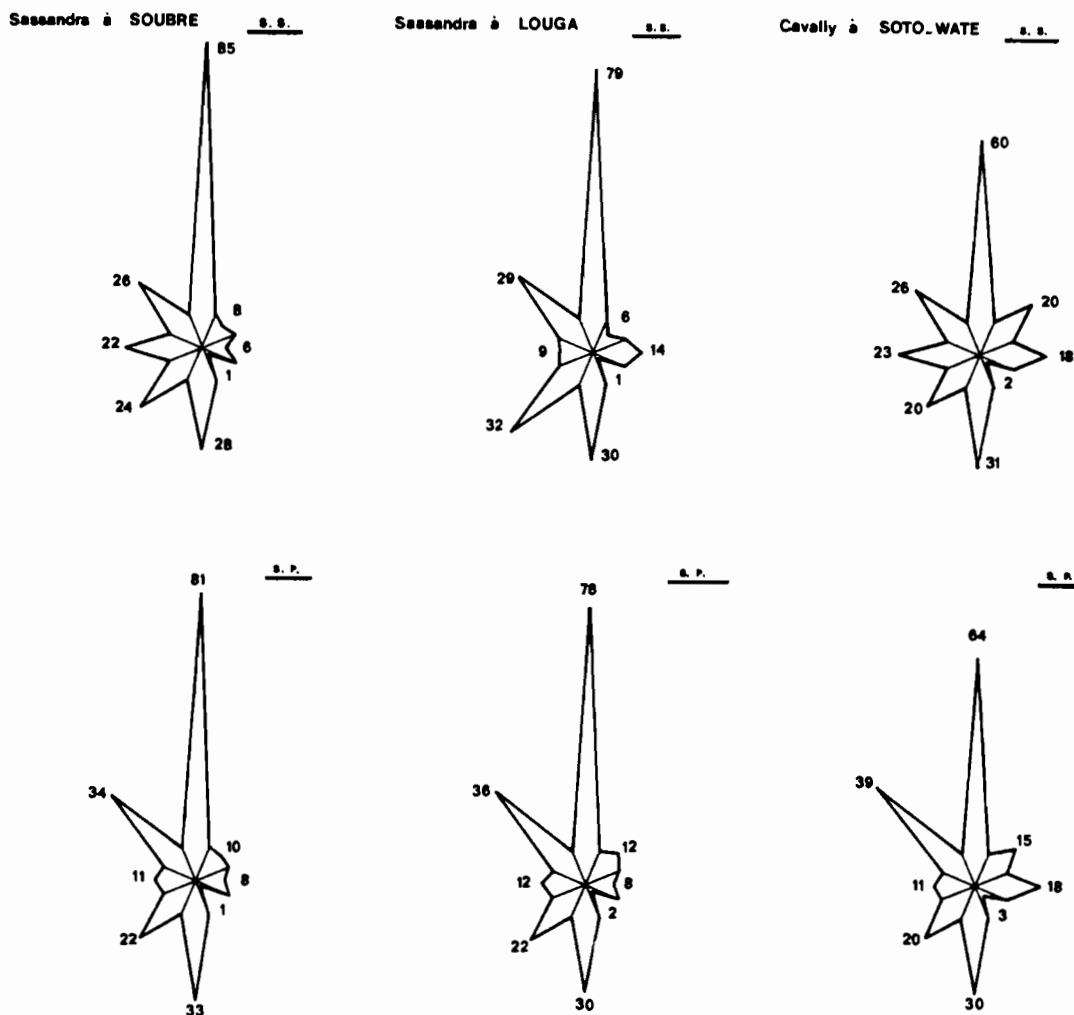


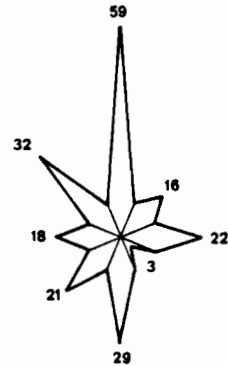
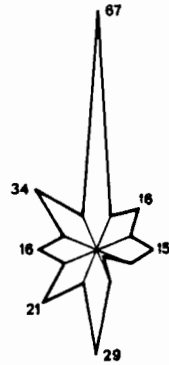
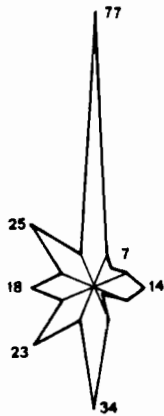
Fig. 60 — Teneur des différents ions en pourcentage :
 (s.s.) saison sèche, (s.p.) saison des pluies.
 Gîtes larvaires à *S. sanctipauli* et *S. soubrense*.

Ces résultats diffèrent (notamment de ceux obtenus par GRUNEWALD (1975,1976) mais une fois de plus nous devons constater que la région géographique où ont été effectuées les analyses a une importance primordiale. Il est déjà difficile de comparer des résultats obtenus en Côte d'Ivoire et à plus forte raison des résultats obtenus sur des gîtes disséminés à travers toute l'Afrique de l'ouest. Pour s'en convaincre il suffit de comparer les diagrammes de Soto-Waté (n° 53 et 54). L'un des deux gîtes situé sur le Cavally est peuplé par *S. sanctipauli*, l'autre sur un petit affluent du Cavally qui débouche à cet endroit est peuplé par *S. yahense*, cependant les deux diagrammes présentent beaucoup de similitudes car très proches géographiquement.

La Méné à NOBOUAGUI (s.s.)

Mariqot de SOTO-WATE (s.s.)

Gbé à WA (s.s.)



(s.p.)

(s.p.)

(s.p.)

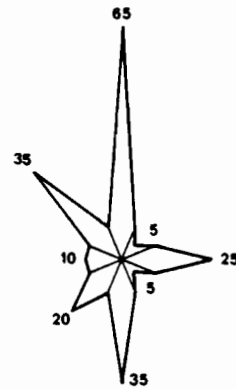
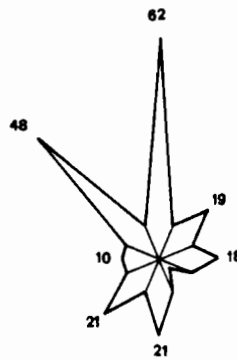
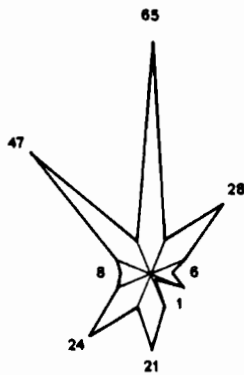


Fig. 61 — Teneur des différents ions en pourcentage :
 (s.s.) saison sèche, (s.p.) saison des pluies.
 Gîtes larvaires à *S. squamosum* et *S. yahense*.

4.1.2.2.5.3. Autres facteurs

On peut constater sur les graphiques correspondants (fig. 53 et 54) le fer total et la silice dissoute sont en quantités plus importantes dans les eaux de saison des pluies, ce qui paraît logique compte-tenu du lessivage des sols à cette saison. Apparemment ces facteurs ne sont pas en relation avec la présence de telle ou telle espèce.

Les résultats obtenus pour l'oxygène dissous (fig. 55) sont similaires dans les différents cours d'eau, en saison sèche comme en saison des pluies.

L'oxygène consommé par la matière organique (fig. 56) qui était plus élevé en saison sèche dans les petites

rivières de forêt que dans les grands fleuves atteint les mêmes valeurs dans les différents cours d'eau en saison des pluies compte-tenu de l'apport important de matières organiques à cette saison.

4.1.2.3. Conclusions sur les analyses de l'eau des gîtes larvaires des différentes espèces du complexe *S. damnosum*

Après étude en Côte d'Ivoire d'une cinquantaine de gîtes larvaires du complexe *S. damnosum* en saison sèche comme en saison des pluies nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- Le Ph semble le seul facteur important réellement impliqué dans la répartition larvaire des diverses espèces du complexe *S. damnosum* en Côte d'Ivoire.
- La température et la conductivité de l'eau qui en saison sèche semblent en relation étroite avec la répartition des diverses espèces, tendent à s'uniformiser en saison des pluies.
- La composition ionique des eaux est similaire dans les différents cours d'eau et tout au long de l'année.
- On peut constater certaines variations de la teneur en divers éléments (particulièrement carbonates, calcium et sodium) cependant il semble difficile de lier ces variations à la distribution des diverses espèces.
- La différence de teneur en oxygène consommé par la matière organique observée à la saison sèche entre petites et grandes rivières de forêt s'estompe en saison des pluies.

En résumé il apparaît qu'on assiste en saison des pluies à une homogénéisation des caractéristiques physico-chimiques des eaux. Cela explique sans doute l'invasion à cette saison des régions sud de savane par les espèces forestières et également en zone de forêt le passage à certains niveaux de *S. yahense* des petites aux grandes rivières. Ce mixage est facilité par la dispersion des femelles bien plus importante en saison des pluies qu'en saison sèche surtout en zone de savane. le pH reste cependant un facteur limitant qui interdit l'installation des diverses espèces dans des eaux trop acides ou trop basiques par rapport à leur pH optimum.

4. 2. BIOÉCOLOGIE DES FEMELLES

Compte tenu de la longueur et de la complexité des méthodes d'identification des espèces à l'intérieur du complexe *S. damnosum* (préparations chromosomiques pour les larves, montages morphologiques pour les femelles ; cf. 1.1 et 1.3), il n'est plus possible actuellement d'étudier globalement tous les problèmes bioécologiques des diverses espèces.

Nous avons choisi de travailler plus particulièrement sur les aspects de la bioécologie des femelles en relation directe avec leurs caractéristiques vectrices, à savoir : le rythme journalier de piqûre, la dynamique des populations (densité et âge moyen des femelles piqueuses), la dispersion et la zoophilie. Nous constaterons lors des rappels bibliographiques que de nombreux travaux ont déjà été consacrés à chacun de ces problèmes. L'intérêt de ce travail réside dans le fait que les 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 (1977) ont pu rattacher, en partie, leurs résultats aux cytotypes larvaires présents sur leurs gîtes d'étude.

La majorité des zones de savane ivoiriennes étant englobées, depuis 1974, dans le programme de lutte contre l'onchocercose (cf. fig. 19) nous avons du travailler essentiellement sur le haut-bassin du Sassandra (en savane sèche), sur la Marahoué, la Bagoé, la Kankelaba (Mali) et le Banifing (Mali) pour étudier les espèces de savane. Ce choix restreint de gîtes et le nombre très important de travaux déjà consacrés à l'étude de la bioécologie des femelles du complexe *S. damnosum* en zone de savane font qu'en ce qui concerne le rythme journalier de piqûre, la dynamique des populations et la dispersion nous nous contenterons de rappels bibliographiques pour les espèces de savane.

Fort heureusement les stations d'étude sont plus nombreuses et variées pour les espèces de forêt et nous avons indiqué sur la figure 62 l'emplacement de nos stations d'étude en ce qui concerne *S. sanctipauli*, *S. soubrense* et *S. yahense*.

Quant à *S. squamosum* c'est une espèce assez peu répandue en Côte d'Ivoire et si nous avons pu étudier quelques aspects de sa bioécologie larvaire grâce aux cinq gîtes répertoriés en Côte d'Ivoire, par contre nous avons dû récolter

du matériel en Haute-Volta, au Ghana et au Bénin pour nos études chromosomiques et morphologiques. Nous nous contenterons donc de rappeler les résultats obtenus par LE BERRE (1966) et PHILIPPON (1977) sur *S. squamosum* en zone de savane (région de Bobo-Dioulasso, Haute-Volta).

4. 2. 1. RYTHME JOURNALIER DE PIQURE

4.2.1.1. 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 piqûre est particulièrement important puisque le contact entre l'hôte vertébré et l'insecte s'établit 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 piqûre des simulies. Ils constatent que les simulies piquent uniquement de jour et que leur activité cesse lorsqu'il pleut ou que la température est trop élevée. De fait 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 ; HAUSERMAN, 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).

4.2.1.2. Observations personnelles

Nos observations sur les espèces forestières *S. yahense*, *S. soubrense* et *S. sanctipauli* sont illustrées par des graphiques (fig. 63 à 74). Pour chacune des espèces nous avons choisi parmi nos différents points de capture des stations

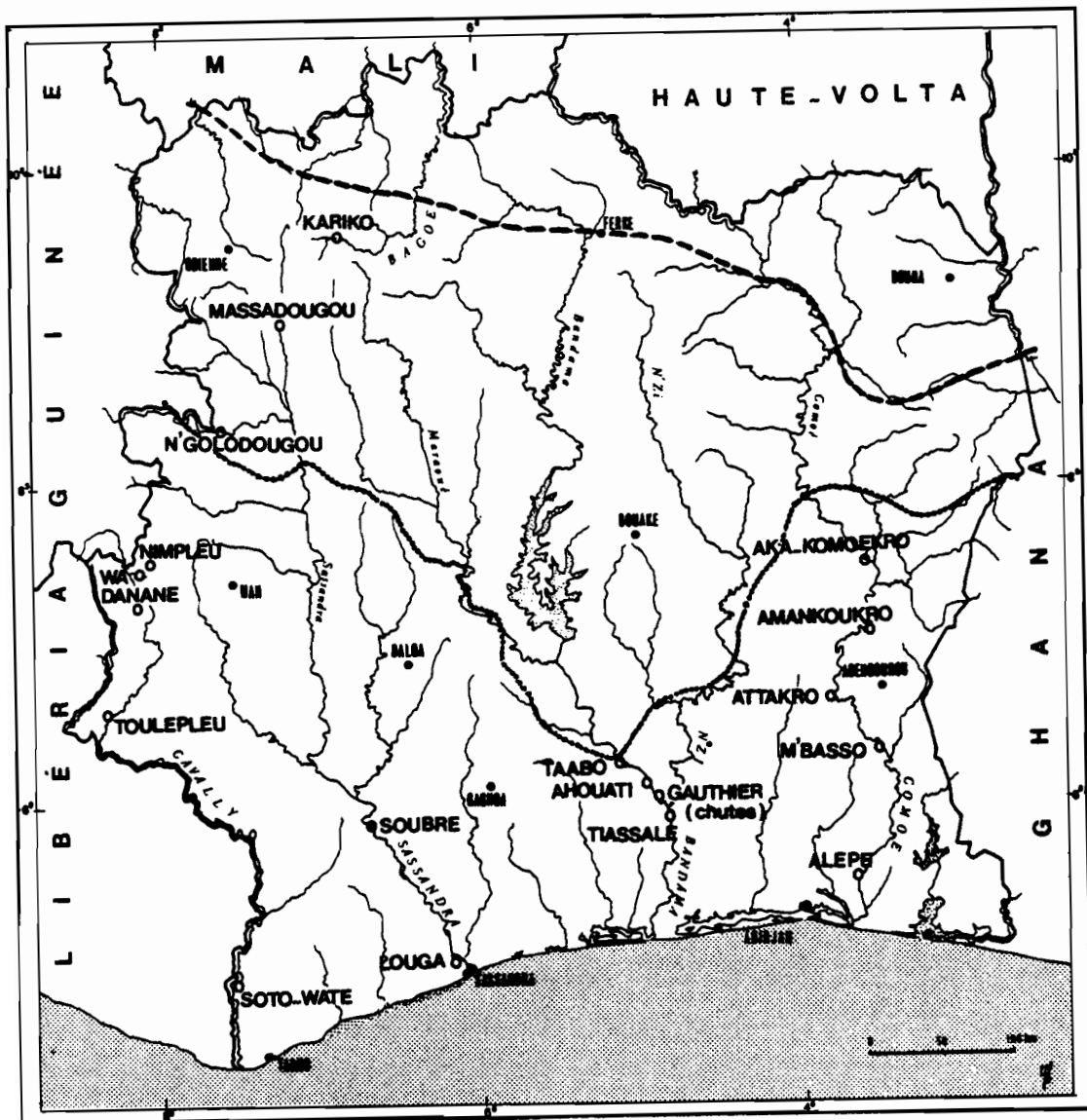


Fig. 62 — Répartition en Côte d'Ivoire de nos stations d'étude pour *S. sanctipauli*, *S. soubrense* et *S. yahense*.

----- Limite forêt-savane guinéenne.
 ———— Limite savane guinéenne-savane soudanaise.

caractéristiques en saison sèche et en saison des pluies ainsi que des journées types de capture. 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 les nombres horaires de femelles pares et nullipares. Nous avons superposé à ces histogrammes la courbe horaire de température.

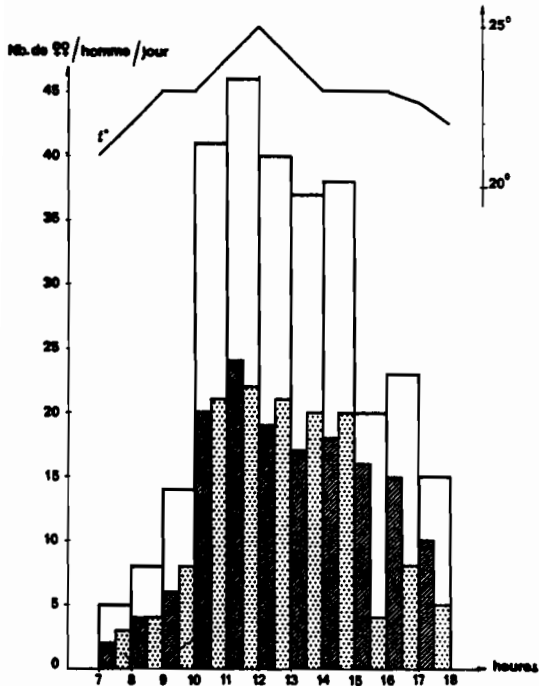


Fig. 63 *S. yahense* BOTO.WATE saison des pluies

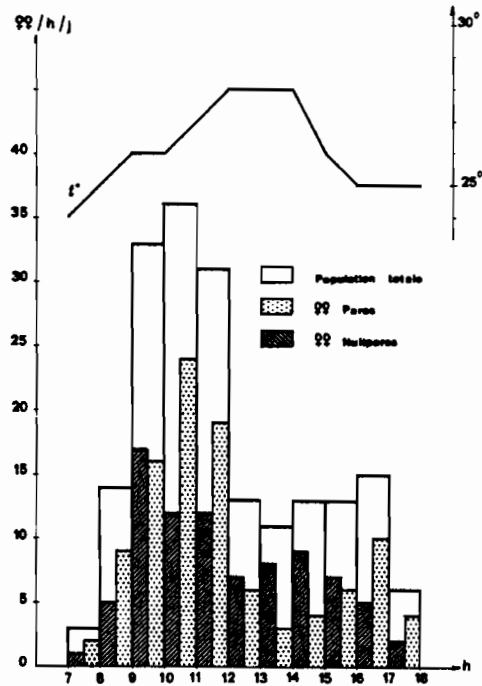


Fig. 64 *S. yahense* BOTO.WATE saison sèche

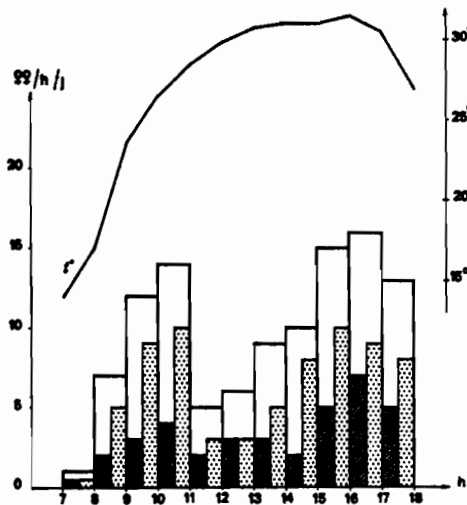


Fig. 65 *S. yahense* NIMPLEU saison sèche

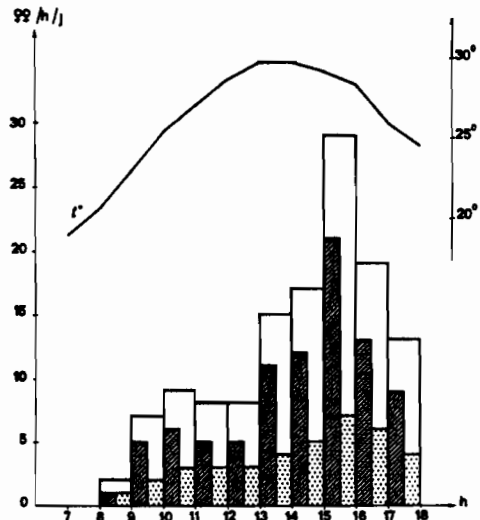


Fig. 66 *S. yahense* KARIKO saison sèche

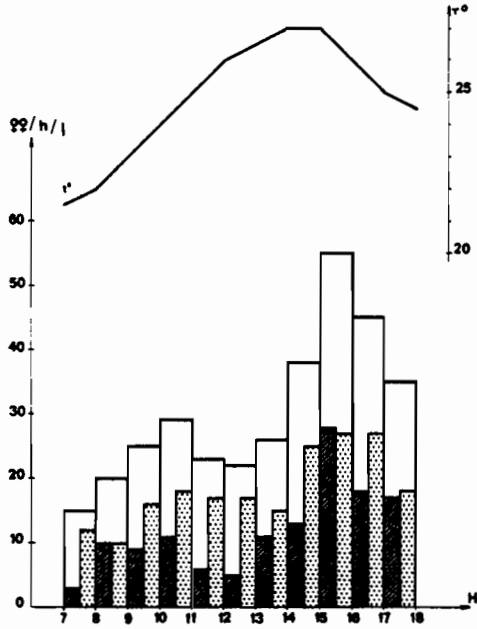


Fig. 67 *S. yahense* MASSADOUGOU saison des pluies

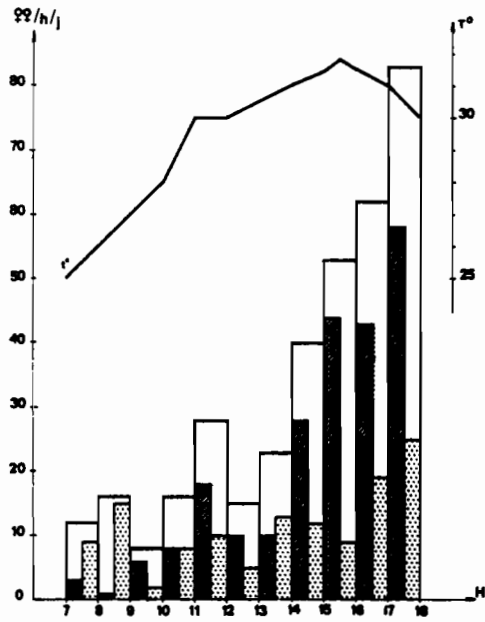


Fig. 68 *S. soubrense* TAABO saison sèche

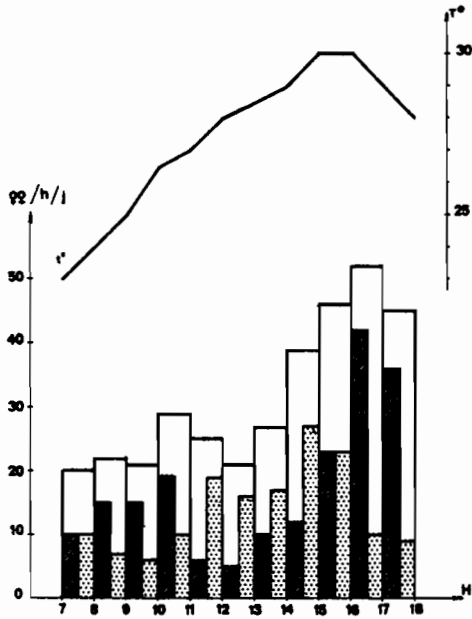


Fig. 69 *S. soubrense* ATTACKRO saison des pluies

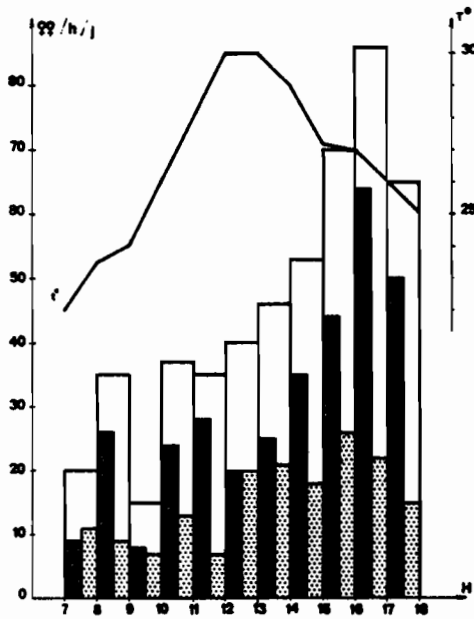


Fig. 70 *S. soubrense* N'GOLODOUGOU saison des pluies

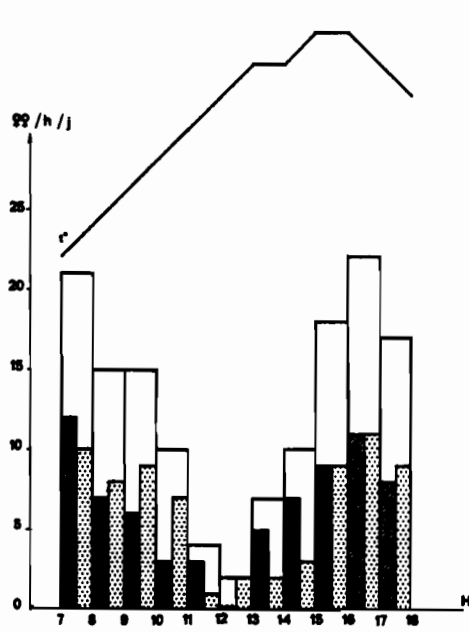


Fig. 71 *S. sanctipauli* TIASSALE selon abche

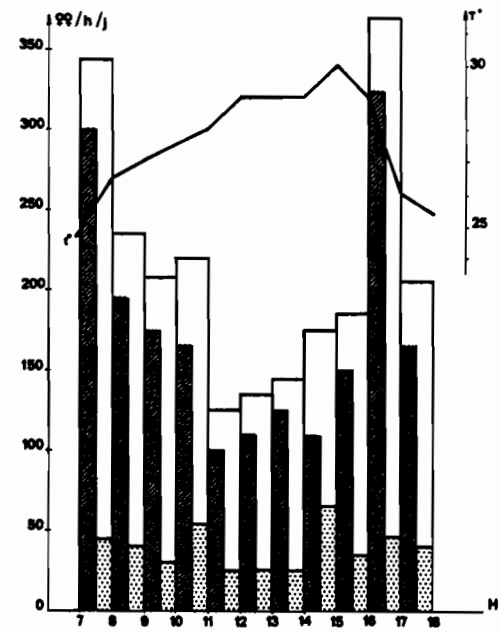


Fig. 72 *S. sanctipauli* GAUTHNER selon des pluies

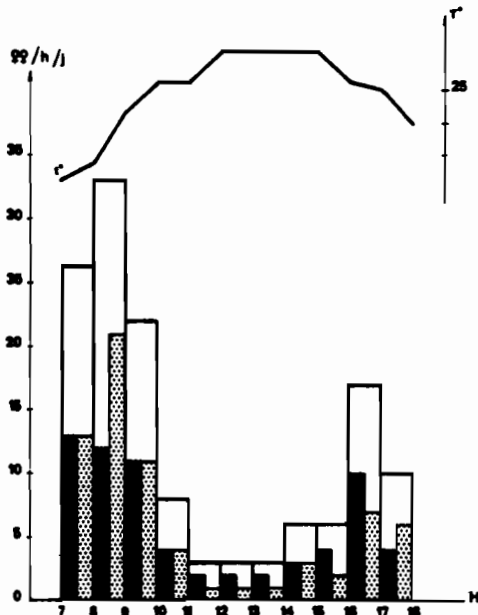


Fig. 73 *S. sanctipauli* TOULLEPLEU fin de saison des pluies

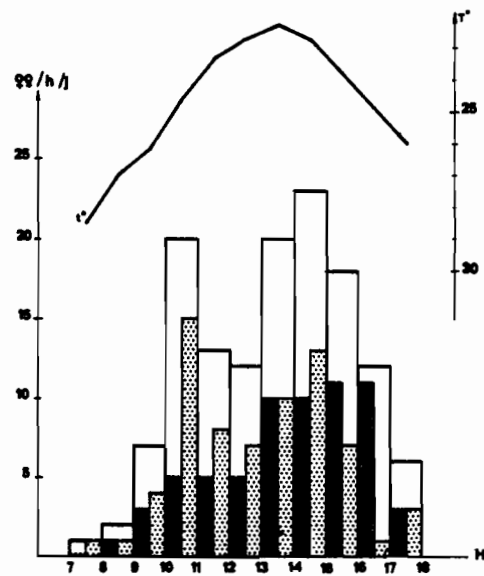


Fig. 74 *S. yohanan* WA fin de saison des pluies

En ce qui concerne les espèces de savane, nous nous contenterons de commenter lors de la discussion, les résultats obtenus à Niakaramandougou sur le Bandama (archives I.R.O., 1974) où *S. damnosum* s.s. est dominant, au Nabéré (Haute-Volta) sur la Bougouriba (BELLEC, 1974) gîte peuplé essentiellement par *S. sirbanum* et à Guéna (Haute-Volta) sur la Dienkoa (Haute Volta-noire ; LE BERRE, 1966) où *S. squamosum* était dominant (QUILLEVE-RE, 1974).

4.2.1.3. Discussion des résultats

Après observation des divers graphiques, il apparaît nettement qu'en forêt le facteur température est déterminant pour toutes les espèces mais à divers degrés. C'est ainsi que les simulies 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 (graphiques 71 et 72), 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, (graphiques 68,69, 70 et 63, 64, 65, 66). 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 ° (graphique 64). En saison des pluies où la température ne dépasse pas 25° le pic d'activité se situe en milieu

de journée (graphique 63). En zone de forêt montagneuse où en saison sèche la température matinale est inférieure à 25 °, le pic d'activité se situe en fin d'après-midi (graphique 65). Enfin en zone de savane en saison des pluies on retrouve le pic d'activité de fin d'après-midi (graphique 67) alors qu'en saison sèche on retrouve un cycle d'activité bimodal la température dépassant 30° en milieu de journée (graphique 66). 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 graphiques 73 et 74 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 paires et nullipares on peut constater que pour l'ensemble des espèces aux différentes saisons et dans les diverses zones, la répartition des femelles paires 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 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 en milieu de journée du nombre de nullipares en saison sèche, cette chute est moins apparente en saison des pluies (graphique 71 et 72). Chez *S. yahense* le pic d'agressivité des nullipares est unique en zone de forêt (graphiques 63, 64 et 65) et double en zone de savane avec un pic matinal peu important et un pic vespéral plus net (graphique 66 et 67). 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 paires ont une répartition plus homogène.

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.*, BELLEC, 1974).

En savane les observations effectuées à Niakaramandougou (*S. damnosum* s.s.) au Nabéré (*S. sirbanum*) et à Guéna (*S. squamosum*) montrent qu'en saison sèche comme en saison des pluies, le palier maximum atteint par la température module également 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 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).

4.2.2. DYNAMIQUE DES POPULATIONS

4.2.2.1. Densité des populations

4.2.2.1.1. Rappels bibliographiques

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-THOMSON, 1957 ; TENDEIRO, 1963 ; DAVIES, 1963) constatent une variation saisonnière de cette densité en relation avec les variations du 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 simuliennes ;
- 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.

4.2.2.1.2. Observations personnelles

Nos observations portant sur les espèces *S. sanctipauli*, *S. soubrense* et *S. yahense* sont illustrées par les figures 75, 76 et 77. *S. sanctipauli* et *S. soubrense* montrent une variation synchrone avec le niveau de l'eau. En effet, c'est en juillet, août et septembre que les densités de femelles piqueuses sont à leur maximum alors que les grands cours d'eau de forêt peuplés par ces espèces atteignent également leur débit maximum. Pour *S. yahense* il en va différemment car la densité maximale des populations se situe au moment de la décrue en octobre, novembre, décembre. Cela s'explique par le fait que 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.

4.2.2.1.3. Discussion

Nos observations recourent parfaitement celles effectuées par GARMS (1973) au Libéria. Il y note en effet une variation de population de type synchrone chez *S. sanctipauli* et une variation de type particulier chez *S. yahense*. Il considère pour sa part que chez *S. yahense* le nombre de femelles piqueuses est constant toute l'année. Cela est peut-être dû au fait que GARMS a travaillé au Libéria dans une zone moins montagneuse que celle 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 surtout chez *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.

En savane les fluctuations de la densité des

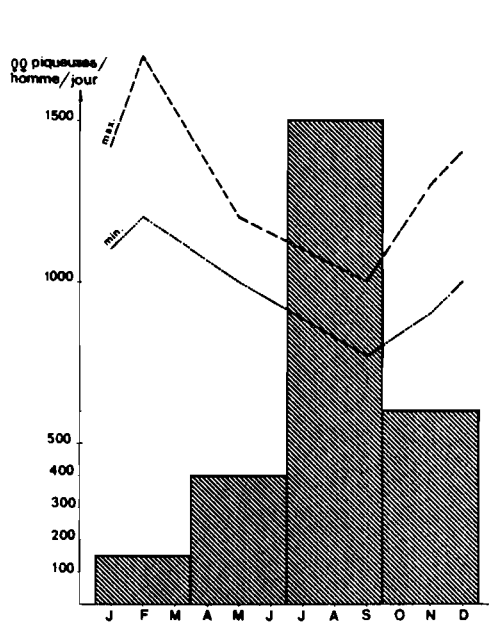
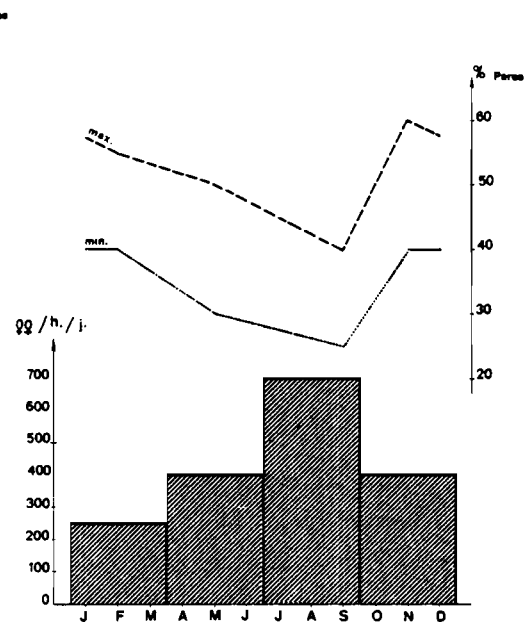
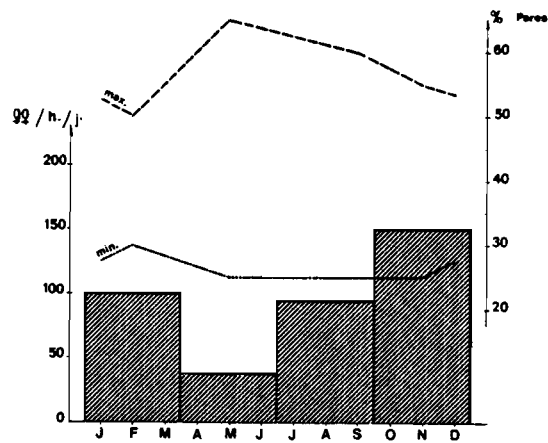
Fig. 75 *S. sanctipauli*Fig. 76 *S. soubrense*Fig. 77 *S. yahense*

Fig. 75-76-77: 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*

populations préimaginales des diverses espèces sont difficiles à apprécier car toutes les espèces occupent des gîtes larvaires très variés situés sur de petites comme de grandes rivières. De plus comme nous l'avons vu précédemment (LE BERRE, 1966) certains gîtes sont productifs uniquement en saison sèche ou en saison des pluies ou au contraire toute l'année. On ne retrouve donc pas comme en forêt une relation claire entre la densité de telle ou telle espèce et le régime des pluies.

4.2.2.2. Age moyen des populations

4.2.2.2.1. Rappel bibliographique

La longévité des femelles du complexe *S. damnosum* peut être étudiée directement par épandages larvicides et captures 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 absolue des femelles atteint dans les meilleures conditions trois à quatre semaines. 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. 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 également 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 et forestière la variation de la longévité devient beaucoup moins nette. 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 (1977) 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.

4.2.2.2.2. *Observations personnelles*

Nous avons représenté sur les graphiques 75, 76, 77 nos observations sur la variation annuelle du taux de femelles pares pour *S. sanctipauli*, *S. soubrense* et *S. yahense*. 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.

4.2.2.2.3. *Discussion*

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. Nous reprendrons cela en détail lors de notre chapitre sur les caractéristiques vectrices des diverses espèces. Nous nous en tiendrons donc ici à nos observations sur les pourcentages de femelles pares et leurs variations au cours de l'année.

Nous avons représenté sur les graphiques 75, 76 et 77 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 des populations de *S. sanctipauli* est peu élevé ce qui correspond aux observations de LE BERRE (1966) à Tiassalé 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*.

4. 2. 3. DEPLACEMENTS DES FEMELLES (DISPERSIONS ET MIGRATIONS).

4.2.3.1. Rappel bibliographique

La dispersion des femelles est essentiellement influencée par le couvert végétal, la nébulosité atmosphérique

et l'hygrométrie (LE BERRE, 1966). En savane soudanienne et guinéenne la dispersion est linéaire durant la saison sèche. Elle s'effectue alors le long des cours d'eau à l'intérieur des galeries forestières. 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 (QUILLEVE-RE *et al*, 1977)

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 habituellement faible en zone de savane (2 à 3 kilomètres au maximum) sauf en savane guinéenne en raison des pluies où elle atteint une vingtaine de kilomètres (BELLEC, 1974 ; PHILIPPON *et al*, 1977).

LE BERRE (1966) note qu'en savane la dispersion affecte plus fortement les femelles nullipares, dont la proportion augmente dans les captures avec l'éloignement des gîtes préimaginaux. Cependant en zone de forêt dans la région de Tiassalé (Côte d'Ivoire), où l'espèce *S. sanctipauli* est dominante il note un pourcentage de pares similaire sur le gîte (11 %) et tout au long des quarante kilomètres de l'axe de dispersion (9 %). En 1973 GARMS, au Libéria, observe 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. Si en zone de savane il confirme les observations de LE BERRE (1966), par contre en zone forestière il constate que les femelles pares (appartenant vraisemblablement à l'espèce *S. squamosum*) ont plus tendance à se disperser que les nullipares. Enfin PHILIPPON (1977) constate dans la région de Yamto (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 du gîte.

4.2.3.2. Observations personnelles

En zone de savane de rares identifications de femelles dispersives ont pu être effectuées. En septembre 1976 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.* Dans ce cas l'espèce présentant la plus forte dispersion était donc *S. sirbanum*. L'identification des femelles capturées par GUILLET *et al* (1978) lors d'une enquête entomologique sur la Falémé au Mali septentrional a permis de constater que 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.

En zone de forêt nous pouvons constater qu'en général *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 avions 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 d'ailleurs été confirmé par les villageois qui sont abondamment piqués en saison des pluies mais très peu 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 imaginaires 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).

4.2.3.3. 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 mul-

tiplicité des gîtes larvaires en particulier 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.

De nos observations nous pouvons 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 pour l'instant de mettre en évidence une différence entre les deux espèces. En zone de forêt, en saison sèche, la dispersion radiaire reste faible pour toutes les espèces présentes. Par contre en saison des pluies cette dispersion est importante chez *S. sanctipauli* et *S. soubrense*, 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 aussi que la dispersion radiaire en dehors d'axes dégagés est peu favorable en zone forestière. Tous les essais de capture de femelles en un point proche des gîtes mais séparés de ceux-ci par une zone de forêt dense se sont avérés infructueux. Ce qui correspond aux observations de LE BERRE (1966) et BELLEC (1974).

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 (1977) qui observent des taux de pares similaires 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.

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, 1977 ; 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 de mousson vers le nord (OVAZZA *et al*, 1967). En Côte d'Ivoire le phénomène de réinvasion des zones traitées, axé sud-ouest, nord-est et que l'on observe en début de saison des pluies paraît bien être en relation avec la remontée du F. I. T. L'identification morphologique de ces femelles de réinvasion a montré qu'elles appartenaient essentiellement aux espèces savaniques *S. sirbanum* et *S. damnosum*. L'étude de ces mouvements migratoires 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 savaniques 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 (Anonyme, 1977).

4.2.4. ZOOPHILIE

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. Les méthodes indirectes consistent lors des dissections de femelles à noter celles qui sont infectées par des filaires animales morphologiquement différenciables d'*O. volvulus* ou bien à déterminer l'origine des repas sanguins ou encore à constater des discordances marquées soit entre la densité des populations préimaginales et celle des femelles anthropophiles, soit entre l'infestation naturelle des populations de femelles par *O. volvulus* et l'infestation expérimentale de femelles gorgées sur onchocerquiens.

4.2.4.1. Rappel bibliographique

PHILIPPON (1977) a dressé une liste des observations effectuées par divers auteurs sur les préférences trophiques de *S. damnosum s.l.* Pour ne retenir que les observations effectuées en Afrique de l'ouest, trois d'entre elles ont été faites en zone de savane et deux en zone forestière. En ce qui con-

cerne la savane, CROSSKEY (1955) a observé au nord-Nigéria des femelles piquant le bétail, enfin PENDRIEZ et SECHAN (1971) observent au Sénégal oriental des femelles piquant sur girafe et sur bétail. En ce qui concerne la zone forestière, 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 Libéria signalent des femelles de *S. damnosum s.l.* piquant les poules, les canards et les oiseaux. DISNEY (1972) étudie au Cameroun des femelles du complexe *S. damnosum* piquant les poules. PHILIPPON (1977) rapporte également les nombreuses observations qu'il a pu faire d'une part en savane nord-soudanienne et en zone subsaharienne, d'autre part en zone forestière ; dans les deux premières zones il a pu observer de très nombreuses femelles piquant des ânes, boeufs, moutons et chèvres. Dans la zone forestière de Côte d'Ivoire, des femelles appartenant vraisemblablement à l'espèce *S. sanctipauli* piquent des lapins et des chèvres. Enfin au Zaïre à Inga il observe également des femelles du complexe *S. damnosum* piquant sur chiens et bovins.

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 et 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* (X) par contre GARMS (1973) observe au Libéria de nombreuses femelles infectieuses du complexe *S. damnosum* (probablement *S. sanctipauli* et *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.

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) (DIS-

 (X) Signalons cependant que OMAR (comm. pers., 1978) a pu établir qu'en certains sites de réinvasion de la zone traitée (cf. 4.2.3.3.), une proportion importante (parfois jusqu'à 35 %) de larves infectantes indifférenciables morphologiquement d'*O. volvulus* en étaient différentes du point de vue enzymatique.

NEY et BOREHAM, 1969 ; GARMS et VOELKER, 1969).

Signalons enfin qu'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 *et al* (1971, 1977 et 1978). Ces observations ont été effectuées dans les vallées du Sénégal, de la Haute-Gambie, en savane nord-soudanienne et en zone subsaharienne. 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-Sassandra (PHILIPPON, 1977 ; QUILLEVERE *et al* 1977, c).

4.2.4.2. Observations personnelles.

Nous avons regroupé sur les tableaux 7 et 8 les résultats de capture de femelles de *S. damnosum s.s.*, *S. sirbanum*, *S. sanctipauli* et *S. soubrense* sur appât animal. Les essais effectués dans les zones à *S. yahense* et *S. squamosum* n'ont pas été concluants. Les résultats de la Falémé (tableau n° 7) sont dus à GUILLET *et al*, 1978.

Les captures sur poulet, boeuf (tableau n° 7) ou lapin, poulet, mouton (tableau n° 8) sont comparés avec celles obtenues au même endroit et à la même période sur appât humain. Afin de mieux juger de l'importance relative de ces captures nous avons effectué pour les captures sur appât animal deux corrections différentes, l'une tenant compte du poids respectif de captureur et de l'animal, l'autre de la quantité de gaz carbonique dégagée selon les abaques de GADDUM (1961).

En ce qui concerne la présence de filaires animales, il faut 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 n° 9. Sur ce tableau nous pouvons comparer en divers points de capture, les infestations par *O. volvulus* et par filaires animales.

Nous avons signalé précédemment que l'observation d'une discordance marquée entre l'infestation naturelle des populations de femelles par *O. volvulus* et l'infestation expérimentale de femelles gorgées sur onchocerquiens était également un indice de zoophilie. En effet la dissection de femelles cap-

Tableau n° 7 - 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
 Boeuf : poids moyen : 100 Kg CO₂ dégagé par minute : 500 cc

gîtes	Date des captures	Homme/jour	Poulet/jour	Boeuf/jour
Pont Boundiali (Bagoé) 9° 30' N 6° 30' 0	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' 0	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' 0	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. sirbanum</i> : 31% <i>S. sirbanum</i> : 69%
Satagougou (Falémé) 12° 35' N 11° 25' 0	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' 0	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%	

TABLEAU 8 — 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 ccCO₂ dégagé par minute : 10 à 15 ccCO₂ 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 9 — 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

turées gorgées sur onchocerquiens et maintenues en survie permet de connaître l'infestation maximale théorique d'une population donnée de femelles. On peut alors comparer celle-ci à l'infestation naturelle observée sur la population sauvage, à condition toutefois de connaître la prévalence de l'onchocercose dans la zone étudiée. Le nombre de repas sanguin infectants dépend en effet directement du pourcentage d'onchocerquiens dans la population. Nous avons à titre d'exemple regroupé sur le tableau n° 10 quelques résultats caractéristiques des différentes zones bioclimatiques et cytotaxonomiques. Les pourcentages d'onchocerquiens dans la population ont été estimés à partir des données de RIVES et SERIE (1967). Les pourcentages de femelles parasitées par rapport aux pares dans la nature ont été obtenues lors de nos dissections de femelles "sauvages", les pourcentages de femelles parasitées expérimentalement lors de nos études de transmissions croisées.

Tableau n° 10 - Comparaison des taux de parasitisme naturels et expérimentaux de populations de femelles du complexe *S. damnosum*.

Lieux	% d'onchocerquiens	% 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 %

4.2.4.3. Discussion

Si nos données ne sont pas suffisantes pour tirer dès à présent des conclusions définitives sur la zoophilie des diverses espèces, nous pouvons cependant discuter ces premiers résultats et faire plusieurs remarques.

Nous pouvons tout d'abord constater à la vue des différents tableaux que *S. damnosum s.s.*, *S. sirbanum*, *S. soubrense* et *S. sanotipauli* piquent volontiers les animaux. En ce qui concerne les espèces savaniques, 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. Dans cette même région de savane nord-soudanienne PHILIP-PON (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 échantillon de ces 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*. En zone de forêt il faut souligner que seul *S. sanotipauli* a été trouvé porteur de filaires d'origine animale.

En ce qui concerne notre comparaison des taux d'infestation naturels et expérimentaux, si nos résultats ne sont guère précis, compte-tenu en particulier de l'estimation du pourcentage d'onchocerquiens dans la population et de la mortalité plus élevée du parasite et du vecteur dans la nature qu'en survie, ils permettent cependant de constater qu'à M'Basso, Gauthier et Kankela il existe une différence marquée entre le pourcentage de parasitisme naturel observé et théorique. Cela semble indiquer une zoophilie importante, qui a été confirmée par l'observation de femelles piqueuses zoophiles et l'existence de filaires animales chez *S. sanotipauli* à M'Basso et à Gauthier. De nombreuses femelles zoophiles ont également été capturées à Kankela alors que nous n'en n'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 effectuée en saison sèche période durant laquelle cette espèce ne représente que 10 % de la population totale sur ce gîte.

Cette 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 largement 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 Mc CRAE (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 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 dans cette zone *S. damnosum s.s.* et *S. sirbanum* ont des préférences trophiques différentes. Les facteurs génétiques semblent encore plus influents en 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*.

Chapitre 5

ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES VECTRICES
DES DIFFÉRENTS MEMBRES DU COMPLEXE *S. damnosum*

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) ont étudié 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'onchocerce chez la simule, le cycle de piqure, 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 Libéria a suivi durant trois années consécutives la transmission onchocerquienne en zone de forêt. Il note en particulier un fort pourcentage d'infestation des simules par des filaires animales. PHILIPPON (1977) a étudié de façon détaillée les rapports entre l'homme réservoir de virus, l'insecte vecteur et le parasite. Il a examiné en particulier les facteurs susceptibles d'influer sur la quantité de microfilaires ingérées, les facteurs influant sur le 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'onchocerce et le devenir des larves infectantes à l'issue du cycle parasitaire. Il a étudié enfin les taux d'infestations des populations simulidiennes ainsi que la retransmission du parasite et a établi 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 déjà écrit, 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 (1977) 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.

Deux méthodes complémentaires peuvent être utilisées pour apprécier les potentialités vectrices d'une espèce donnée. La première, de loin la plus employée, consiste à capturer dans la nature des femelles sauvages et à déterminer par dissection leur âge physiologique (taux de pares), leurs taux d'infestation par *O. volvulus* (femelles parasitées, infectées et infectieuses (x)) et enfin leur charge parasitaire (nombre de larves évolutives ou infectantes par femelle). La seconde méthode consiste à faire gorger des femelles sur onchocerquiens, à maintenir ces dernières en survie 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 ; elle 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 ; elle permet enfin d'étudier les variations des caractéristiques vectrices d'une espèce lorsque celle-ci est mise en présence d'une souche d'

 (x) 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*.

O. volvulus d'origine géographique différente.

Nous avons employé successivement ces deux méthodes. La première partie de ce chapitre sera consacrée à l'étude des caractéristiques vectrices "naturelles" des diverses espèces, la seconde partie concernera les caractéristiques vectrices "expérimentales" en particulier lors des transmissions croisées entre souches d'onchocercques et espèces vectrices d'origines différentes.

5. 1. CARACTERISTIQUES VECTRICES NATURELLES

Nous avons passé en revue lors du chapitre consacré à la bioécologie des femelles, nombre de facteurs impliqués directement dans la transmission de l'onchocercose, à savoir : le rythme journalier de piqure, la densité et l'âge moyen des populations, la dispersion et la zoophilie. Nous reviendrons d'ailleurs sur le problème de la longévité des femelles, facteur particulièrement important en forêt comme en savane. L'étude quantitative de la transmission onchocercquienne est liée à la connaissance des taux d'infestation et de la charge parasitaire des femelles piqueuses. Lors des captures de femelles "sauvages" dans la nature, seules les femelles paires peuvent être infectées ou infectieuses, les nullipares venant quant à elles prendre leur premier repas de sang. Compte-tenu des variations importantes des taux de paires selon les espèces concernées, les zones bioclimatiques et les périodes de l'année considérées (cf. 4.2.2.2.), il est préférable de tenir compte des taux de femelles parasitées, infectées et infectieuses par rapport aux paires, plutôt qu'à l'ensemble de la population piqueuse.

5. 1. 1. TAUX NATURELS D'INFESTATION

5.1.1.1. Rappel bibliographique.

Au vu des résultats obtenus par divers auteurs, le trait saillant commun est la très grande variabilité des taux naturels d'infestation par *O. volvulus*. Ces taux sont en effet largement influencés non seulement par les facteurs "bioécologiques" tels que la longévité, la dispersion et la zoophilie mais aussi par les facteurs "humains" tels que le taux d'en-

démicité de la population humaine, les charges microfilarieuses des onchocerciens et le contact homme-vecteur (PHILIPPON, 1977).

En zone de savane la charge microfilarienne ne semble pas jouer de rôle important, compte-tenu de l'intense réduction numérique que subissent les parasites ingérés (PHILIPPON et BAIN, 1972) par contre le contact homme-vecteur (et donc parasite-vecteur) a une importance primordiale. Ce contact est bien sûr lié à la distribution des villages par rapport aux gîtes préimaginaux ainsi qu'au rythme d'activité des villageois mais dépend aussi étroitement de la dispersion des femelles aux diverses saisons et de leur taux de zoophilie.

En zone de forêt DUKE *et al.*, (1972) ont pu constater une certaine corrélation entre l'importance du réservoir microfilarien et la proportion de femelles paires parasitées. Il est en effet certain qu'en forêt si le contact homme-vecteur ne pose guère de problèmes compte-tenu du nombre et de la dispersion des femelles en particulier en saison des pluies, par contre le contact parasite-vecteur est plus aléatoire. En effet, en forêt les taux d'endémicité sont habituellement inférieurs à ceux rencontrés en savane particulièrement dans les zones à *S. sanctipauli* et *S. soubrense*. A ce propos le travail de RIVES et SERIE (1967) sur l'endémicité onchocercienne en Côte d'Ivoire est très démonstratif puisque sur les 22 sous-préfectures ivoiriennes comprenant les foyers hyperendémiques (plus de 70 % d'onchocerciens) 21 sont situés en savane et une seule (Danané) en forêt (zone à *S. yahense*, *S. squamosum*). Enfin en zone de forêt la forte zoophilie alliée à une faible longévité (en particulier pour *S. sanctipauli*) diminuent de façon notable les potentialités vectrices des femelles. Tout cela explique donc que le taux d'infectivité des femelles soit 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 18 % (CROSSKEY, 1954, 1956, 1957 ; LEWIS, 1958 ; DAVIES *et al.*, 1962 ; LEWIS *et al.*, 1961 ; LAMONTELLERIE, 1964 ; MARR, 1965 ; DUKE, 1968 a et c ; PHILIPPON *et al.*, 1968, 1971 ; PENDRIEZ et SECHAN, 1971 ; DUKE *et al.*, 1972, 1975 ; GARMS, 1973 ; PHILIPPON, 1977).

5.1.1.2. Observations personnelles

Notre étude de l'infestation naturelle des femelles des diverses espèces du complexe *S. damnosum* par *O.*

volvulus a été réalisée lors de 61 enquêtes entomologiques sur le terrain. 40 d'entre elles ont été menées en zone de forêt et 21 en zone de savane ; sur ces dernières 6 enquêtes ont été effectuées sur des populations mixtes regroupant des espèces savaniques et forestières. Ces enquêtes représentent 741 journées complètes de capture durant lesquelles 103.233 femelles ont été capturées et 62.253 disséquées. Les dissections nous ont permis de découvrir 1.962 femelles infectées et 700 femelles infectieuses. Nous avons pu en outre disposer pour cette étude de données épidémiologiques portant sur une dizaine d'années pour certaines stations d'étude (archives de l'I. R. O. de Bouaké).

5.1.1.2.1. *Espèces de savane*

Bien que nous ayons tenté pour notre part lors de nos enquêtes sur le terrain de réduire au maximum les facteurs "humains" de variabilité (cf. 1.5.1. choix des points de capture) nous avons cependant constaté que les taux d'infestations restaient très variables particulièrement en zone de savane.

Pour la totalité de nos enquêtes sur les espèces de savane *S. damnosum s.s.* et *S. sirbanum*, le taux de femelles parasitées par rapport aux pares est de 9,3 %, le taux d'infectées par rapport aux pares de 6,8 % et le taux d'infectieuses par rapport aux pares de 2,5 %. Si nous relevons dans nos résultats et dans les archives de l'I. R. O. les enquêtes 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. tableau n° 11) ; les pourcentages moyens de pares parasitées, infectées et infectieuses sont alors respectivement de 23,8, 14,9 et 8,9 %.

Après identification des femelles infectées et infectieuses nous n'avons pas observé en zone de savane de différence significative entre les deux espèces *S. damnosum s.s.* et *S. sirbanum*, 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.

5.1.1.2.2. *Espèces forestières*

Nos données sur les caractéristiques vectri-

Tableau n° 11 - Taux de femelles infectées et infectieuses obtenus avec un contact étroit entre populations de simulies piqueuses et populations humaines forcément onchocerquées en zone de savane.

Lieux	Mois de l'enquête	Nbre de $\frac{00}{44}$ disséquées	Nbre de pares	% pares	Nbre d'infestées	% i/pares	Nbre 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 (Kérialié)	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

ces naturelles des espèces forestières concernent essentiellement *S. soubrense* et *S. yahense*. Les caractéristiques vectrices naturelles de *S. squamosum* n'ont pas pu être étudiées ce travail nécessitant la dissection d'un bien trop grand nombre de femelles. En ce qui concerne *S. sanctipauli* nous avons pu constater lors de l'étude de la zoophilie (cf. 4.2.4. et tableau n° 9) qu'une seule femelle sur 1.760 paires disséquées 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 aux types 2 et 3 décrits par GARMS et VOELKER (1969) au Libéria. Si nous avons pu différencier par leur taille certaines 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 qu'à l'intérieur de notre zone d'étude les potentialités vectrices naturelles de *S. sanctipauli* sont pratiquement nulles en ce qui concerne *O. volvulus*. Nous verrons qu'il en ira tout autrement en ce qui concerne les potentialités vectrices expérimentales.

Nous avons regroupé sur les tableaux n° 12 et 13 les taux d'infestation naturelle observés lors de diverses enquêtes de saison sèche et de saison des pluies sur *S. soubrense* et *S. yahense*.

TABLEAU 12 — Taux d'infestation naturelle observés chez les femelles paires 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
♀♀ paires	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

Chez *S. soubrense* (si on met à part le gîte d'Aka-Komoékro où les femelles piquent sur réservoirs de forêt et de savane mélangés) le pourcentage moyen de femelles parasitées par rapport aux paires 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 paires est de 30,32, il est de 25,65 pour les femelles infectées et de 10,63 pour les infectieuses. En zone de savane (Kariko) ces taux tom-

TABLEAU 13 — Taux d'infestation naturelle observés chez les femelles paires de *S. yahense* en diverses zones.

<i>S. yahense</i>	Wa	Wa	Danané	Nimpleu	Soto-Waté	Kariko
♀♀ disséquées	781	553	412	879	510	892
♀♀ paires	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

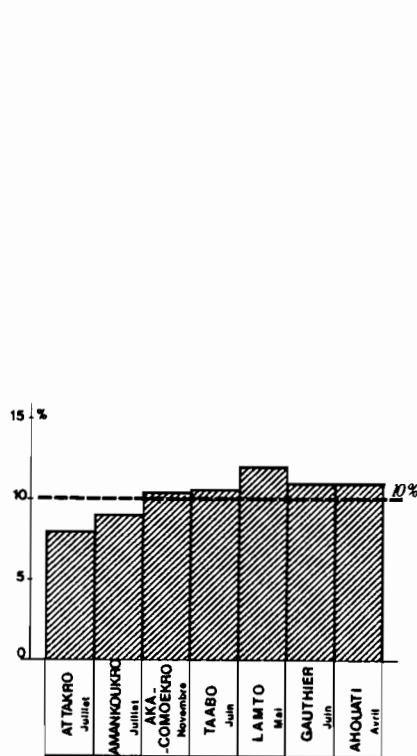
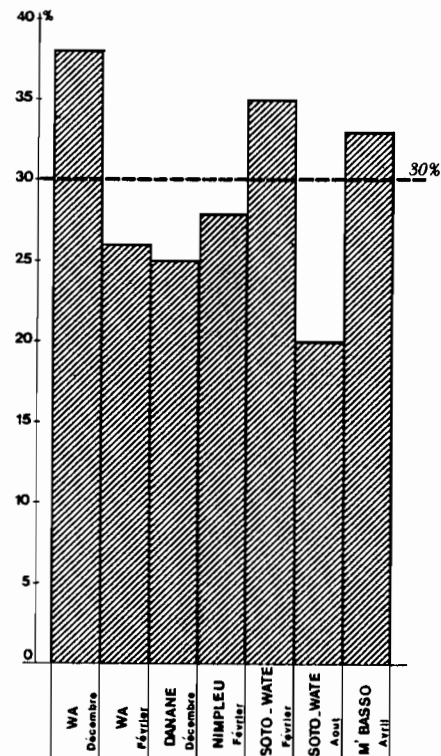
bent à 0,85 % de femelles parasitées (infectées) et 0 % d'infectieuses.

Pour une espèce donnée il est possible de calculer le pourcentage théorique de femelles parasitées par rapport aux paires. Pour ce faire on observe lors des dissections les doubles infestations (x). Si on fait le rapport des doubles infestations aux femelles infectieuses on obtient le pourcentage de femelles paires susceptibles de s'infecter à chaque repas de sang, ce pourcentage correspond au taux théorique de femelles parasitées par rapport aux paires sur une population en équilibre. Nous avons indiqué sur les figures 78 et 79 les pourcentages théoriques de femelles parasitées par rapport aux paires 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.

5.1.1.3. Discussion

Comme nous l'avons vu précédemment, les taux d'infestation en zone de savane sont extrêmement variables ce qui rend difficile toute comparaison avec les résultats obtenus précédemment dans diverses régions et à différentes périodes de l'année. Si on compare nos résultats sur l'ensemble des femelles de savane (13.468 femelles disséquées) aux résultats obtenus par

(x) C'est dans une même femelle soit des stades infectants associés à des larves évolutives jusqu'au stade II soit des stades III intramusculaires associés à des saucisses qui ne peuvent concerner que des femelles qui se sont infectées lors de leurs deux derniers repas de sang (PHILIPPON 1977).

Fig. 78 : *S. soubrense*Fig. 79: *S. yahense*

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

PHILIPPON (1977) à Samandéni, gîte de savane soudanienne typique, sur un cycle annuel (21.760 femelles disséquées) on peut cependant constater une très bonne concordance. En effet, nous avons trouvé un pourcentage moyen de 6,8 % de pares infectées et 2,5% de pares infectieuses alors que PHILIPPON avait obtenu 6,1 % de pares infectées et 3,7 % de pares infectieuses. Plus au sud, sur le Monnongo, en savane guinéenne, en saison des pluies PHILIPPON (1977) trouve 15,7 % de pares infectées et 5,8 % de pares infectieuses. Ces résultats sont assez proches de ceux obtenus en cas de contact étroit entre femelles piqueuses et populations humaines fortement "onchocerquées" (tableau n° 11, en moyenne 14,9 % de pares infectées et 8,9 % de pares infectieuses). Nous pouvons donc estimer qu'en ce qui concerne les espèces savaniques *S. damnosum s.s.* et *S. sirbanum* les taux d'infestation naturelle varient bien plus en fonction des facteurs "humains" et "bioécologiques" qu'en fonction des facteurs génétiques. Cela sera d'ailleurs confirmé lors de nos infestations expérimentales.

En zone forestière *S. sanctipauli* dont le rôle vecteur dans les conditions naturelles nous apparaît comme peu important, est considéré comme un vecteur à part entière par

GARMS (1973) et PHILIPPON (1977). Il faut tenir compte cependant que ces travaux ont été menés sur des mélanges d'espèces c'est ainsi qu'au Libéria GARMS a travaillé vraisemblablement sur un mélange *S. sanctipauli*-*S. yahense* 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 mêlé à la population de *S. sanctipauli* pour obtenir des résultats totalement différents. C'est ainsi que le taux global de femelles infectieuses par rapport aux paires 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 paires 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. Les enquêtes que nous avons effectuées à Louga sur le Sassandra aval en saison des pluies nous ont montré que bien que le gîte larvaire soit entièrement peuplé par *S. sanctipauli* et *S. soubrense*, les femelles piqueuses comportaient 17 % de *S. yahense* venues des affluents. Il faut enfin noter que GARMS a travaillé dans une zone où les populations de femelles piqueuses sont très zoophiles puisque les infestations par filaires animales sont plus nombreuses que celles par *O. volvulus*. Notons à ce propos que pour *S. sanctipauli* nous n'avons observé en Côte d'Ivoire que 0,57 % de femelles paires renfermant des filaires animales au stade infectant contre 3 % au Libéria. Ce problème reste cependant important en zone de forêt (et aussi en savane soudanienne et subsaharienne) 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.

Chez *S. soubrense* nous avons trouvé 8,11 % d'infectées et 2 % d'infectieuses par rapport aux paires. Les résultats de PHILIPPON (1977) à Taabo s'expliquent parfaitement compte-tenu de la présence de *S. soubrense* en plus de *S. sanctipauli* c'est ainsi qu'il trouve sur un cycle annuel 3 % d'infectées et 1 % d'infectieuses par rapport aux paires. Dans cette zone *S. soubrense* formant 40 à 60 % de la population de femelles piqueuses, nos résultats sont tout-à-fait concordants.

En ce qui concerne enfin *S. yahense*, nos résultats sont identiques à ceux obtenus par PHILIPPON à Wa pour les taux d'infestations (25,65 % de paires infectées et 10,63 % de paires infectieuses chez *S. yahense*, 22,7 % d'infectées et

11,05 % d'infectieuses à Wa).

Nous pouvons donc constater dès à présent que si en savane les taux d'infestation varient de façon notable en fonction des facteurs "humains" et bioécologiques, par contre en forêt les taux d'infestation restent stables et sont manifestement liés à des facteurs génétiques.

5. 1. 2. CHARGES PARASITAIRES NATURELLES

5.1.2.1. Rappel bibliographique

L'étude des charges parasitaires naturelles des femelles consiste à établir le nombre moyen de larves infectantes par femelle infectieuse et le nombre moyen de larves évolutives par femelle infectée. Le premier de ces paramètres a une valeur épidémiologique considérable puisqu'il détermine dans une large mesure le nombre annuel de larves infectantes qui seront transmises dans une zone donnée. Le second paramètre a une valeur surtout parasitologique car, comparé au premier, il permet d'étudier le "rendement" du cycle parasitaire pour une espèce donnée. Contrairement aux taux de parasitisme, les charges parasitaires sont très stables en zone de savane. Dans tous les cas le nombre de larves évolutives par femelle infectée est très légèrement supérieur au nombre de larves infectantes par femelle infectieuses et les deux nombres restent toujours compris entre 1,5 et 2,6 (CROSSKEY, 1957 ; LEWIS, 1958 ; DUKE *et al.*, 1975 ; PHILIPPON 1977). En zone de forêt les charges parasitaires sont plus élevées qu'en savane et plus variables. Le nombre moyen de larves infectantes par femelle infectieuse varie par exemple de 3,1 (LEWIS, 1958 en Sierre Léone ; PHILIPPON, 1977 au Zaïre en saison sèche) à 7,9 (DUKE *et al.*, 1972 au Cameroun).

5.1.2.2. Observations personnelles

En zone de savane nous n'avons pu que constater comme les divers auteurs la très grande stabilité des charges parasitaires. 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 regrou-

pons les résultats obtenus sur les populations de *S. damnosum* s.s. étudiés (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).

Notons enfin que dans le foyer de Guena (Haute-Volta) situé en zone de savane guinéenne mais peuplé en très grande majorité par *S. squamosum* (QUILLEVERE, 1974 ; VAJIME et DUNBAR, 1975 ; VAJIME et QUILLEVERE, 1978) PHILIPPON (1977) avait trouvé sur 388 femelles infectées un nombre moyen de 4,43 larves évolutives et sur 361 femelles infectieuses un nombre moyen de 3,99 larves infectantes.

En zone de forêt ivoirienne les taux de parasitisme de *S. sanctipauli* étant extrêmement faibles nous étudierons les charges parasitaires des femelles que chez *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 piqueuses. Cela nous a permis d'établir les histogrammes de répartition des femelles infectées et infectieuses selon leur charge parasitaire (figures 80 à 83) et les courbes correspondantes (figures 84 et 85). 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.

5.1.2.3. Discussion

De nos observations nous pouvons conclure en accord avec les divers auteurs que les charges parasitaires des espèces savaniques *S. damnosum* s.s. et *S. sirbanum* sont en général stables et proches de 2. Il semble cependant que *S. sirbanum* ait une charge légèrement supérieure à *S. damnosum* s.s. mais la différence reste minime.

En zone forestière les histogrammes de répartition comme les courbes de distribution des femelles infectées en fonction du nombre de larves évolutives sont similaires chez *S. soubrense* et *S. yahense*, tout au plus peut-on constater que

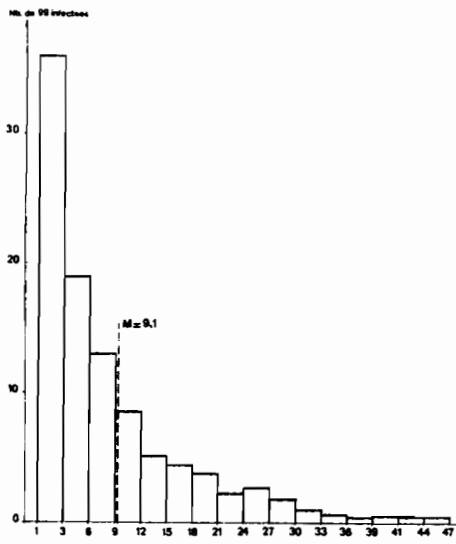


Fig. 80 *S. soubrense* Nombre de larves évolutives par ♀♀ infectée

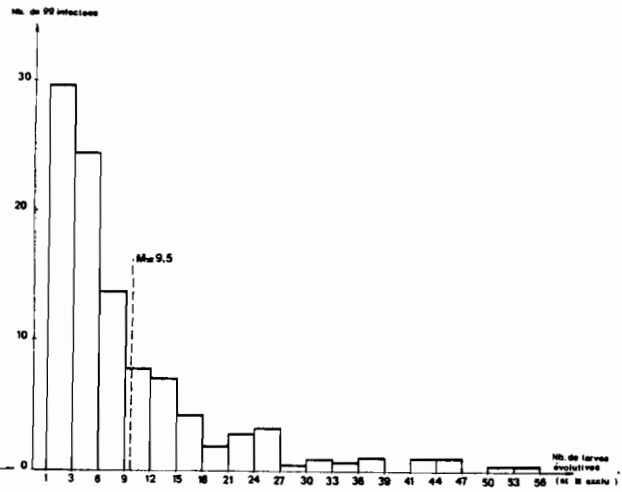


Fig. 81 *S. yahense* Nombre de larves évolutives par ♀♀ infectée

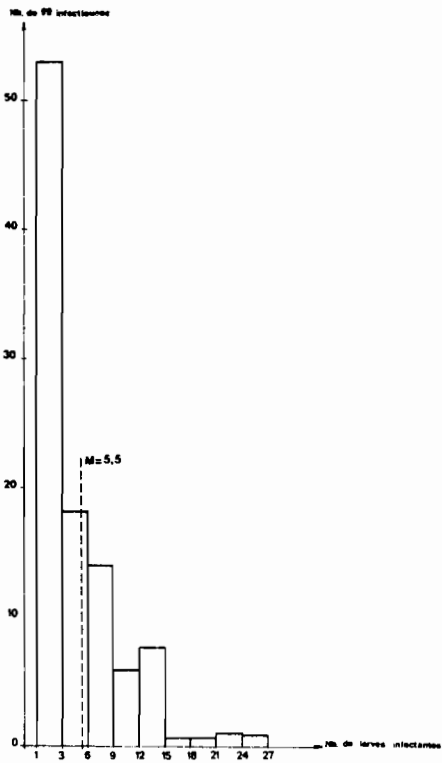


Fig. 82 *S. soubrense* Nombre de larves infectantes par ♀♀ infectieuse

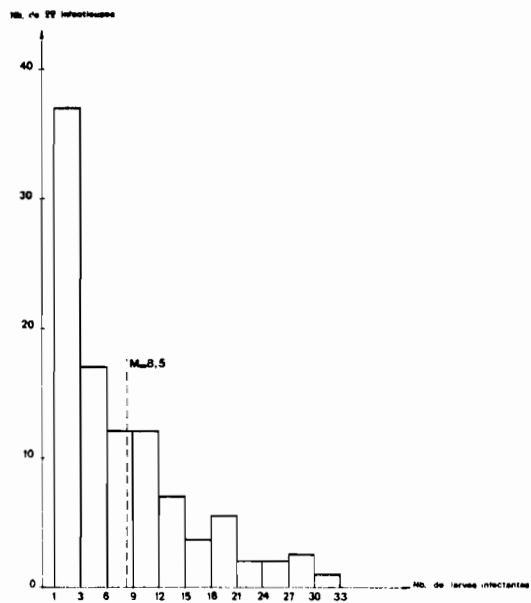
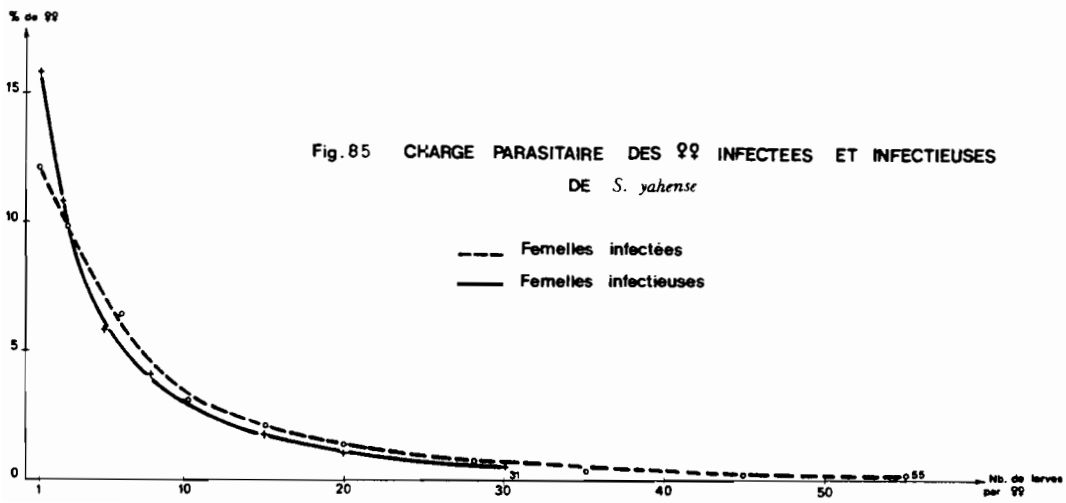
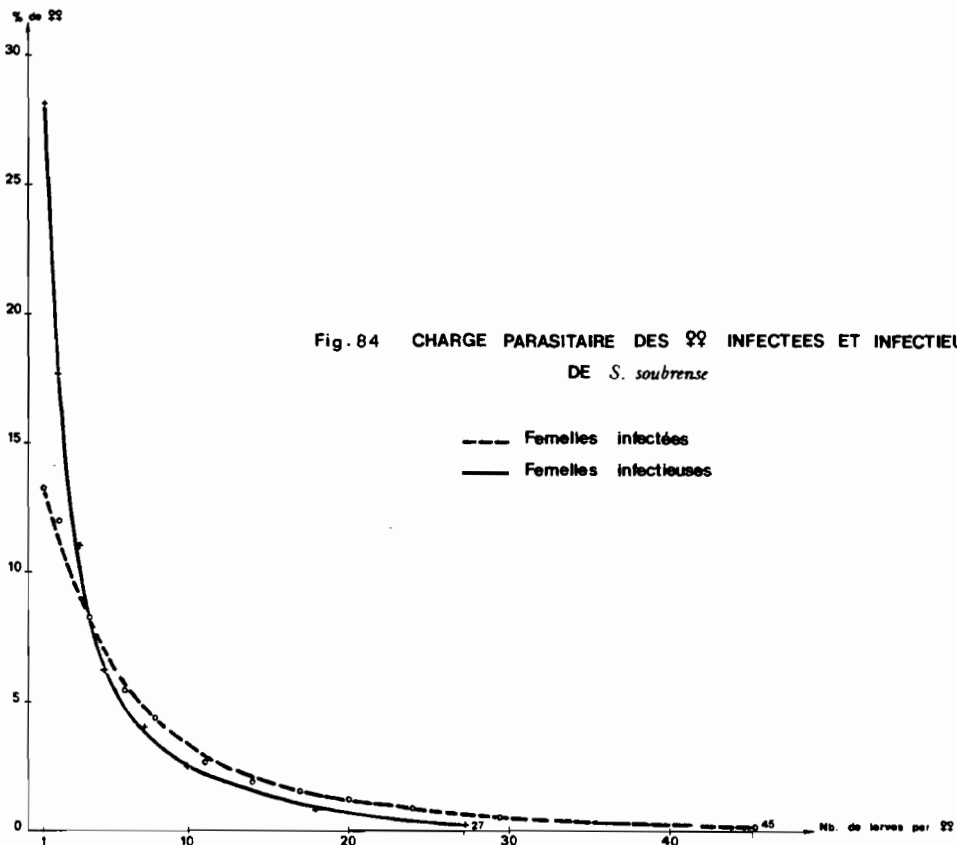


Fig. 83 *S. yahense* Nombre de larves infectantes par ♀♀ infectieuse



le nombre moyen 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*. 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*. DUKE *et al.*, (1972) et PHILIPPON (1977) ont observé qu'en zone de forêt la charge microfilarienne des onchocerquiens peut influencer sur la charge parasitaire des femelles. Pour notre part nous n'avons observé aucune variation importante de la charge parasitaire moyenne des femelles à l'intérieur d'une même espèce. Rappelons cependant que nous avons choisi volontairement des stations d'étude situées à proximité de villages afin que les contacts onchocerquiens-vecteurs soient étroits.

Les résultats que nous venons d'exposer pour *S. soubrense* et *S. yahense* ont été obtenus en zone de forêt. Il est 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 parasitaire mixte. A Kariko sur la Bagoé en février 1976 on observait chez les femelles piquant l'homme 90 % de *S. yahense* et 10 % de *S. damnosum s.s.* 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 femelles 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.s.* 1.002 femelles ont été disséquées, 683 étaient paires, 10 étaient infectées et 2 infectieuses. L'identification des 12 femelles parasitées indiquait que 2 infectieuses et 3 infectées appartenaient à l'espèce *S. damnosum s.s.*, 3 infectées à *S. sirbanum*, 2 à *S. soubrense* et 2 à *S. yahense*. Ces chiffres indiquent que *S. yahense* a un rôle vecteur pratiquement nul dans

cette zone de savane.

A Aka-Komoékro, *S. soubrense* pique sur un réservoir de parasite savane + forêt (x). Durant toute l'année l'espèce *S. damnosum s.s.* est présente et elle domine en saison sèche (70 à 80 % des femelles) : mais elle 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 des 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 infectantes 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 reviendrons sur ce point lorsque nous étudierons l'intensité de transmission des diverses espèces et également lors de l'exposé de nos résultats de transmissions expérimentales.

5. 1. 3. INTENSITE DE TRANSMISSION

5.1.3.1. Rappel bibliographique

Si l'on veut comparer l'intensité de la transmission d'*O. volvulus* par *S. damnosum s.l.* dans diverses zones et relier les différences observées aux tableaux cliniques plus ou moins graves de la maladie, il est nécessaire de quantifier aussi précisément que possible cette transmission. C'est DUKE (1968 a) qui le premier, par des séries de captures journalières sur appât humain normalisées et espacées durant un cycle annuel, a calculé en forêt camerounaise la quantité de larves infectantes d'*O. volvulus* qui peuvent théoriquement être transmises à l'homme en un lieu donné. Cette méthode a été reprise depuis par divers auteurs (PHILIPPON *et al.*, 1969 ; DUKE *et al.*, 1972, 1975 ; GARMS, 1973 ; PHILIPPON, 1977) pour étudier les variations saisonnières et géographiques de la transmission en relation avec les tableaux cliniques locaux de la maladie. MILLS (1969) a jeté les bases d'un modèle mathématique de la transmission on-

(x) caractère mixte du réservoir attesté par le faciès clinique particulier de l'onchocercose dans cette région (PROST comm.pers)

chocercienne et a calculé l'intensité théorique de transmission dans les principales régions bioclimatiques d'Afrique de l'ouest (savane soudanienne, savane guinéenne et forêt). GARMS (1975) et PHILIPPON (1977) ont fait remarquer que les données obtenues par captures sur appât humain et dissections doivent être utilisées avec précaution car toutes les larves infectantes ne quittent pas le vecteur pour pénétrer dans l'hôte durant le repas de sang (DUKE, 1973). De plus, le potentiel de transmission ainsi estimé ne reflète pas le risque réel pour la population locale, aucune personne n'étant exposée comme les captureurs douze heures par jour aux piqûres durant toute l'année. Cet indice de transmission créé par DUKE (1968 a) et communément appelé P. A. T. (Potentiel annuel de transmission) est toujours largement employé mais a montré ses limites lors des travaux consacrés à l'établissement de critères de repeuplement des zones traitées (Programme de lutte contre l'onchocercose.).

5. 1. 3. 2. Observations personnelles

Nous avons, pour notre part, tenté d'établir un nouveau mode d'expression de l'intensité de transmission onchocercienne non plus en fonction d'un lieu donné mais en fonction d'une espèce donnée et de la zone bioclimatique où elle se trouve. Ce mode d'expression prend en compte l'âge moyen de la population des femelles piqueuses exprimé en pourcentage de pares, le taux de parasitisme chez les populations de femelles piqueuses et leur charge parasitaire en larves infectantes (cf. fig. 86 à 93). Ce mode d'expression qui permet d'établir le nombre moyen théorique de larves infectantes d'*O. volvulus* potentiellement transmissibles par 1.000 femelles en cas de contact étroit parasite-vecteur a de nombreux avantages :

- il est le reflet des potentialités vectrices maximales d'une espèce placée dans de bonnes conditions de transmission (contact étroit parasite-vecteur) ;
- il est indépendant du facteur temps (durée) et de la productivité des gîtes préimaginaux selon les saisons et les années (pluies et crues plus ou moins abondantes) ;
- dans le cas de zones désertées du fait de la présence de nombreuses femelles piqueuses, il permet, compte-tenu des espèces présentes, de savoir quel serait le potentiel annuel de transmission si des populations humaines onchocercuées s'installaient

INTENSITÉ DE TRANSMISSION D'*ONCHOCYRUS VOLVULUS* PAR
S. DAMNOSUM, *S. SERRIUM* ET *S. AQUAMUM*

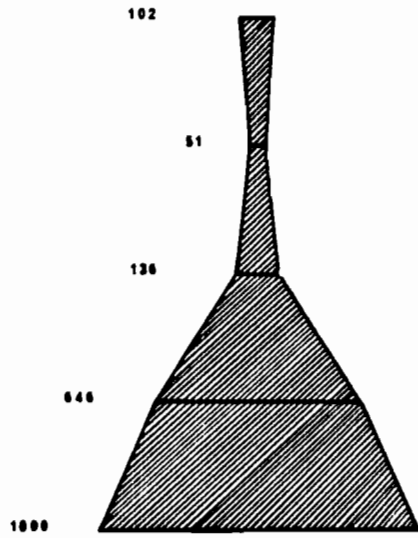


Fig. 66. *S. damnosum*, SAVANE

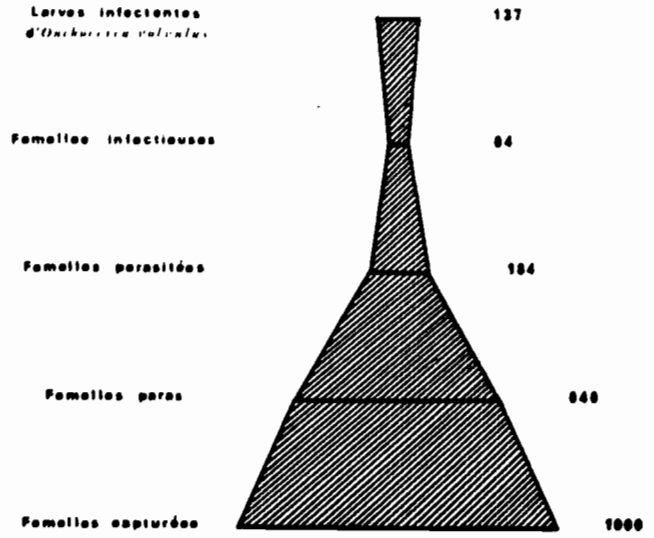


Fig. 67. *S. sirbanum*, SAVANE

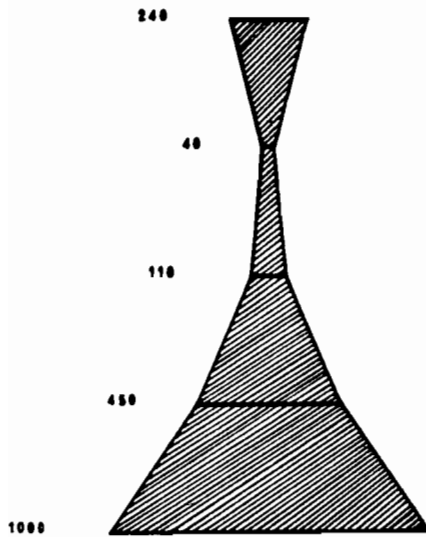


Fig. 68. *S. squamosum*, FORÊT

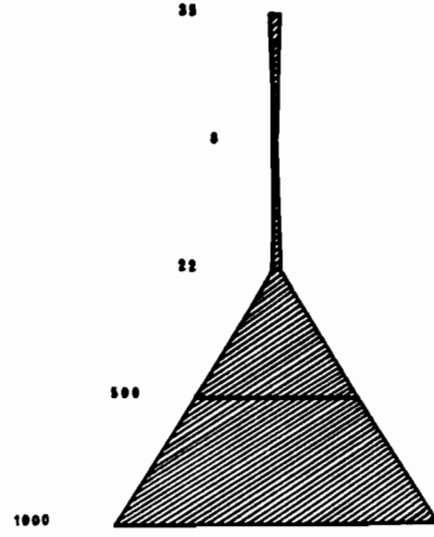


Fig. 69. *S. squamosum*, SAVANE (Guinée)

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

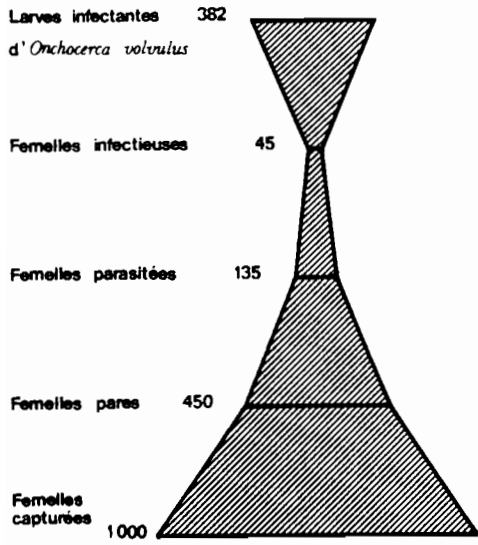


Fig. 90 *S. yahense* ZONE DE FORÊT

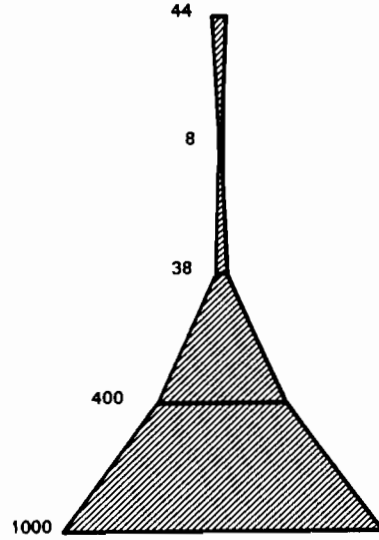


Fig. 91 *S. soubrense* ZONE DE FORÊT

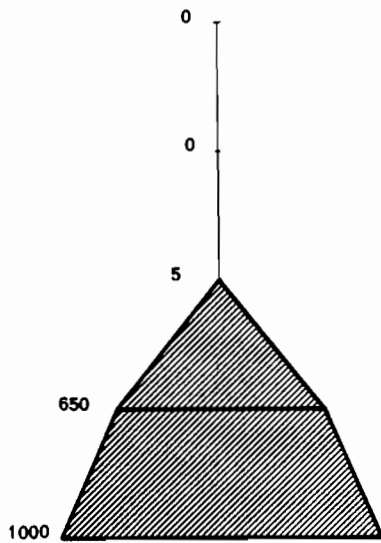


Fig. 92 *S. yahense* ZONE DE SAVANE (Kariko; Bagoé)

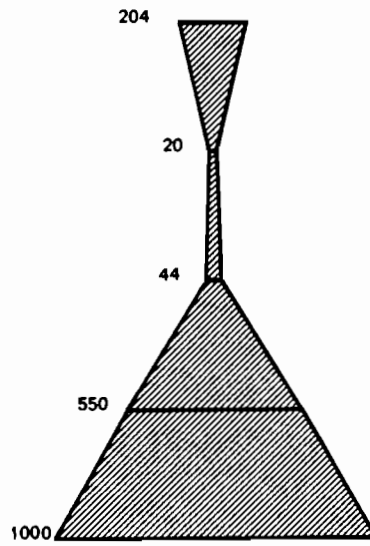


Fig. 93 *S. soubrense* RESERVOIR FORÊT-SAVANE (Aka-Komoékro; Comoé)

dans ces zones ;

- Lors d'évaluation à grande échelle de la transmission onchocerquienne dans de vastes régions, il permet de connaître pour les points de capture où les femelles n'ont pu être disséquées faute de temps ou de moyens, le P. A. T. théorique.

- il permet enfin d'évaluer le risque individuel dans une population humaine compte-tenu du nombre approximatif de piqûres reçues par tel ou tel ; cette approximation peut se faire en fonction de la nature, du rythme et du lieu des activités de chacun.

L'intérêt d'un tel indice n'a pas échappé aux entomologistes d' O. C. P., et dès à présent il est utilisé pour comparer l'intensité de transmission onchocerquienne dans diverses zones (WALSH *et al*, 1977). Cet indice peut comme nous venons de le voir refléter l'intensité de transmission potentielle d'une espèce placée dans des conditions favorables (I. T. P.). On peut aussi de la même façon calculer l'intensité de transmission moyenne d'une espèce en différents points et aux différentes périodes de l'année (I. T. M.) ; cet indice sera particulièrement intéressant en zone de savane où l'intensité de transmission est très variable selon les saisons et les zones d'étude. Il est enfin possible en un lieu donné de calculer un indice d'intensité de transmission annuelle observée, en divisant le nombre de larves infectantes obtenues lors des dissections par le nombre de femelles capturées et en multipliant le résultat obtenu par 1.000 (I. T. A. O.).

En zone de savane 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 sur les taux de parasitisme (aléas du contact parasite-vecteur). Sur l'ensemble de nos enquêtes, le taux moyen de femelles pares chez *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. tableau n° 11) 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* (fig. 86 et 87). Il s'agit bien sur dans ces cas de conditions de transmission

optimales. Si l'on considère globalement les résultats que nous avons obtenus avec *S. damnosum* s.s. et *S. sirbanum* dans les différentes zones et aux différentes saisons on obtient alors 32 larves infectantes seulement pour 1.000 femelles capturées.

WALSH *et al.* (1977) reprenant tous les résultats de dissection obtenus en zone de savane durant plusieurs années par l'I. R. O. et par O. C. P. trouve 42 larves infectantes pour 1.000 femelles capturées ce qui est tout-à-fait comparable à nos résultats.

En zone de forêt la transmission est maximum chez *S. yahense* où 1.000 femelles capturées donnent en moyenne 382 larves infectantes d'*O. volvulus* (fig. 90). Comme nous l'avons écrit précédemment nous n'avons pu étudier l'infestation naturelle chez *S. squamosum*, cependant en tenant compte des résultats obtenus lors des infestations expérimentales et des résultats de DUKE (1968 a) et de PHILIPPON (1977) nous pensons qu'en zone de forêt *S. squamosum* doit transmettre environ 240 larves infectantes pour 1.000 femelles capturées (fig. 89) *S. soubrense* transmet seulement 44 larves infectantes pour 1.000 femelles capturées en zone de forêt (fig. 91). *S. sanctipauli* a compte-tenu de sa faible longévité et d'une tendance marquée à la zoophilie un potentiel vecteur naturel pratiquement nul (vraisemblablement moins de 10 larves infectantes pour 1.000 femelles capturées).

Lorsque les espèces forestières pénètrent en savane leurs capacités vectrices varient considérablement. Pour *S. squamosum* et surtout *S. yahense* on assiste à une chute spectaculaire de l'intensité de la transmission. De 240 larves infectantes pour 1.000 femelles capturées, *S. squamosum* passe à 35 larves infectantes seulement en zone de savane (fig. 88) (à Guéna d'après les données de PHILIPPON, 1977). *S. yahense* a également un potentiel de transmission pratiquement nul en zone de savane puisqu'à Kariko sur la Bagoé nous avons seulement observé 5 femelles parasitées pour 1.000 femelles capturées et aucune femelle infectieuse (fig. 92). Par contre *S. soubrense* piquant sur réservoir forêt-savane à AkaKomoekro (Comoé) transmet mieux que sur réservoir de forêt (fig. 93). 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 par rapport aux pares contre 1,97 en forêt) la charge parasitaire également (10,2 larves infectantes d'*O. volvulus* par femelle infectieuse contre 5,5 en forêt). Il en résulte que 204 larves infectantes d'*O. volvulus* peuvent être transmises par 1.000 femelles capturées contre 44 seulement en forêt. Cela peut expliquer

la gravité particulière de l'endémie onchocerquienne observée par les équipes médicales dans les villages situés à la limite forêt-savane sur la Comoé (PROST, comm. pers.)

5. 1. 3. 3. Discussion

Il va de soi que toutes les intensités de transmission que nous venons d'indiquer sont "théoriques" et qu'il est très difficile d'établir combien de larves infectantes sont réellement transmises à l'homme par les diverses espèces. DUKE (1972) a en effet montré que lors des repas de sang toutes les larves infectantes présentes dans la femelle piqueuse ne sont pas transmises, 20 % des larves infectantes restant dans la femelle. De plus il souligne que certaines larves infectantes ayant quitté la femelle piqueuse sont incapables de pénétrer dans la peau de l'homme piqué. PHILIPPON (1977) a observé également qu'il y avait des pertes de larves infectantes par les femelles infectieuses lors des repas de jus sucré. Cependant nous pouvons comparer les intensités de transmission des diverses espèces entre elles puisqu'elles ont été obtenues dans les mêmes conditions.

S. soubrense est de loin le meilleur vecteur en zone de savane lorsqu'il peut s'y établir (I. T. P., 204) ; il devance *S. sirbanum* (I.T.P. 137) et *S. damnosum s.s.* (I. T.P., 102). Il faut cependant rappeler qu'en savane 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 sur les taux de parasitisme. En général sur un cycle annuel l'intensité de transmission est comprise en savane entre 40 et 60 larves infectantes pour 1.000 femelles capturées, cependant sur certains gîtes elle peut atteindre 125 et même 152 larves infectantes pour 1.000 femelles capturées (WALSH *et al.*, 1977).

En zone de forêt la différence d'intensité de la transmission onchocerquienne est nette entre les deux groupes d'espèces présents. Chez *S. yahense* et *S. squamosum* on obtient respectivement 382 et 240 larves infectantes pour 1.000 femelles capturées alors que chez *S. soubrense* on obtient seulement 44 larves infectantes pour 1.000 femelles capturées ; chez *S. sanotipauli* l'intensité de transmission est pratiquement nulle. Cette différence est due vraisemblablement à des variations de la longévité et de la zoophilie qui s'ajoutent aux facteurs gé-

nétiques dont l'importance sera clairement démontrée lors des infestations expérimentales.

Nous ne discuterons pas ici des variations de l'intensité de transmission en fonction de la zone bioclimatique car nous verrons plus loin que ces variations sont en général le fait de facteurs génétiques liés aux complexes *S. damnosum* et *O. volvulus*

5. 1. 4. COMPOSITION D'AGE DES POPULATIONS PIQUEUSES

5.1.4.1. Rappel bibliographique

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. Il est en effet possible, connaissant la durée du cycle gonotrophique des femelles et la durée du cycle parasitaire d' *O. volvulus* d'apprécier l'âge chronologique et la composition par classes d'âge des populations piqueuses.

LE BERRE (1966) a étudié le cycle gonotrophique de *S. damnosum s.l.* phase par phase. Il conclut à une durée moyenne plus grande chez les pares (6 jours) que chez les multipares (4 jours). Il souligne également l'influence de la température ambiante dont l'élévation provoque un raccourcissement de la durée du cycle gonotrophique. DUKE (1968 b) et THOMPSON (1974) estiment quant à eux qu'en forêt camerounaise cette durée est plus courte et équivalente chez les pares et les nullipares (3 jours en saison sèche chaude, 4 jours en saison froide pluvieuse). En ce qui concerne le cycle parasitaire sa durée est en moyenne de 6 jours en forêt (DUKE, 1968 b) et de 7 jours en savane (PHILIPPON, 1977). Compte tenu de ces données tous les auteurs admettent (LE BERRE, 1966 ; DUKE, 1968 a et b ; GARMS, 1973 ; PHILIPPON, 1977) que les femelles infectieuses venant piquer sont obligatoirement (au minimum) à leur troisième repas de sang. En zone de forêt les femelles dans leur immense majorité n'effectuent pas plus de quatre repas de sang (100 % des femelles pour LE BERRE, 1966 ; 99,7 % pour DUKE, 1968 b). En zone de savane guinéenne et soudanienne les observations de LE BERRE (1966) lui permettent de conclure à l'accomplissement de quatre cycles gonotrophiques avec possibilité théorique d'un cinquième cycle ce qui constitue une confirmation des estimations de LEWIS (1958 a).

5.1.4.2. Observations personnelles

Nous avons tenté, pour notre part, lors de nos séries de dissections, de calculer la composition par tranches d'âge de la population capturée et disséquée, connaissant alors les nombres de nullipares, de pares, de femelles infectées et infectieuses et de doubles infestations (x).

Lors des séries captures-dissections, les femelles sont habituellement capturées 3 à 4 jours successifs. Le nombre de femelles pares ainsi trouvé est peu précis l'échantillonnage étant peu étalé dans le temps. Il est possible d'améliorer cela en tenant compte des diverses infestations observées et qui elles s'échelonnent sur douze à quinze jours en moyenne. On peut en effet calculer un nombre théorique de femelles pares portant sur une durée équivalente. Comme nous l'avons vu lors de l'étude des taux d'infestation des populations (cf. 5.1.1.2.), le rapport des doubles infestations sur les femelles infectieuses (dI/I) 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" (nombre de femelles parasitées + doubles infestations) on obtient le nombre théorique de femelles pares. Ce nombre peut être égal, inférieur ou supérieur au nombre de pares réel trouvé lors de la dissection selon que l'on a affaire à une population en équilibre, 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
1 er repas de sang	2 ème repas de sang	3 ème repas de sang	4 ème repas de sang

Nous ne tenons pas compte dans ce schéma de

 (x) Rappelons que nous considérons à la suite de PHILIPPON (1977) comme doubles infestations l'association de larves infectantes et de larves évolutives à l'exclusion des stades III intramusculaires dont l'appartenance au dernier ou l'avant dernier repas sanguin est incertaine.

diverses possibilités :

- possibilité pour certaines femelles de savane ou de forêt d'atteindre le 5^{ème} repas de sang,
- possibilité pour certaines femelles de forêt de devenir infectieuses au 2^{ème} repas de sang,
- possibilité pour certaines femelles de savane d'abriter un cycle parasitaire complet entre deux repas sanguins consécutifs.

Toutes ces possibilités relevées par PHILIPPON (1977) sont en effet rarement constatées et n'affectent qu'une infime fraction de la population piqueuse (LE BERRE, 1966 ; DUKE, 1968 b ; PHILIPPON, 1977). Elles n'ont guère d'influence sur la composition générale des populations piqueuses.

Les femelles venant 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 de la 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 aux 2 ^{ème} , 3 ^{ème} et 4 ^{ème} repas de sang.
i_1, i_2 et i_3	Pares présentant des larves évolutives au 2 ^{ème} , 3 ^{ème} et 4 ^{ème} repas de sang.
I_1 et I_2	Pares présentant des larves infectantes au 3 ^{ème} et au 4 ^{ème} repas de sang.
dI_1 et dI_2	Pares présentant des doubles infestations au 3 ^{ème} et au 4 ^{ème} 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 pares disséquées = $P = 259$
- Femelles infectées $i_1+i_2+i_3$ (y compris dI_1+dI_2) = $i = 86$
- Femelles infectieuses $I_1 + I_2$ (y compris $dI_1+ dI_2$) = $I = 40$
- Doubles infestations $dI_1 + dI_2 = dI = 14$

- Femelles parasitées $F_p = 92$ (x)
- Nombre de piquûres d'infestation $Q_i = 106$

1°/ Calcul du nombre théorique de pares :

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

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

2°/ Calcul des divers éléments de la population piqueuse : DUKE (1968 b), DUKE *et al.*, (1972) et PHILIPPON (1977) 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 pares théoriques P_T .

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

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

$$P_1 = 303 - 141 = 162$$

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

$$i_1 = 162 \times \frac{14}{40} = 57$$

$$i_2 + i_3 = i - i_1$$

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

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

$$i_3 = \frac{dI}{I} \times (i_2 + i_3) = \frac{14}{40} \times 29 = 10$$

$$i_2 = i - (i_1 + i_3)$$

$$i_2 = 86 - 67 = 19$$

$$i_1 = 57$$

$$i_2 = 19$$

$$i_3 = 10$$

Une fois calculé le nombre de femelles infectées à chaque repas de sang on peut retrouver P_1 , P_2 et P_3 en

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

multipliant i_1 , i_2 et i_3 par $\frac{I}{dI}$. On peut également trouver I_1 et I_2 en multipliant i_1 et i_2 par $\frac{I}{i}$ et dI_1 et dI_2 en multipliant I_1 et I_2 par $\frac{dI}{I}$.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$i_1 = 57 \quad P_1 = 163 \quad I_1 = 27 \quad dI_1 = 10$$

$$i_2 = 19 \quad P_2 = 54 \quad I_2 = 9 \quad dI_2 = 3$$

$$i_3 = \frac{10}{86} \quad P_3 = \frac{29}{246} \quad I_3 = \frac{4}{40} \quad dI_3 = \frac{1}{14}$$

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

1^{er} repas de sang : femelles nullipares

$$2 \text{ ème repas de sang : } P_1 + i_1 = 220$$

$$3 \text{ ème repas de sang : } P_2 + i_2 + I_1 + dI_1 = 110$$

$$4 \text{ ème repas de sang : } P_3 + i_3 + I_2 + dI_2 = 51$$

$$5 \text{ ème repas de sang : } I_3 + dI_3 = 5$$

$$\text{Total.....} \quad 386$$

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 intramusculaires + stades infectants).

Dans notre exemple $dI = 14$ et 20 femelles ont à la fois des larves évolutives et larves infectantes sans être

considérées comme les doubles infestations. Le total trouvé est donc : $386 - (28 + 20) = 338$

Ce nombre diffère du nombre de pares 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 pares 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 pares sur 510 femelles disséquées.

Nous avons donc :

1 ^{er} repas de sang :	251	49,22 %
2 ^{ème} repas de sang :	$\frac{220 \times 259}{386}$	148 29,02 %
3 ^{ème} repas de sang :	$\frac{110 \times 259}{386}$	74 14,51 %
4 ^{ème} repas de sang :	$\frac{51 \times 259}{386}$	34 6,67 %
5 ^{ème} 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 $N = 1.293$
- Nombre de femelles pares disséquées $Pr = 1.107$
- 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 $F_p = 101$
- Nombre de piqûres d'infestation $Q_i = 103$.

1°/ Calcul du nombre de pares théoriques :

$$P_T = \frac{103 \times 25}{2} = 1.287$$

2°/ Calcul des divers éléments de la population piqueuse

$$P_2 + P_3 = 1.287 \times \frac{25}{80} = 399$$

$$P_1 = 1.287 - 399 = 888$$

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

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

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

$$i_2 = 8$$

$$i_1 = 71 \quad P_1 = 888 \quad I_1 = 22 \quad dI_1 = 2$$

$$i_2 = 8 \quad P_2 = 100 \quad I_2 = 3 \quad dI_2 = 0$$

$$i_3 = \frac{1}{80} \quad P_3 = \frac{13}{1.001} \quad \frac{\quad}{25} \quad \frac{\quad}{2} = 1.108$$

Dans ce cas nous avons seulement les 2 doubles infestations à retirer 2 fois du total et nous obtenons $1.108 - 4 = 1.104$.

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, 1.108, est pratiquement égal au nombre réel de paires 1.107.

On a donc :

- 1er repas de sang nullipares	:	1.297	53,93 %
- 2 ème repas de sang $P_1 + i_1$	:	959	39,88 %
- 3 ème repas de sang $P_2 + i_2 + I_1 + dI_1$	:	132	5,49 %
- 4 ème repas de sang $P_3 + i_3 + I_2 + dI_2$	:	<u>17</u>	0,71 %
		2.405	

Notre technique de calcul est plus difficilement applicable en zone de savane où une proportion non négligeable de femelles atteignent et dépassent le 4 ème repas de sang (de 8 à 16 % selon LE BERRE, 1966). Nous donnons cependant à titre indicatif les résultats que nous obtenons par ce calcul en l'appliquant en zone de savane soudanienne (Kouoro où *S. sirbanum* est largement dominant) et en zone de savane guinéenne (Bada où *S. damnosum s. s.* est très largement dominant).

	<u>Kouoro</u>		<u>Bada</u>	
1 er repas de sang	237	41,15 %	615	41,78 %
2 ème repas de sang	193	33,50 %	584	39,7 %
3 ème repas de sang	110	19 %	220	14,95 %
4 ème repas de sang	34	6 %	51	3,46 %
5 ème repas de sang	2	0,35 %	2	0,13 %

5.1.4.3. Discussion

Il va de soi que ces calculs tout théoriques n'ont pas une valeur absolue d'autant qu'ils sont appliqués à quelques centaines de femelles capturées en un lieu donné à un moment donné. Ces calculs permettent cependant d'apprécier la composition par classe d'âge d'une population piqueuse à partir de résultats de dissections.

Les résultats obtenus en zone de forêt laissent à penser 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 ème repas de sang chez *S. yahense* alors que 0,71 % seulement l'atteignent chez *S. soubrense*. De même en savane soudanienne 6,35 % de femelles atteignent le 4 ème repas de sang contre 3,59 % en savane guinéenne. Compte-tenu du fait que les femelles piqueuses ne peuvent être infectieuses avant le 3 ème repas de sang on s'aperçoit que chez *S. yahense* près de 22 % des femelles piqueuses ont cette possibilité alors qu'il n'y en a que 6 % chez *S. soubrense*. En savane soudanienne (*S. sirbanum* dominant) plus de 25 % des femelles ont cette possibilité contre 18,5 % en savane guinéenne (*S. damnosum s.s.* dominant). Ces résultats recourent assez bien les résultats obtenus par LE BERRE (1966). Il estimait pour sa part qu'environ 30 % de femelles atteignent l'âge épidémiologiquement dangereux en zone de savane soudanienne contre 20 % environ en savane guinéenne. DUKE (1968 b) en zone de forêt camerounaise estimait pour sa part que 14 % des femelles atteignent ou dépassent le 3 ème repas de sang ce qui est une valeur moyenne entre ce que nous avons estimé pour *S. yahense* (22 %) et *S. soubrense* (6 %).

5. 2. CARACTERISTIQUES VECTRICES EXPERIMENTALES

5. 2. 1. RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

L'étude expérimentale de la transmission onchocerquienne par dissection de femelles gorgées sur onchocerquiens a été menée essentiellement par DUKE (1962 a et b, 1966, 1967 a, 1968 b, 1970), DUKE et LEWIS (1964), DUKE *et al.*, (1966, 1968) et par PHILIPPON (1977), PHILIPPON et BAIN (1972) BAIN et PHILIPPON (1969, 1970). Ces auteurs ont pu, grâce à cette technique, étudier phase par phase le développement de l'onchocerque chez *S. damnosum s.l.* depuis l'ingestion des microfilaires lors du repas de sang jusqu'à leur évolution en larves infectantes et leur transmission à l'homme.

La quantité de microfilaires ingérées est sous la dépendance de nombreux facteurs humains (charge microfilarienne, pathologie onchocerquienne, distribution des microfilaires dans le derme) et entomologiques (quantité de sang ingéré, durée du repas sanguin, localisation des piqûres) étroitement interdépendants (DUKE, 1962 b ; PHILIPPON, 1977).

La sortie des microfilaires de l'estomac de l'insecte vecteur vers l'hémocèle a également été étudiée en détail par LEWIS (1953), LAURENCE (1966), BAIN et PHILIPPON (1969 et 1970), PHILIPPON et BAIN (1972) et PHILIPPON (1977). Ces auteurs ont montré que le passage des microfilaires dans l'hémocèle de *S. damnosum s.l.* débute quelques minutes après le repas sanguin et qu'il s'étale sur douze heures environ. BAIN et PHILIPPON (1969 et 1970) interprètent cet étalement par un double mode de sortie des microfilaires ; certaines traversent directement l'épithélium stomacal entre deux cellules, tandis que d'autres peuvent séjourner pendant plusieurs heures à l'intérieur des cellules épithéliales de l'estomac avant de passer dans l'hémocèle.

Les observations de DUKE (1962 a et b), DUKE et LEWIS (1964), PHILIPPON et BAIN (1972), PHILIPPON (1977) montrent qu'il n'existe pas de relation entre les quantités de microfilaires ingérées et celles de microfilaires passant dans l'hémocèle. Il existe un phénomène de "limitation" décrit par BAIN (1971) : La quantité de microfilaires passées dans l'hémocèle est proportionnelle à la quantité de microfilaires ingérées jusqu'à un seuil supérieur limite de microfilaires passées par

femelle positive, seuil qui n'est pratiquement jamais dépassé quelle que soit la quantité de microfilaires ingérées. Le seuil est nettement plus faible en savane (voisin de 3 microfilaires) qu'en forêt (de 20 à 30 microfilaires en moyenne). Cette différence peut s'interpréter mécaniquement par la seule mise en place d'une membrane péritrophique plus ou moins complète et plus ou moins hermétique (PHILIPPON, 1977). Il ne faut pas non plus exclure le traumatisme subi par certaines microfilaires lors de leur ingestion (BAIN *et al.*, 1974 ; OMAR et GARMS, 1975) ou la possibilité de l'existence de divers stades physiologiques chez les microfilaires leur permettant ou non une évolution ultérieure (OMAR, comm. pers.).

Il existe donc une limitation considérable de la quantité de parasites ingérés au tout début du cycle de développement d'*O. volvulus* chez la femelle de *S. damnosus* L. mais cet effet est bien plus marqué en savane qu'en forêt (PHILIPPON, 1977).

Lorsque les microfilaires ont gagné les muscles thoraciques, les taux de parasitisme des femelles restent du même ordre de grandeur tout au long du cycle parasitaire. La mortalité des parasites reste relativement faible durant cette phase intramusculaire et s'accompagne d'une surmortalité des femelles les plus lourdement parasitées d'où une diminution durant le cycle de la charge moyenne en larves évolutives puis en larves infectantes des femelles parasitées (DUKE, 1962 b ; DUKE et LEWIS, 1964 ; PHILIPPON, 1977).

PHILIPPON (1977) a montré que que les différences relevées entre les femelles de forêt et de savane demeurent tout au long du cycle parasitaire et se traduisent souvent par des femelles infectieuses : en forêt les proportions de femelles parasitées varient de 70 à 90 %, les charges parasitaires moyennes des femelles infectieuses de 7 à 10 larves et les rendements parasitaires de 15 à 30 % alors que les mêmes paramètres en savane ne sont respectivement que de 40 à 50 %, 2 à 3 larves et 0,3 à 7 %.

L'étude suivie du développement parasitaire dans le cas de "transmissions croisées" (PHILIPPON, 1967 a ; DUKE *et al.*, 1966, 1967 ; PHILIPPON, 1977) a permis de l'influence de facteurs entomologiques (morphologie de la membrane péritrophique, aptitude à supporter le développement du parasite) et de facteurs parasitologiques (passage des microfilaires dans l'hémocèle, développement chez le vecteur) sur le rendement parasitaire. Ces facteurs sont peut-être d'origine génétique, mais peuvent aussi résulter d'adaptations locales entre souches de vec-

femelle positive, seuil qui n'est pratiquement jamais dépassé quelle que soit la quantité de microfilaires ingérées. Le seuil est nettement plus faible en savane (voisin de 3 microfilaires) qu'en forêt (de 20 à 30 microfilaires en moyenne). Cette différence peut s'interpréter mécaniquement par la seule mise en place d'une membrane péritrophique plus ou moins complète et plus ou moins hermétique (PHILIPPON, 1977). Il ne faut pas non plus exclure le traumatisme subi par certaines microfilaires lors de leur ingestion (BAIN *et al.*, 1974 ; OMAR et GARMS, 1975) ou la possibilité de l'existence de divers stades physiologiques chez les microfilaires leur permettant ou non une évolution ultérieure (OMAR, comm. pers.).

Il existe donc une limitation considérable de la quantité de parasites ingérés au tout début du cycle de développement d'*O. volvulus* chez la femelle de *S. damnosum* s. l. mais cet effet est bien plus marqué en savane qu'en forêt (PHILIPPON, 1977).

Lorsque les microfilaires ont gagné les muscles thoraciques, les taux de parasitisme des femelles restent du même ordre de grandeur tout au long du cycle parasitaire. La mortalité des parasites reste relativement faible durant cette phase intramusculaire et s'accompagne d'une surmortalité des femelles les plus lourdement parasitées d'où une diminution durant le cycle de la charge moyenne en larves évolutives puis en larves infectantes des femelles parasitées (DUKE, 1962 b ; DUKE et LEWIS, 1964 ; PHILIPPON, 1977).

PHILIPPON (1977) souligne que les différences relevées entre les femelles de forêt et de savane demeurent tout au long du cycle parasitaire et se retrouvent chez les femelles infectieuses : en forêt les proportions de femelles parasitées varient de 70 à 90 %, les charges parasitaires moyennes des femelles infectieuses de 7 à 10 larves et les rendements parasitaires de 15 à 30 % alors que les mêmes paramètres en savane ne sont respectivement que de 40 à 50 %, 2 à 3 larves et 0,3 à 7 % :

L'étude suivie du développement parasitaire dans le cas de "transmissions croisées" (DUKE, 1966, 1967 a ; DUKE *et al.*, 1966, 1967 ; PHILIPPON, 1977) montre l'influence de facteurs entomologiques (mise en place de la membrane péritrophique, aptitude à supporter le développement du parasite) et de facteurs parasitologiques (passage des microfilaires dans l'hémocèle, développement chez le vecteur) sur le rendement parasitaire. Ces facteurs sont peut-être d'origine génétique, mais peuvent aussi résulter d'adaptations locales entre souches de vec-

teurs et souches de parasites.

A l'issue du cycle parasitaire, les taux de parasitisme des femelles de *S. damnosum* s. l. par *O. volvulus* sont abaissés par la perte de larves infectantes lors des repas de jus sucré avant le repas sanguin (WANSON, 1950 ; LE BERRE, 1966). Le phénomène est surtout marqué quand les charges parasitaires moyennes sont importantes, en particulier dans les régions forestières où la perte affecte un tiers environ des larves infectantes d' *O. volvulus* (DUKE, 1962 b , 1968 ; PHILIPPON, 1977).

Avant d'exposer nos résultats d'infestation expérimentale nous présenterons les onchocerquiens qui ont participé à cette expérimentation, ce qui sera l'occasion pour nous de rappeler brièvement le cycle parasitaire d' *O. volvulus* chez l'homme et les manifestations cliniques de l'onchocercose.

5.2.2. RAPPELS PARASITOLOGIQUE , CLINIQUE ET EPIDEMIOLOGIQUE SUR L'ONCHOCERCOSE. CHOIX DES ONCHOCERQUIENS.

5.2.2.1. Rappel parasitologique

Les larves infectantes sont inoculées à l'homme lors de la piqûre de femelles infectieuses de *Simulium*. Ces larves sont sexuées muent et atteignent leur maturité en une année environ. Ces vers se rassemblent dans des nodules de tissus fibreux, dont beaucoup sont sous-cutanés, et les femelles adultes fécondées produisent de grands nombres d'embryons vivipares, les microfilaires, qui envahissent la peau. La période de fécondité des femelles d' *O. volvulus* a été estimée à 16 ans environ (ROBERTS *et al*, 1967). Les microfilaires n'entreprennent pas de développement plus avancé dans le corps humain et, à moins d'être ingérées par une similie, restent dans la peau jusqu'à leur mort. La longévité maximale des microfilaires dans la peau peut atteindre 30 mois (DUKE, 1968 d). Depuis l'introduction des larves infectantes jusqu'à la première apparition de microfilaires dans la peau, il s'écoule une période de prépatence d'environ 15 à 18 mois. Le parasite inoculé ne se multipliant pas chez l'homme, des infestations importantes de l'hôte ne peuvent se constituer que par exposition de celui-ci à de nombreuses piqûres de similies infectieuses durant une longue période : une dizaine d'années est en général nécessaire pour observer des lésions oculaires graves et des cécités.

5.2.2.2. Rappel clinique

Seules les microfilaires sont pathogènes. Leur présence dans le derme cause un prurit intense parfois sérieusement débilitant, d'inesthétiques manifestations cutanées de dépigmentation et d'atrophie dermique, des aines pendantes et des hernies. Les atteintes oculaires constituent toutefois les manifestations cliniques les plus graves de la maladie. Les microfilaires pénètrent vraisemblablement dans la cornée à partir des tissus cutanés adjacents (RODGER, 1959), tandis que la chambre antérieure et la chambre postérieure pourraient être envahies à partir des circuits sanguins et lymphatiques (ANDERSON *et al.*, 1974 b). Des microfilaires ont en effet été observées dans le sang, la lymphe, l'urine, le liquide céphalo-rachidien et de nombreux organes (reins, poumons etc...) (BUCK, 1974).

Lorsque les microfilaires meurent dans la cornée une réaction cellulaire se forme autour du corps mort produisant des opacités en "glace craquelée" ou en "flocons de neige" (BUDDEN, 1957) c'est la keratite ponctuée. Des opacités isolées peuvent s'éclaircir complètement, mais la mort de grands nombres de microfilaires pendant une période prolongée peut produire une kératite chronique grave, évoluant en kératite sclérosante recouvrant toute la cornée et aboutissant à la c civit .

Les microfilaires peuvent s'observer également dans la chambre antérieure de l'oeil. Leur mort dans l'iris ou le corps ciliaire peut conduire à un glaucome secondaire ou à une complication de cataracte qui sont des causes fréquentes de c civit  du segment antérieur.

Les microfilaires peuvent enfin s'observer dans le segment postérieur de l'oeil. La lésion caractéristique du segment postérieur appelée chorio-rétinite a été décrite par RIDLEY (1945). Elle est le plus souvent bilatérale, comprend une zone circonscrite englobant habituellement le disque, au dessus duquel le pigment rétinien et les capillaires de la choroïde ont disparu et laissent apparaître les vaisseaux choroïdiens sous-jacents à différents stades de sclérose ainsi que des plages blanches sclérifiées visibles à travers le pigment choroïdien aminci. Des groupements épars de pigment rétinien sont visibles et les bords de la lésion sont nettement individualisés. Il s'ensuit habituellement une atrophie optique, la réduction du champs visuel est considérable et la c civit  intervient quand la macula est atteinte.

Il existe trois méthodes de diagnostic de l'onchocercose. La première consiste à rechercher les nodules caractéristiques produits par les vers adultes. Cette méthode est peu sensible car les nodules sont absents au début de l'infection, de plus aux stades avancés ils sont parfois trop petits ou trop profonds pour être décelables. La deuxième méthode, la plus souvent employée, repose sur la mise en évidence de microfilaires dans la peau. La technique utilisée est généralement la biopsie cutanée (appelée communément "snip"). La meilleure méthode de prélèvement semble être celle de PICQ *et al.*, (1971) qui, par utilisation de la pince ophtalmologique décrite par TOUFIC (1969), obtiennent des échantillons calibrés de peau (3 mm de diamètre, 1 mg de poids). Le fragment de peau est dilacéré dans une goutte d'eau distillée et la lecture se fait au bout de 30 minutes. Dans le cas d'onchocercose présumée où les manifestations cliniques caractéristiques sont absentes et les microfilaires trop peu abondantes pour être mises en évidence par une biopsie cutanée, il est possible de recourir au test de Mazzotti. On administre alors 50 mg d'un produit microfilaricide, la diéthylcarbamazine (Notezine), au sujet suspect. L'apparition de réactions prurigineuses aux endroits où la peau contient des microfilaires, même en petit nombre, révélera l'infection inapparente.

5.2.2.3. Rappel épidémiologique.

L'onchocercose est une endémie particulièrement grave pour les petites communautés rurales (O. M. S., 1973). Elle est toujours plus ou moins focalisée, les foyers étant axés sur les zones de rapides du réseau hydrographique. L'aspect cumulatif de la maladie est un caractère fondamental de l'onchocercose. Le degré de gravité des manifestations oculaires est proportionnel aux charges microfilarieuses (BUDDEN, 1958) elles-mêmes fonction de l'âge de l'infestation. A la suite de BUDDEN (1963) de nombreux auteurs ont insisté sur les différences cliniques et épidémiologiques qui existent en Afrique entre onchocercose de savane et onchocercose de forêt. Pour ce qui est des atteintes oculaires, qui constituent de loin les manifestations les plus importantes des points de vue sanitaire et social, les différences entre savane et forêt portent non seulement sur la prévalence des différents signes (cécités beaucoup plus fréquentes en savane qu'en forêt) mais aussi sur la nature des lésions (lésions graves du segment antérieur et invasions massives de la cornée par les microfilaires bien plus nombreuses en savane qu'

en forêt (ANDERSON *et al.*, 1975 a et b).

Ces différences épidémiologiques entre l'onchocercose de savane et celle de forêt ont été interprétées différemment. Pour LE BERRE (1966) les variations géographiques et saisonnières de la longévité et de la dispersion des populations vectrices, en faisant varier de façon notable l'intensité de la transmission, détermineraient alors des différences épidémiologiques locales. Pour DUKE *et al.*, (1966) ces différences auraient une origine génétique et ces auteurs mettent en évidence deux couples d' *O. volvulus* - *S. damnosum* différents, l'un présent dans les zones de savane et l'autre dans les régions forestières. Nous verrons plus loin que ces deux interprétations loin d'être contradictoires sont en fait complémentaires. D'où et déjà la preuve de l'existence de diverses souches d' *O. volvulus* de pathogénicité probablement différente vis-à-vis de l'homme a été apportée par les travaux de DUKE et ANDERSON (1972) et GARNER *et al.* (1973). Ces auteurs ont prouvé expérimentalement qu'une souche de microfilaries d' *O. volvulus* de savane soudanienne montre une aptitude beaucoup plus grande que celle d'une souche correspondante de forêt à envahir la cornée du lapin, et que les lésions qu'elle cause au niveau du segment antérieur de l'oeil de cet animal sont plus nombreuses et plus graves. DUKE (1968 a et c) et DUKE *et al.* (1972, 1975) ont d'autre part établi que malgré la gravité habituellement plus grande de la maladie en savane, les quantités théoriques de transmission peuvent atteindre des valeurs extrêmement élevées en forêt.

5.2.2.4. Choix de nos onchocerquiens

Tenant compte des résultats de DUKE (1968 a et c) et DUKE *et al.*, (1972, 1975) que nous venons d'évoquer ainsi que des résultats obtenus lors de notre étude de l'infestation naturelle, il nous est apparu souhaitable de distinguer trois souches possibles d' *O. volvulus* en Côte d'Ivoire, souches supposées liées aux trois groupes d'espèces vectrices (*S. damnosum*-*S. sirbanum*, *S. soubrense*-*S. sanctipauli*, *S. squamosum*-*S. yahense*) bien caractérisés des points de vue taxonomique, bioécologique et épidémiologique. En conséquence nous avons recruté dans chacune des zones cytotaxonomiques considérées (savane, grandes rivières de forêt et petites rivières de forêt) deux onchocerquiens. Ceux-ci ont été choisis sans lésions cutanées importantes afin que les simules puissent ingérer convenablement les microfilaries dermiques. Nous avons également

recruté des onchocerquiens possédant une charge microfilarienne relativement faible afin d'éviter une surmortalité des femelles gorgées par hyperparasitisme. Nous nous sommes également assuré que ces onchocerquiens avaient toujours vécu dans la même zone cytotaxonomique et n'avaient pas séjourné dans des foyers d'onchocercose différents des leurs.

La plupart des gîtes à *S. damnosum* et *S. sirbanum* étant traités depuis de nombreuses années en Côte d'Ivoire, nous avons choisi les onchocerquiens de savane soudanienne à Kankela petit village malien situé sur la Kankelaba à une dizaine de kilomètres au nord de la frontière Ivoir-malienne. Les deux onchocerquiens de grandes rivières de forêt (gîtes à *S. soubrense-S. sanctipauli*) ont été choisis dans le village de Kouassikro situé sur la Comoé au sud d'Abengourou (sud-est de la Côte d'Ivoire). Enfin les onchocerquiens de petites rivières de forêt (gîtes à *S. squamosum-S. yahense*) ont été recrutés à Wa petit village situé sur le Goué affluent du Cavally au nord de Danané (sud-ouest de la Côte d'Ivoire). Ces onchocerquiens ont été maintenus sous surveillance médicale durant l'année d'expérimentation et ont subi un traitement antifilarien spécifique avant de repartir dans leurs villages respectifs (x).

Lors des différents examens médicaux les symptômes suivant ont été notés :

K. A. : sexe masculin, origine : Kankela (Mali), 18 ans. Snips quantitatifs effectués sur les crêtes iliaques droite et gauche : 6 et 41 microfilaires/mg de peau. Microfilaires dans la chambre antérieure des deux yeux (O. D. : 3, O. G. : 3) ; Kératite ponctuée et kératite sclérosante pour les deux yeux ; chorio-rétinite de l'oeil droit. Acuité visuelle O.D. : 10/10, O.G. : 10/10.

K.G. : sexe masculin, origine : Kankéla (Mali), 30 ans. Snips quantitatifs effectués sur les crêtes iliaques droite et gauche : 10 et 30 microfilaires/Mg de peau. Microfilaires dans la chambre antérieure des deux yeux (O. D. : 3, O. G. : 3). Kératite ponctuée de l'oeil droit. Acuité visuelle : O.D. : 10/10. O.G. : 10/10.

T. D. : sexe masculin, origine : Kouassikro (Côte d'Ivoire), 27 ans. Snips quantitatifs effectués sur les crêtes iliaques droite et gauche : 12 et 15 microfilaires/mg de peau. Microfilaire dans

(x) Les examens médicaux ont été effectués à l'hôpital de Bouaké par le Dr. Claveau que nous tenons à remercier pour son aide précieuse. Les traitements ont été prescrits par le Dr. Genevoix médecin-Chef du secteur des grandes endémies de Bouaké à qui nous tenons également à exprimer notre reconnaissance.

la chambre antérieure des deux yeux (O.D. : 1, O.G. : 1). Kératite ponctuée et chorio-rétinite des deux yeux. Acuité visuelle : O.D. : 9/10, O.G. : 8/10.

A. A. : sexe masculin, origine : Kouassikro (Côte d'Ivoire), 47 ans. Snips quantitatifs crêtes iliaques droite et gauche : 16 et 74 microfilaires/mg de peau. Microfilaires dans la chambre antérieure des deux yeux (O.D. : 3, O.G. : 3). Chorio-rétinite et atrophie optique des deux yeux. Acuité visuelle : O.D. : 9/10, O.G. : 9/10.

G. G. : sexe masculin, origine : Wa (Côte d'Ivoire), 34 ans. Snips quantitatifs crêtes iliaques droite et gauche : 21 et 31 microfilaires/mg de peau. Une microfilaire observée dans la chambre antérieure de l'oeil droit. Pas de lésion oculaire grave. Acuité visuelle : O.D. : 10/10, O. G. : 10/10.

G. L. : sexe masculin, origine : Wa (Côte d'Ivoire), 29 ans. Snips quantitatifs crêtes iliaques droite et gauche : 62 et 27 microfilaires/mg de peau. Une microfilaire observée dans la chambre antérieure de l'oeil droit. Pas de lésion oculaire grave. Acuité visuelle : O.D. : 10/10, O.G. 10/10.

Il faut remarquer que les onchocerquiens même gravement atteints conservent une bonne acuité visuelle et que la cécité intervient en fait assez brutalement si l'on considère que la maladie s'étend sur de nombreuses années.

5. 2. 3. OBSERVATIONS PERSONNELLES

Notre étude de l'infestation expérimentale des diverses espèces du complexe *S. damnosum* par les différentes souches supposées d' *O. volvulus* a été menée lors de dix tournées sur le terrain de deux semaines chacune. Ces tournées effectuées dans les diverses zones bioclimatiques et cytotoxonomiques de Côte d'Ivoire nous ont permis de capturer et de mettre en survie plus de 30.000 femelles gorgées sur onchocerquiens. 8.962 de ces femelles ont pu être utilisées pour notre étude et ont été disséquées et identifiées après montage des antennes, des maxilles et au besoin des ailes (*S. squamosum*-*S. yahense*). Sur ces 8.962 femelles, 5172 étaient parasitées (microfilaires passées dans l'hémocèle et stades ultérieurs). Comme nous l'avons indiqué précédemment (cf. 1.5.5.), ces femelles ont été disséquées par lots espacés dans le temps afin de pouvoir étudier les différentes phases de développement de l'onchocerque.

Avant d'exposer nos résultats concernant l'ingestion des microfilaires, leur sortie hors de l'estomac des femelles et leur développement intramusculaire, nous nous devons de faire quelques remarques sur l'identité des femelles venant se gorger sur les divers onchocerquiens.

5.2.3.1. Espèces venant se gorger sur les diverses catégories d'onchocerquiens

A titre indicatif nous avons calculé les pourcentages des femelles des diverses espèces groupées par station d'étude et venant se gorger sur les différents onchocerquiens (tableau n° 14). On peut constater dans l'ensemble que les pourcentages des diverses espèces sont similaires quel que soit l'onchocerquien concerné. Si nous passons rapidement en revue les différentes stations d'étude en exceptant Tiokoronodougou et Danangoro, que nous reprendrons en détail par la suite, nous pouvons faire les constatations suivantes :

- A Soto-Waté le faible pourcentage de *S. sanctipauli* provient du fait que les femelles de cette espèce viennent du Cavally alors que les captures étaient effectuées sur un petit affluent où se trouve un gîte larvaire important de *S. yahense*.
- A Danané où coexistent *S. yahense* et *S. squamosum* il faut noter que si en fin de saison des pluies (décembre) *S. yahense* est dominant, dès le début de la saison sèche (janvier) *S. squamosum* est l'espèce la mieux représentée ce qui correspond à ce que nous savons de la biologie des deux espèces (meilleure adaptation de *S. squamosum* à la sécheresse).
- A Banankoro le faible pourcentage de *S. soubrense* est constitué de femelles dispersives venant du secteur préforestier et remontant en savane au début de la saison des pluies le long des cours d'eau.
- A Gauthier *S. soubrense* nettement dominant en début de saison des pluies (juillet) est à égalité avec *S. sanctipauli* en fin de saison des pluies (octobre). Cependant *S. sanctipauli* forme un pourcentage bien plus important des femelles d'émergence (82 % environ) ce qui est une preuve supplémentaire de sa zoophilie. Il est aussi intéressant de noter qu'à Gauthier les rares femelles appartenant à l'espèce *S. damnosum* (4 sur 1.105 au mois d'octobre) ont été capturées sur les deux onchocerquiens de savane.

Tableau n° 14. - Pourcentages de femelles des diverses espèces se gorgeant sur les onchocerquiens de différentes origines lors des tournées consacrées à l'étude de l'infestation expérimentale

Tour- nées Mois	Espèces présentes	K. A. Kankela	K. G. Kankela	G. L. Wa	G. A. Wa	A. A. Kouassikro	T. D. Kouassi- Kro.
Tiokoronidougou Mars	<i>S. damnosum</i>	40,16	46,67	38,14	36,6	22,6	29,3
	<i>S. sirbanum</i>	8,2	13,33	10,31	15,47	8,06	6,64
	<i>S. soubrense</i>	15,98	11,33	11,85	9,81	20,43	18,75
	<i>S. sanctipauli</i>	16,39	8,67	8,25	10,94	18,28	17,19
	<i>S. yahense</i>	19,26	20	31,44	27,17	30,64	28,12
Soto- Waté Février	<i>S. sancipauli</i>	7,14	16,75	9,16	8,26	13,6	9,71
	<i>S. yahense</i>	92,86	83,25	90,84	91,74	86,4	90,29
Danané Janvier	<i>S. yahense</i>	43,04	45,34	49,73	45,45	37,58	39,9
	<i>S. squamosum</i>	56,96	54,66	50,27	54,55	62,32	60,10
Danané Décembre	<i>S. yahense</i>	58,93	62,30	63,77	65,85	63,85	65,7
	<i>S. squamosum</i>	41,07	37,70	36,23	34,15	36,15	34,3
Banankoro Juin	<i>S. damnosum</i>	68,13	56,25	66,46	70,7	61,50	66,6
	<i>S. sirbanum</i>	24,18	30	28,57	26,8	28,7	28
	<i>S. soubrense</i>	7,69	13,75	4,97	2,5	9,8	10,4
Gauthié I Octobre	<i>S. soubrense</i>	(x) 53,6	(x) 46,84	52,70	48,57	52,97	50,28
	<i>S. sanctipauli</i>	46,40	53,16	47,30	51,43	47,03	49,72
Gauthié I Juillet	<i>S. soubrense</i>	63,64	66,4	67,82	64,97	70,86	76,09
	<i>S. sanctipauli</i>	36,36	33,6	32,18	35,03	29,14	23,91
Danangoro Septembre	<i>S. damnosum</i>	39,5	48,67	28	11,24	19,2	19,87
	<i>S. sirbanum</i>	17,8	18,67	7,7	5,92	6,2	12,43
	<i>S. soubrense</i>	38,9	24	51,2	65,09	59,9	54,65
	<i>S. sanctipauli</i>	3,8	8,67	13,1	17,75	14,7	13,05
M'Basso Août	<i>S. soubrense</i>	49,7	40,9	46,1	48,57	53,5	51,18
	<i>S. sanctipauli</i>	49,1	54,6	50	47,62	44,59	48,03
	<i>S. yahense</i>	1,2	4,5	3,9	3,81	1,91	0,79
Louga Novembre		<i>S. sanctipauli</i> dominant, <i>S. squamosum</i> et <i>S. soubrense</i> présents. Nombre insuffisant de femelles pour établir des pourcentages.					

(x) présence de deux femelles de *S. damnosum* non prises en compte dans les pourcentages.

Tableau n° 15. - Nombre et pourcentage des diverses espèces gorgées sur onchocerquiens d'origines différentes à Tiokoronodougou (rivière Boa, haut bassin du Sassandra).

onchocerquiens espèces	savane Kankela	forêt Wa	forêt Kouassikro	Nbre total de femelles par espèce	% global pour cha- que espèce.
<i>S. damnosum</i>	42,64 % (168)	37,2 % (171)	26,5 % (117)	456	35,2 %
<i>S. sirbanum</i>	10,15 % (40)	13,3 % (61)	7,2 % (32)	133	10,3 %
<i>S. yahense</i>	19,5 % (77)	29 % (133)	29 % (129)	339	26,2 %
<i>S. soubrense</i>	14,2 % (56)	10,7 % (49)	19,5 % (86)	191	14,7 %
<i>S. sanctipauli</i>	13,45 % (53)	9,8 % (45)	17,7 % (78)	176	13,6 %
Espèces de savane <i>S. damnosum</i> <i>S. sirbanum</i>	52,8 % (208)	50,5 % (232)	33,7 % (149)	589	45,5 %
Espèces petites rivières de forêt <i>S. yahense</i>	19,5 % (77)	29 % (133)	29,2 % (129)	339	26,2 %
grandes rivières de forêt <i>S. soubrense</i> <i>S. sanctipauli</i>	27,7 % (109)	20,5 % (94)	37,1 % (164)	367	28,3 %
TOTAL	394	459	442	1.295	

- A M'Basso le faible pourcentage de femelles appartenant à l'espèce *S. yahense* provient d'un petit affluent de la Comoé, alors que le gîte larvaire près duquel étaient effectuées les captures abrite uniquement *S. sanctipauli* et *S. soubrense*.

- A Louga enfin le petit nombre de femelles capturées (une centaine pour les six onchocerquiens) ne permet pas de donner de

Tableau n° 16. - Nombre et pourcentage des diverses espèces gorgées sur onchocerquiens d'origines différentes à Danangoro, Marahoué (limite forêt/savane).

onchocerquiens espèces	savane Kankela	forêt Wa	forêt Kouassi- kro	Nbre total de femelles par espèces	% global pour cha- que espèce
<i>S. damnosum</i>	44 % (135)	19,6 % (66)	19,4 % (65)	266	27 %
<i>S. sirbanum</i>	18,2 % (56)	6,8 % (23)	9,2 % (31)	110	11 %
<i>S. soubrense</i>	31,6 % (97)	58,2 % (196)	58 % (194)	487	50 %
<i>S. sanctipauli</i>	6,2 % (19)	15,4 % (52)	13,4 % (45)	116	12 %
Espèces de savane	62,2 % (191)	26,4 % (89)	28,6 % (96)	376	38 %
Espèces de forêt	37,8 % (116)	73,6 % (248)	71,4 % (239)	603	62 %
T O T A L	307	337	335	979	

pourcentages valables, cependant les espèces présentes correspondent bien aux identifications larvaires effectuées dans la même zone.

Les stations de Tiokoronodougou et Danangoro se trouvent dans la zone de balancement entre espèces de savane et espèces forestières (cf. 4.1.1.) et au moment de notre expérimentation espèces de savane et de forêt s'y trouvaient en nombres importants. Dans ces deux cas il est remarquable de constater que les pourcentages des diverses espèces varient de façon importante selon l'origine des onchocerquiens concernés. Afin de mieux appréhender ce problème nous avons repris sur les tableaux 15 et 16 les données de ces deux stations en regroupant les onchocerquiens deux par deux selon leurs villages d'origine. Il apparaît nettement à Tiokoronodougou et surtout à Danangoro que les

femelles sont attirées de façon préférentielle vers les onchocerquiens de leur zone d'origine. Nous avons comparé les divers pourcentages obtenus par la méthode de l'erreur standard. Il apparaît qu'à Tiokoronodougou les espèces de savane se gorgent en nombre significativement plus élevé (avec un seuil de sécurité de 99 %) sur les onchocerquiens de savane et de petites rivières de forêt, alors que les espèces de petites rivières de forêt se gorgent sur les onchocerquiens de la même origine et de grandes rivières de forêt. En ce qui concerne les espèces de grandes rivières de forêt elles se gorgent en nombres significativement différents sur chaque groupe d'onchocerquiens avec une préférence marquée pour les onchocerquiens de la même origine. A Danangoro les résultats sont encore bien plus démonstratifs puisque 62,2 % des femelles gorgées sur onchocerquiens de savane appartiennent aux deux espèces de savane alors que 72,5 % des femelles gorgées sur onchocerquiens de forêt appartiennent aux espèces forestières.

Pour ne pas interférer avec la discussion de nos résultats d'infestation expérimentale que nous exposerons ensuite il nous paraît préférable de discuter dès à présent de la différence d'attractivité que nous avons constatée entre onchocerquiens et simules de la même origine et d'origines différentes. Notre but n'est pas ici d'élucider ce problème mais de soulever les questions qu'il pose.

De nombreux facteurs influençant le nombre de simules capturées sur appât humain ont fait l'objet d'étude détaillée ; ce sont entre autres : la dextérité du captureur, sa corpulence, sa pilosité, son âge, son sexe, sa couleur de peau etc... (CROSSKEY, 1955 ; DALMAT, 1955 ; CRISP, 1956 ; DAVIES, 1961, 1972 ; RAYBOULD, 1967 ; BELLEC, 1974 ; THOMPSON, 1976, 1977). Cependant jusqu'à présent aucun travail n'a été effectué sur les différences d'attraction à l'intérieur du complexe *S. damnosum*. Nous pensons en particulier qu'il est possible que la piqûre de la simule soit induite par la composition de la sueur. Plusieurs auteurs ont déjà observé l'influence de la sueur sur la piqûre des moustiques (BROWN, 1951, 1956) ainsi que de ses composés stéroïdes (ROESSLER, 1963 ; ROESSLER et BROWN, 1964) et aminés (BROWN et CARMICHAEL, 1961 ; ROESSLER, 1963). THOMPSON (1976, 1977) étudiant en détail les effets de la silhouette, de l'haleine et de l'odeur sur l'attractivité pour *S. damnosum s.l.* au Cameroun, a observé que les substances odorantes jouent un plus grand rôle en forêt qu'en savane. Les substances attractives sont contenues dans la sueur humaine. Il est aussi possible

que le nombre de glandes sudoripares soit différent et influe sur la texture de la peau entre les gens de forêt et de savane. Il semble enfin probable que la composition de la sueur soit différente en forêt et en savane compte-tenu des différences ethniques et surtout des habitudes alimentaires propres à chaque zone.

Nous souhaitons avant tout suggérer de nouvelles recherches sur ce problème. Il est en effet important de savoir si le choix de l'origine des captureurs pour l'étude des vecteurs d'onchocercose a une influence quelconque sur les résultats obtenus.

5.2.3.2. Infestations expérimentales

Pour plus de clarté nous avons présenté l'ensemble de nos résultats sous forme de tableaux (n° 17, 18 et 19) et de graphiques (fig. 94 à 111). Sur les tableaux comme sur les graphiques, nous avons regroupé les résultats de dissections obtenus pour chaque paire d'onchocerquiens (savane, grandes rivières de forêt, petites rivières de forêt), les résultats individuels à l'intérieur de la même paire étant tout à fait similaires. Sur les tableaux sont indiqués pour chaque espèce le nombre total de femelles étudiées, de femelles parasitées et le pourcentage global de parasitisme. Pour chaque phase du cycle parasitaire nous indiquons le taux de parasitisme (nombre de femelles parasitées par rapport aux femelles disséquées) et la charge parasitaire (nombre de larves d' *O. volvulus* par rapport aux femelles parasitées).

Pour établir les graphiques, l'ingestion des microfilaires a été étudiée sur les femelles disséquées à 6 - 8 h en considérant non seulement les microfilaires passées dans l'hémocèle mais également les microfilaires présentes dans le repas de sang. Le nombre de larves d' *O. volvulus* transmises à chaque phase du cycle par 100 femelles gorgées est obtenu en multipliant le taux de parasitisme par la charge parasitaire moyenne. Le rapport brut du cycle parasitaire (rp) est calculé en faisant le rapport du nombre de larves transmises au 5/6 et 7 ème jour et du nombre de microfilaires ingérées lors du repas de sang (pour 100 femelles gorgées).

Tableau n° 17. - Taux de parasitisme et charges parasitaires obtenus expérimentalement en faisant gorger des femelles des diverses espèces sur des onchocerquiens de savane (K. A., K. G. originaires de Kankéla (Mali) savane soudanienne.

Espèces	Nbre total de femelles étudiées	Nbre de femelles parasitées.	% global femelles parasitées	CYCLE PARASITAIRE							
				6 - 8 h		18 - 25 h		3 - 4 j.		5 - 6 - 7 j.	
				% parasitisme.	charge parasitaire	% parasitisme	charge parasitaire	% parasitisme	charge parasitaire	% parasitisme	charge parasitaire.
<i>S. soubrense</i>	716	599	83,66%	82,14% (46/56)	37,89 (1743/46)	85,79% (163/190)	25,77 (4201/163)	86,05 % (296/344)	23,57 (6976/296)	74,60% (94/126)	13,39 (1259/94)
<i>S. sanctipauli</i>	538	447	83,08%	78,57% (22/28)	34,09 (750/22)	92,26% (143/155)	24,94 (3566/143)	82,35% (238/289)	20,29 (4830/238)	66,66% (44/66)	17,95 (790/44)
<i>S. yahense</i>	639	101	15,80%	40% (12/30)	60,75 (729/12)	16,15% (21/130)	15,33 (322/21)	12,97% (41/316)	6,63 (272/41)	16,56% (27/163)	4,30 (116/27)
<i>S. squamosum</i>	356	46	12,92%	50% (10/20)	11,9 (119/10)	12,70% (8/63)	2,75 (22/8)	10,46% (18/172)	5,78 (104/18)	9,90% (10/101)	5,8 (58/10)
<i>S. damnosum</i>	520	239	45,96%	44,74% (17/38)	3,53 (60/17)	47,11% (49/104)	3,67 (180/49)	45,03% (127/282)	2,88 (366/127)	47,92% (46/96)	2,11 (97/46)
<i>S. sirbanum</i>	188	90	47,87%	47,83% (11/23)	3,27 (36/11)	43,59% (17/39)	2,94 (50/17)	44,83% (39/87)	3,33 (130/39)	58,97% (23/39)	2,34 (54/23)

Tableau n° 18. - Taux de parasitisme et charges parasitaires obtenus expérimentalement en faisant gorgier des femelles des diverses espèces sur des onchocerquiens de forêt (grandes rivières) A. A. et D. T. Abengourou (Côte d'Ivoire).

E S P E C E S	Nbre total de ♀♀ étudiées.	Nbre de ♀♀ parasitées	% global des ♀♀ parasitées	C Y C L E P A R A S I T A I R E							
				6 - 8 h		18 - 25 h		3 - 4 j.		5-6-7 j.	
				% parasitisme	charge parasitaire	% parasitisme	charge parasitaire	% parasitisme	charge parasitaire	% parasitisme	charge parasitaire.
<i>S. soubrense</i>	852	715	83,92%	87,23% (41/47)	37,02 (1518/41)	83,69% (231/276)	27,92 (6449/231)	83,75 % (371/443)	19,62 (7281/371)	83,72 % (72/86)	16,10 (1159/72)
<i>S. sanctipauli</i>	496	388	78,22%	78,79 % (26/33)	33,77 (878/26)	87,79 % (115/131)	27,49 (3161/115)	76,22 % (218/286)	20,59 (4489/218)	63,04 % (29/46)	16,72 (485/29)
<i>S. yahense</i>	633	214	33,80%	38,23 % (13/34)	10,23 (133/13)	28,78 % (40/139)	8,8 (352/40)	51,36 % (118/366)	7,87 (929/118)	45,74 % (43/94)	5,2 (224/43)
<i>S. squamosum</i>	315	81	25,71%	42,1 % (16/38)	18,75 (300/16)	23,21 % (13/56)	4,77 (62/13)	24,31 % (44/181)	4,7 (207/44)	20 % (8/40)	2,4 (19/8)
<i>S. damnosum</i>	334	107	32,03%	36,11 % (13/36)	33,08 (430/13)	39,68 % (25/63)	3,08 (77/25)	29,38 % (52/177)	3,21 (167/52)	29,31 % (17/58)	2,29 (39/17)
<i>S. sirbanum</i>	143	54	37,76%	45,94 % (17/37)	4,4 (75/17)	43,75 % (14/32)	3,86 (54/14)	30,77 % (16/52)	2,37 (38/16)	31,82 % (7/22)	1,57 (11/7)

Tableau n° 19. - Taux de parasitisme et charges parasitaires obtenus expérimentalement en faisant gorger des femelles des diverses espèces sur des onchocerquiens de forêt (petites rivières)
G. L. et G. A. Wa (Côte d'Ivoire)

E S P E C E S	Nbre total de ♀♀ étudiées	Nbre de ♀♀ parasitées	% global des ♀♀ parasitées	C Y C L E P A R A S I T A I R E							
				6 - 8 h		18 - 25 h		3 - 4 j.		5 - 6 - 7 j.	
				% parasitisme	charge parasitaire	% parasitisme	charge parasitaire	% parasitisme	charge parasitaire	% parasitisme	charge parasitaire.
<i>S. soubrense</i>	846	658	77,78%	68,75 % (33/48°)	19,73 (651/33)	79,84% (202/253)	19,52 (3944/202)	78,67 % (332/422)	14,37 (4771/332)	73,98 % (91/123)	13,72 (1249/91)
<i>S. sanctipauli</i>	582	457	78,52%	70,83 % (17/24)	24 (408/17)	81,50 % (119/146)	17,05 (2029/119)	77,84 % (274/352)	16,14 (4425/274)	78,33 % (47/60)	10,91 (513/47)
<i>S. yahense</i>	799	627	78,47%	65,71 % (23/35)	35,52 (817/23)	82,67 % (124/150)	18,90 (2344/124)	80,12 % (379/473)	19,39 (7352/379)	71,63 % (101/141)	10,04 (1014/101)
<i>S. squamosum</i>	376	256	68,08%	82,35 % (28/34)	14,93 (418/28)	81,48 % (44/54)	10,79 (475/44)	67,12 % (145/216)	8,32 (1207/145)	54,16 % (39/72)	7,54 (294/39)
<i>S. damnosum</i>	457	74	16,19%	20,93 % (9/43)	2,44 (22/9)	23,08 % (15/65)	4,33 (65/15)	13,30 % (29/218)	4 (116/29)	16,03 % (21/131)	1,48 (31/21)
<i>S. sirbanum</i>	172	19	11,05%	11,54 % (3/26)	3 (9/3)	17,65 % (6/34)	2 (12/6)	8,57 % (6/70)	2,16 (13/6)	9,52 % (4/42)	2,5 (10/4)

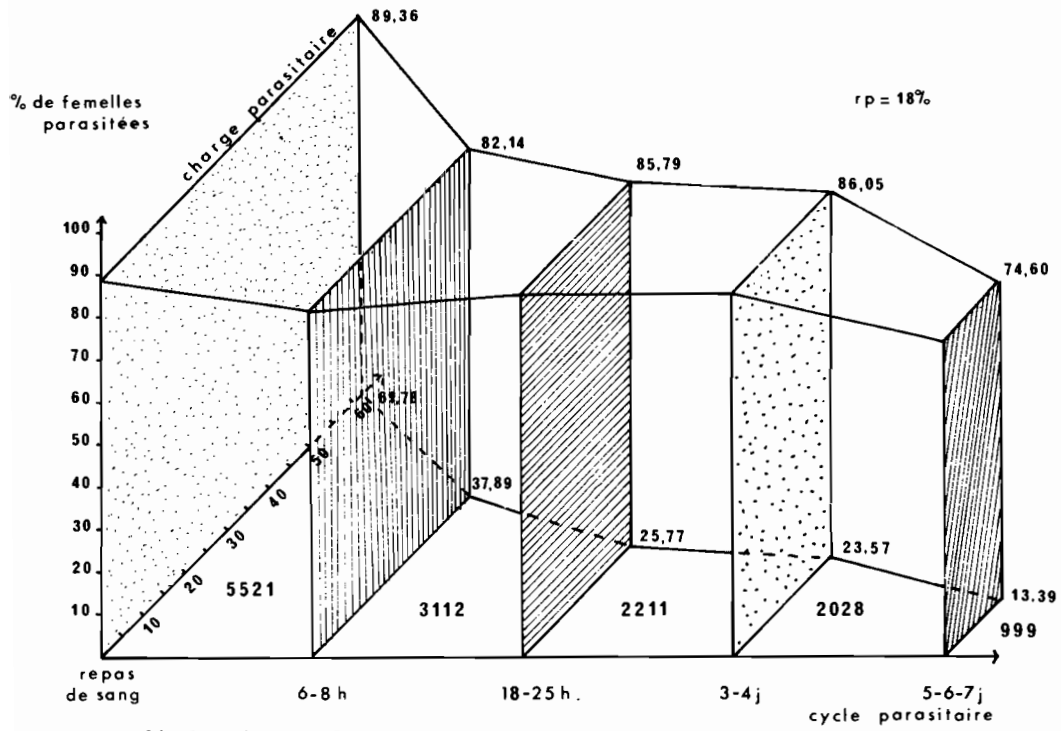


Fig. 94. *S. soubricensi* - Onchocercue de savane

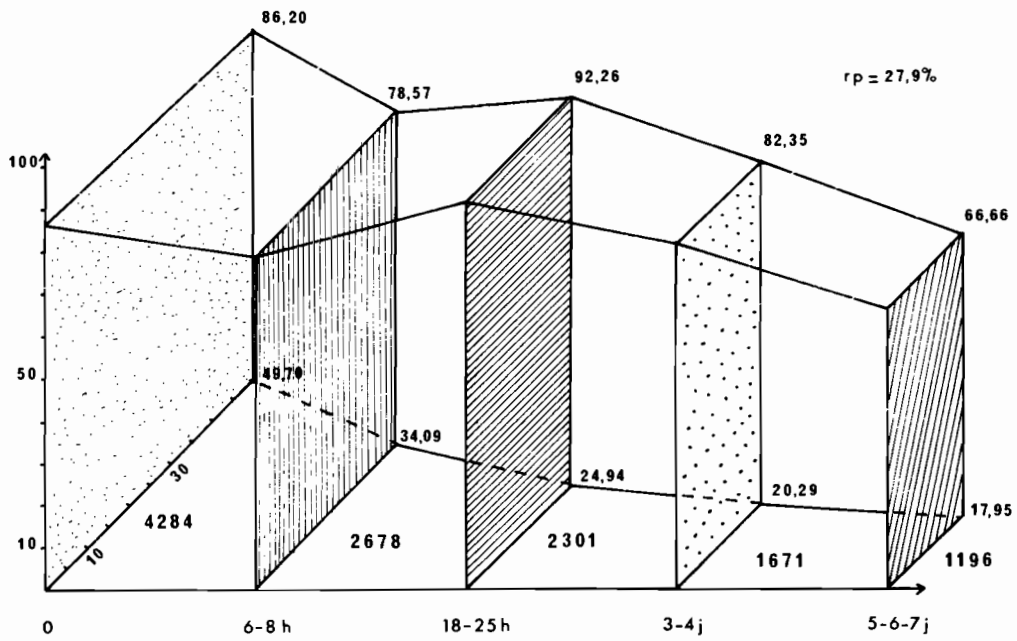
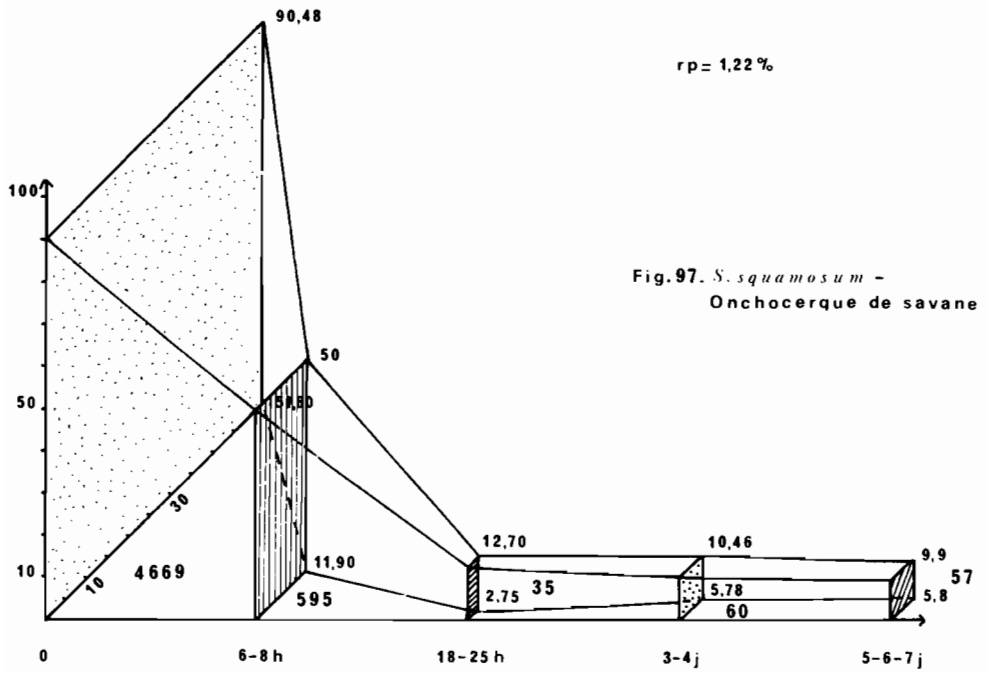
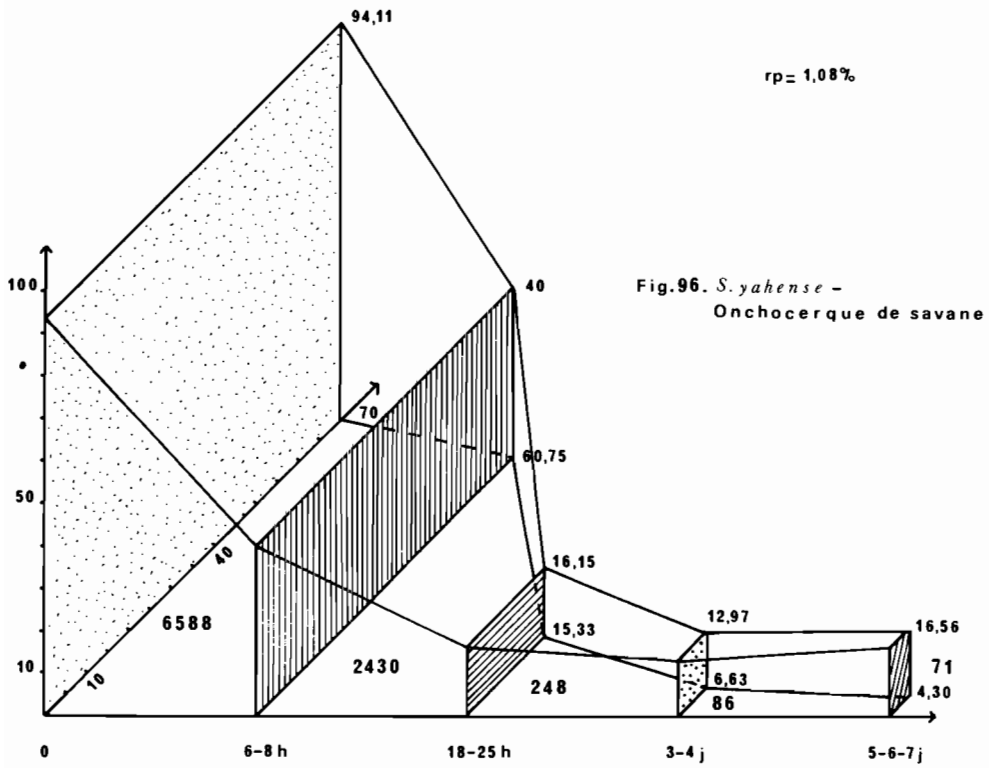
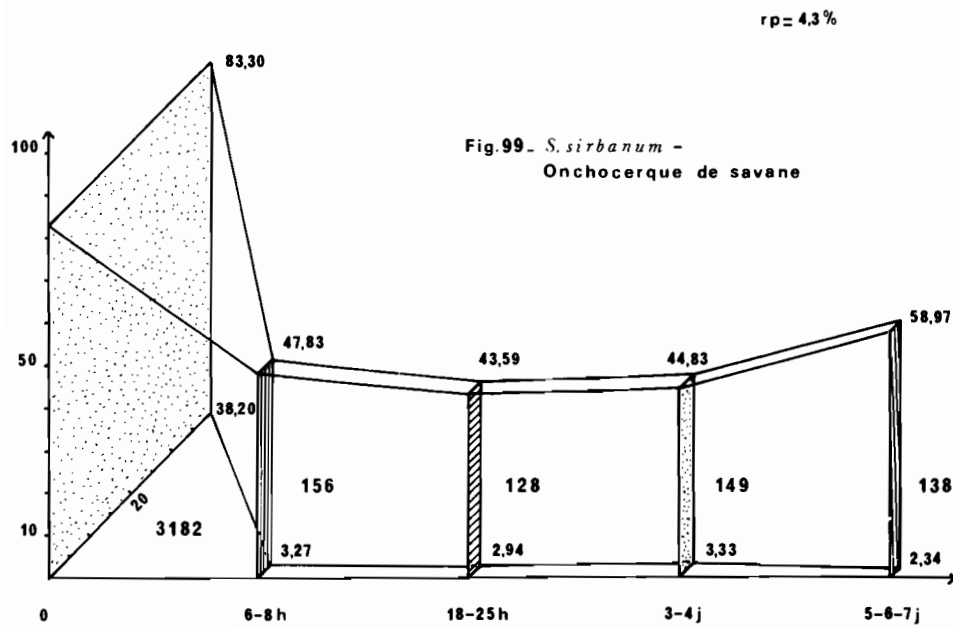
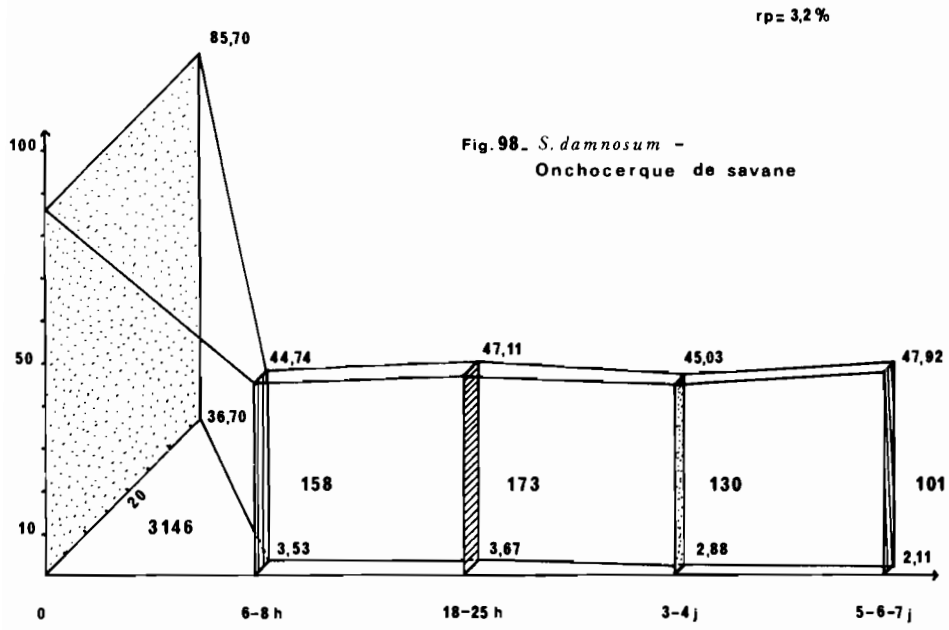


Fig. 95. *S. sanctipauli* - Onchocercue de savane





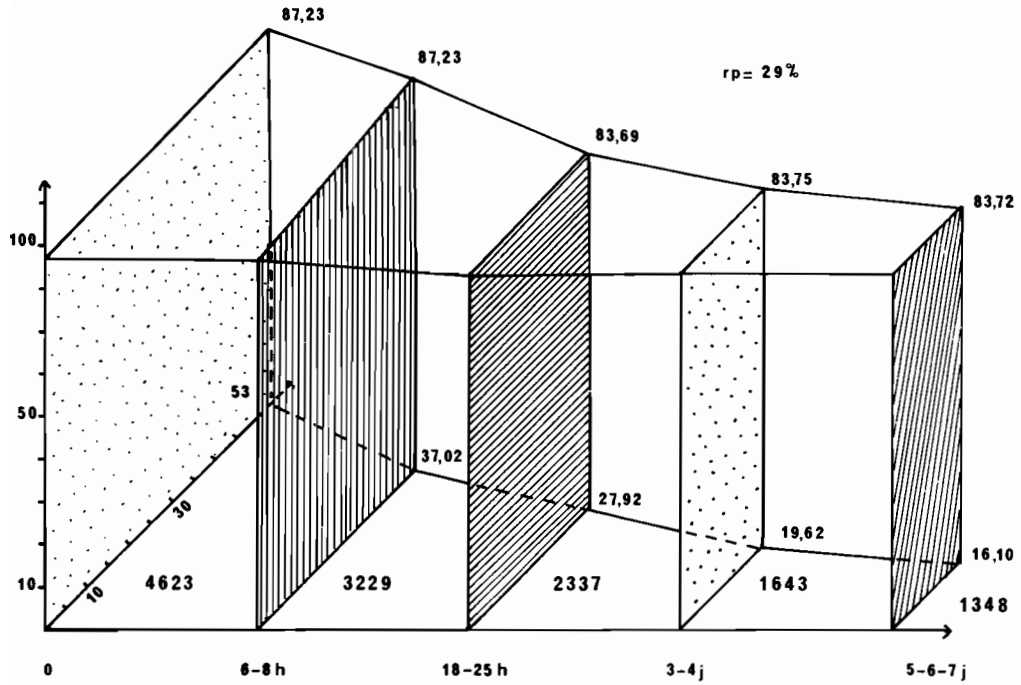


Fig. 100. *S. soubrense* - Onchocerque de forêt (grandes rivières)

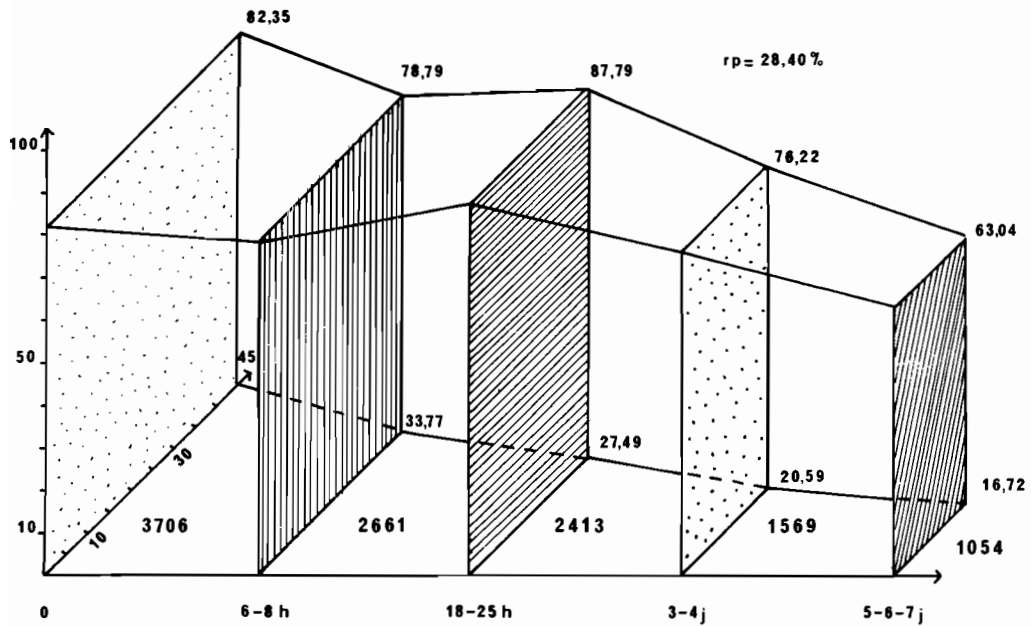


Fig. 101. *S. sanctipauli* - Onchocerque de forêt (grandes rivières)

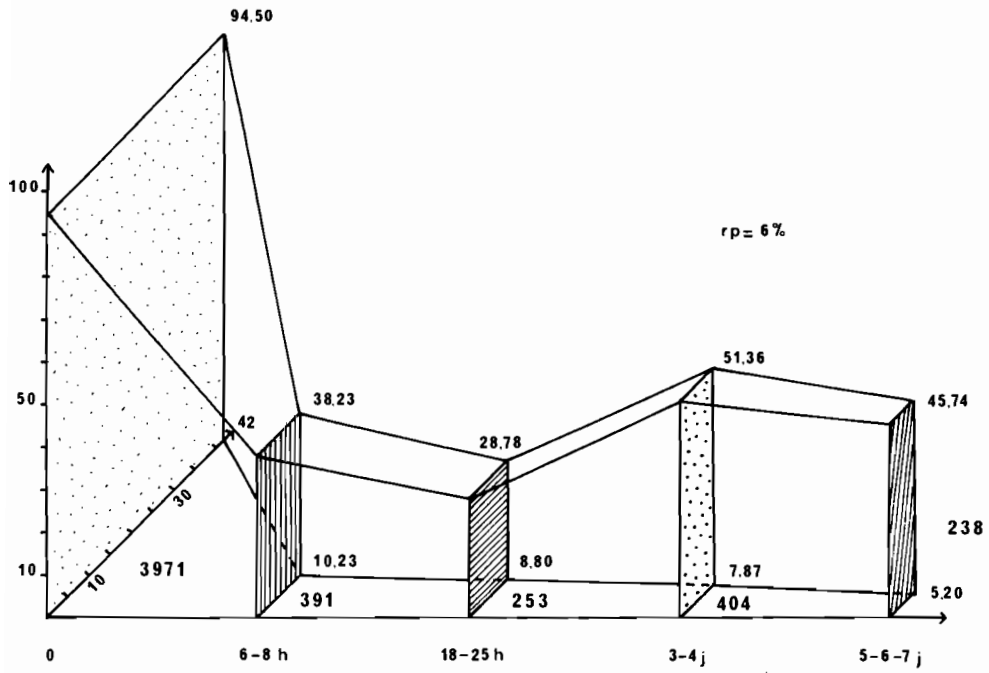


Fig. 102. *S. yahense* - Onchocerque de forêt (grandes rivières)

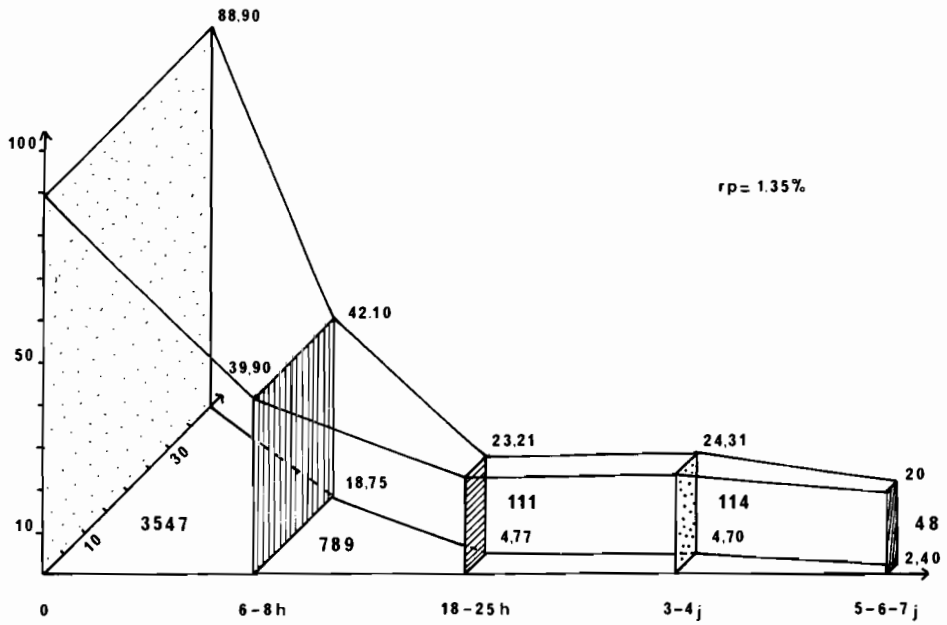
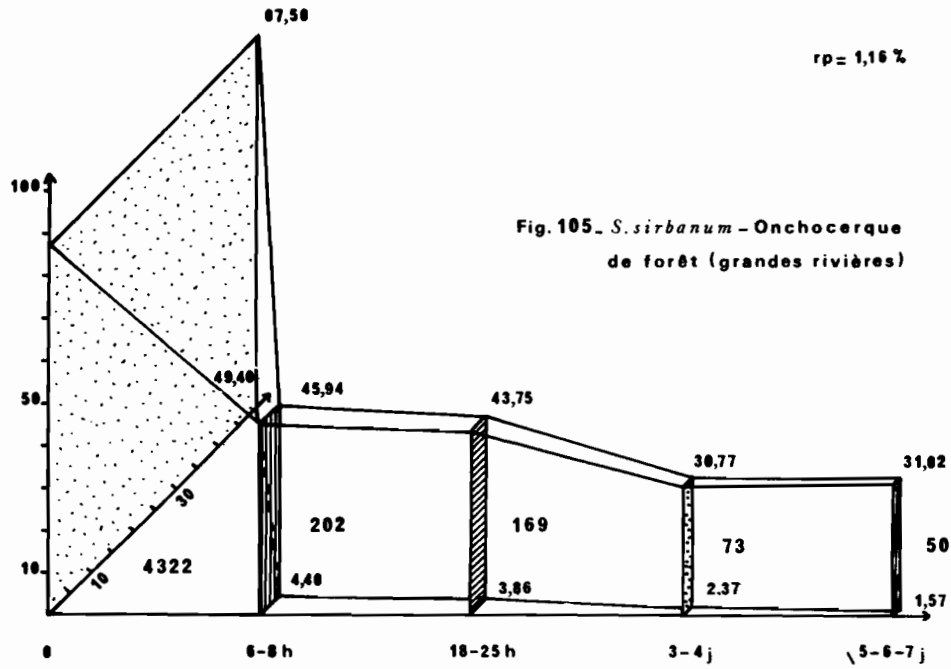
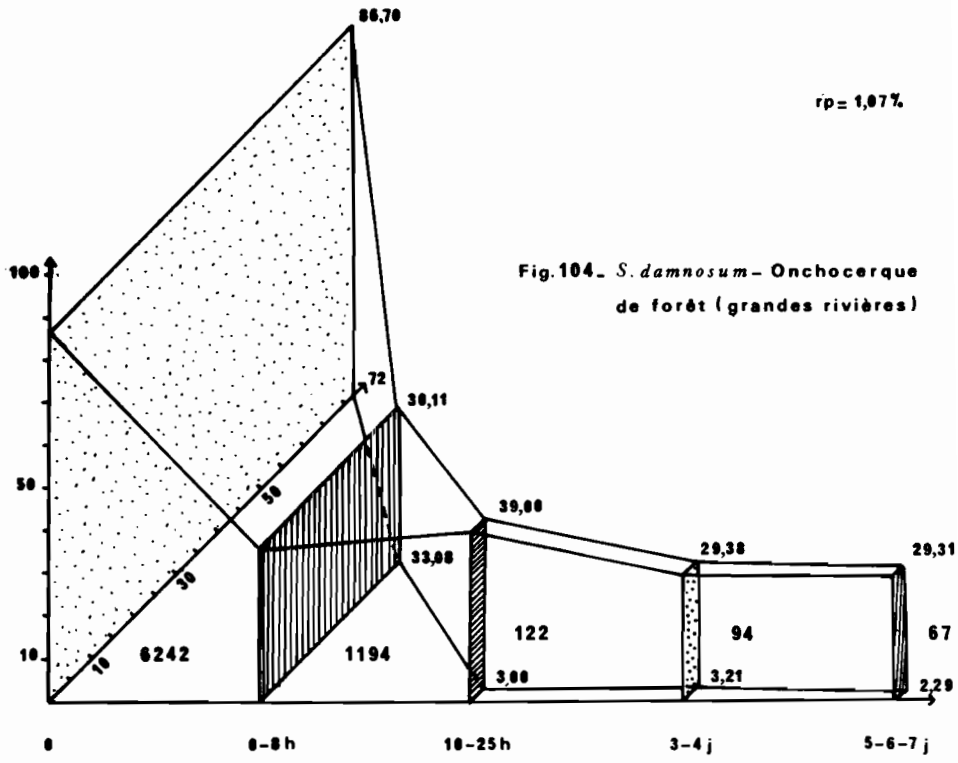
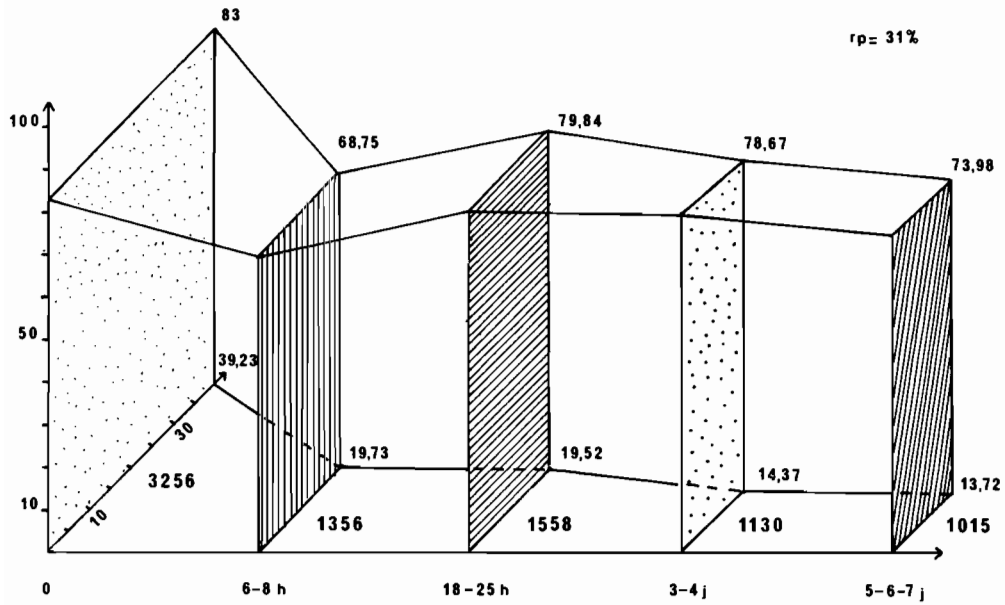
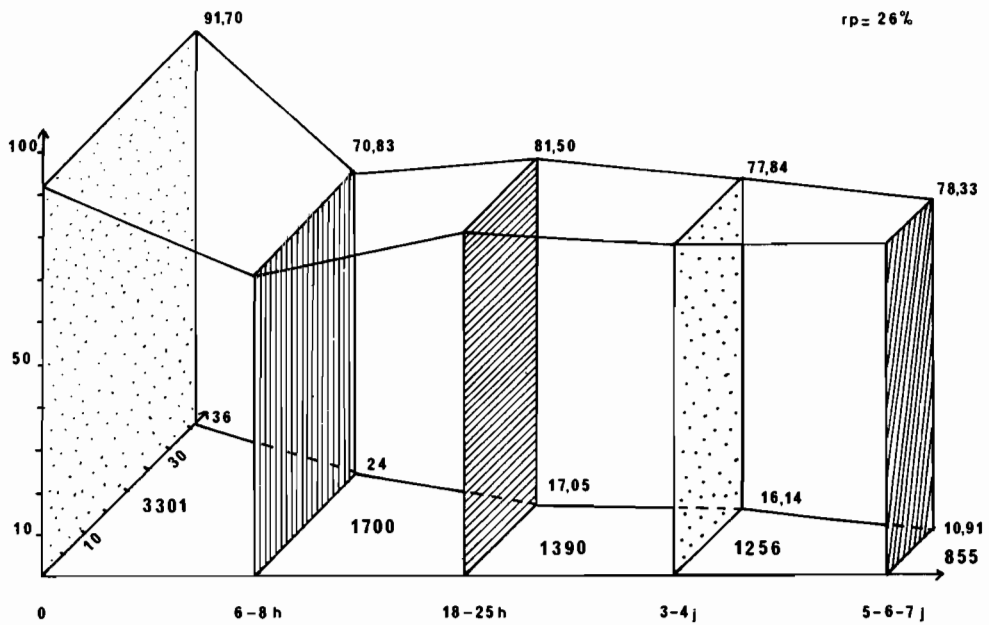


Fig. 103. *S. squamosum* - Onchocerque de forêt (grandes rivières)



Fig. 106. *S. soubrense* - Onchocerque de forêt (petites rivières)Fig. 107. *S. sanctipauli* - Onchocerque de forêt (petites rivières)

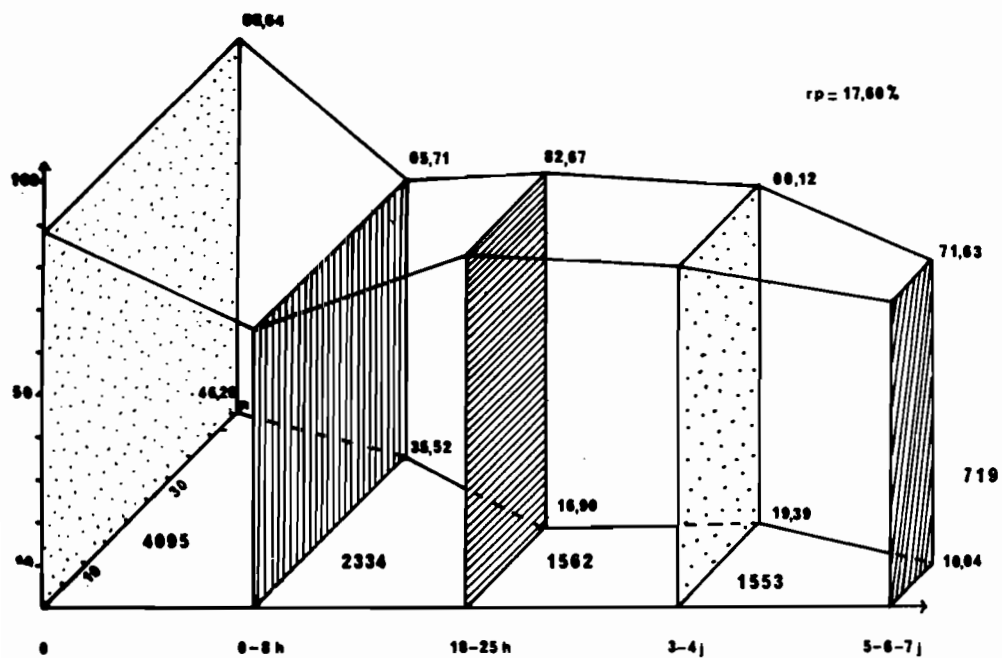


Fig. 108. *S. yahense* - Onchocorque de forêt (petites rivières)

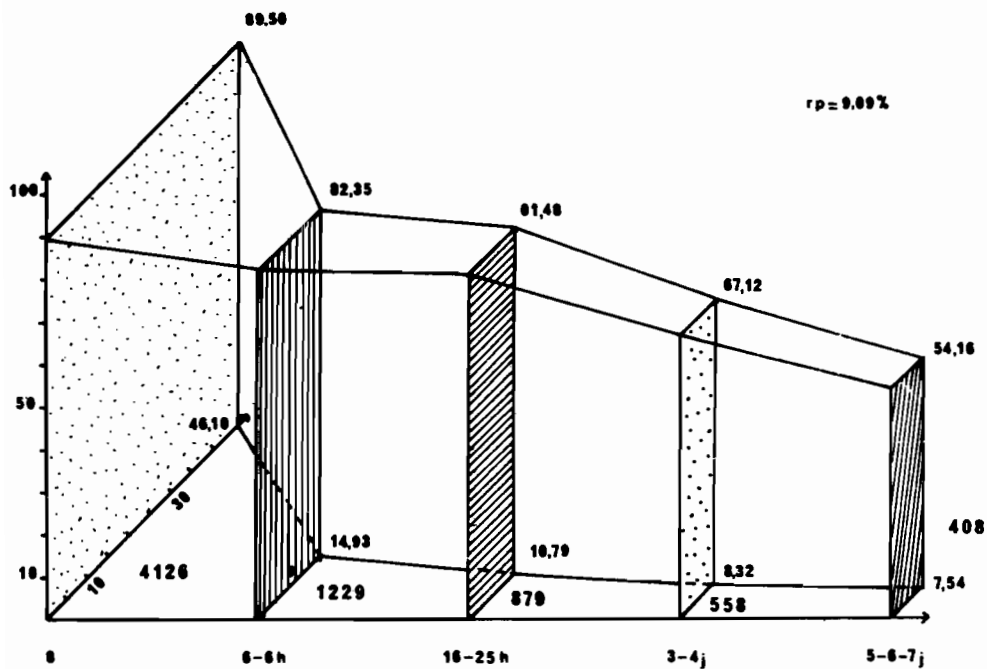
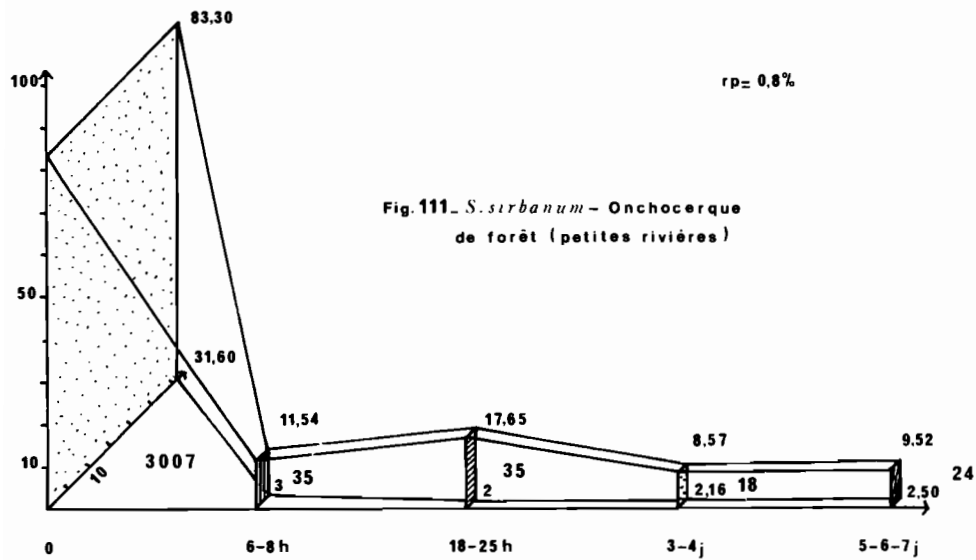
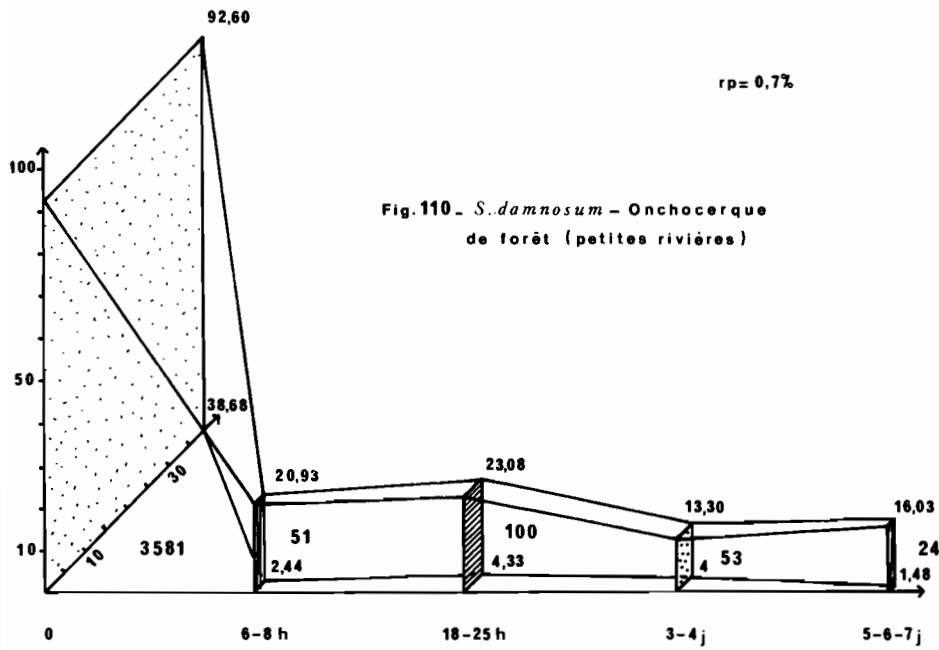


Fig. 109. *S. squamosum* - Onchocorque de forêt (petites rivières)



5. 2. 4. DISCUSSION DES RESULTATS ET CONCLUSIONS.

5.2.4.1. Ingestion des microfilaires.

En ce qui concerne l'ingestion des microfilaires, le nombre de femelles parasitées est toujours élevé et oscille entre 82 et 95 % des femelles gorgées. La charge parasitaire moyenne des femelles gorgées est également plus ou moins forte et oscille entre 31,6 et 72. Cette variation est surtout due à la présence de quelques femelles hyperparasitées ayant ingéré plus de 200 ou de 300 microfilaires (maximum observé 398 chez une femelle de *S. yahense* gorgée sur un onchocerquien de savane). A ce stade on ne peut noter aucune différence importante entre les infestations expérimentales "normales" (souches d'onchocerque et de vecteur de la même origine) et "croisées" (souches d'onchocerque et de vecteur d'origine différente). Nous avons pu remarquer que dans tous les cas la distribution des microfilaires ingérées pouvait être assimilée à une distribution log-normale. Ceci reste d'ailleurs vrai pour toute la durée du cycle et les larves d'*O. volvulus* aux différents stades gardent une distribution proche d'une distribution log-normale. A titre d'exemple nous indiquons sur la figure 112 les histogrammes de répartition et la courbe théorique d'une distribution log-normale pour les larves d'*O. volvulus* 18 à 25 h après le repas de sang chez les femelles de l'espèce *S. soubrense* gorgées sur les onchocerquiens de savane (il faut noter que ces courbes ne peuvent être établies pour la totalité du cycle que lors de transmissions expérimentales de type "forestier" ; en effet en savane la faible charge parasitaire observée dès le début du cycle rend impossible toute étude de répartition des charges parasitaires).

Nos résultats relatifs aux quantités de microfilaires ingérées comme ceux concernant les taux de femelles infectées sont en parfait accord avec les observations de nombreux auteurs. C'est ainsi que pour notre part nous trouvons des moyennes géométriques du nombre de microfilaires ingérées variant de 18 à 38 selon les onchocerquiens et les espèces concernées. LEWIS (1966) cite, pour sa part, des moyennes de 26,5 et 25,7 sur des onchocerquiens forestiers alors que DUKE (1962 a et b, 1966, 1967 a), DUKE et LEWIS (1964) et DUKE *et al.* (1966) lors des expériences de transmissions croisées citent des moyennes géométriques variant de 0,94 à 28,40 selon le donneur. PHILIPPON (1977) ob-

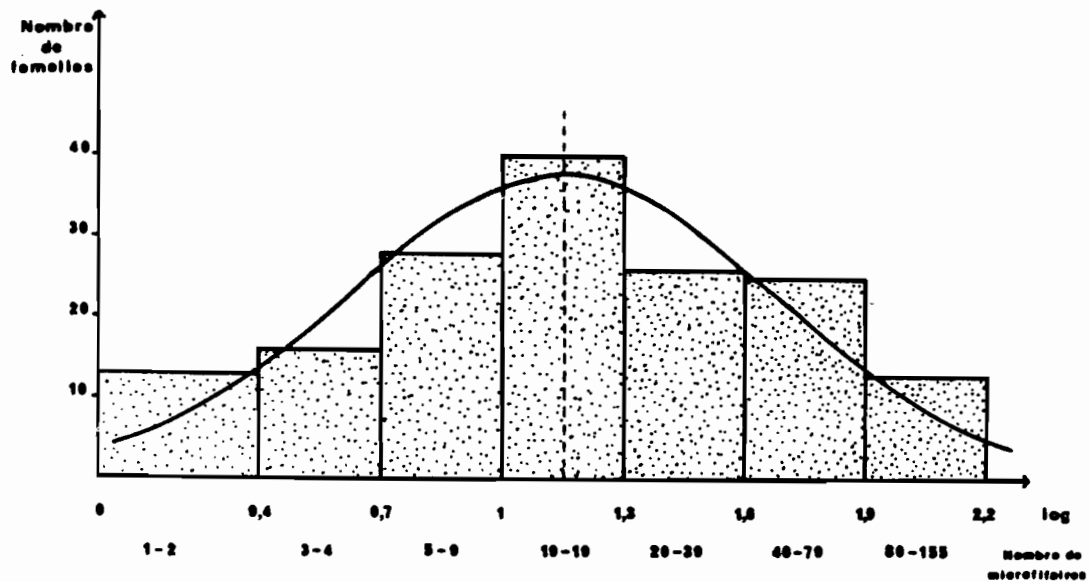


Fig. 112. Histogrammes de répartition chez *S. souleyrnanzi* du nombre de microfilaries passées dans l'hémocèle 10 à 25 h après le repas de sang sur onchocerquiens de savane. Comparaison avec la courbe de distribution log-normale.

tient sur 13 onchocerquiens de forêt et de savane présentant divers symptômes (depuis de simples nodules jusqu'à des chori-rétinites avancées) des moyennes géométriques allant de 2,8 jusqu'à 72,2, les chiffres moyens étant compris entre 20 et 30. Il trouve des taux de femelles parasitées compris à une ou deux exceptions près, entre 84,7 et 100 % sur 27 onchocerquiens différents. Ces résultats sont tout à fait comparables aux nôtres (entre 82 et 95 % de femelles infectées).

De très nombreux facteurs tant humains qu'entomologiques influent sur la quantité de microfilaries ingérées. PHILIPPON (1977) en a fait l'étude détaillée et il arrive à la conclusion que le facteur essentiel reste le contact onchocerquien-vecteur. Cependant, fait-il remarquer, "l'ingestion des microfilaries ne constitue que la phase tout-à-fait préliminaire du cycle d'*O. volvulus* chez son vecteur, et au cours de ce cycle interviennent de nombreux phénomènes essentiels qui modifient considérablement le parasitisme des populations simuliennes tel qu'il se présente à l'issue du repas sanguin". La sortie des microfilaries d'*O. volvulus* hors de l'estomac de la femelle de *S. damnosum s.l.* constitue l'un de ces phénomènes essentiels.

5.2.4.2. Passage des microfilaires dans l'hémocèle puis les muscles de la femelle de *S. damnosum* s.l.

En ce qui concerne le passage des microfilaires dans l'hémocèle puis les muscles thoraciques (6-8 h et 18 - 25 h) nous avons confirmation de l'étalement du passage des microfilaires à travers l'épithélium stomacal durant une douzaine d'heures (LAURENCE, 1966 ; BAIN et PHILIPPON, 1969, 1970 ; PHILIPPON et BAIN, 1972) puisque à 6-8 h dans la grande majorité des cas, les taux de parasitisme sont inférieurs à ceux observés à 18-25 h exception faite bien sûr d'une réduction très importante des taux de parasitisme dès le début du cycle. Cette légère infériorité des taux de parasitisme à 6 - 8 h est particulièrement nette chez *S. sanctipauli* et *S. soubrense* espèces qui présentent d'ailleurs les taux les plus élevés de parasitisme et les charges parasitaires les plus fortes et ce tout au long du cycle parasitaire et quelle que soit l'origine de la souche microfilarienne.

Durant les séries de dissection nous avons pu constater comme PHILIPPON (1977) que les membranes péritrophiques sont à 6-8 h nettement plus fragiles et moins bien formées en forêt qu'en savane.

5.2.4.3. Réduction des taux de parasitisme et des charges parasitaires durant le cycle d'*O. volvulus* chez la femelle de *S. damnosum* s.l.

Lors des transmissions normales la réduction des taux de parasitisme à 6-8 h et 18-25 h est peu importante en zone de forêt (moins de 10 %) mais très sensible en zone de savane (de 40 à 50 %). Ces observations recoupent parfaitement celles effectuées par PHILIPPON (1977) qui note qu'en savane durant les premières heures du cycle parasitaire, la proportion de femelles parasitées se stabilise légèrement en dessous de 50 % alors qu'en forêt les proportions de femelles parasitées restent élevées (80 à 90 %) jusqu'à la fin du cycle parasitaire. Nos observations concordent également parfaitement en ce qui concerne la diminution de la charge parasitaire. Cette dernière est 10 fois plus faible en zone de savane pour *S. damnosum* et *S. sirbanum* une journée après le repas de sang (lorsque l'on compare cette

charge au nombre moyen de microfilaries ingérées). Elle est seulement de 2 (*S. soubrense*, *S. sanctipauli*, *S. yahense*) à 4 fois plus faible (*S. squamosum*) en zone de forêt.

Durant le développement intramusculaire du 2^{ème} au 7^{ème} jour, les taux de parasitisme et la charge parasitaire diminuent régulièrement et progressivement chez les espèces de forêt. Ils restent pratiquement constants chez les espèces de savane.

Lors des transmissions "croisées" la chute du taux de parasitisme et de la charge parasitaire est intense et brutale lorsque les espèces de savane se gorgent sur des onchocerquiens de petites rivières de forêt (gîtes à *S. yahense* et *S. squamosum*). Elle est plus progressive mais aussi forte pour les taux de parasitisme, lorsque les espèces *S. yahense* et *S. squamosum* se gorgent sur des onchocerquiens de savane (gîtes à *S. damnosum*, *S. sirbanum*), toutefois dans ce cas la charge parasitaire reste relativement élevée (4,3 pour *S. yahense* et 5,8 pour *S. squamosum*). Les taux de parasitisme et la charge parasitaire sont également fortement affectés lorsque *S. yahense* et *S. squamosum* se gorgent sur les onchocerquiens de grandes rivières de forêt (gîtes à *S. sanctipauli* et à *S. soubrense*). Dans ce cas il faut toutefois noter une transmission expérimentale nettement plus élevée chez *S. yahense* (238 larves d'*O. volvulus* en fin de cycle pour 100 femelles gorgées, taux de parasitisme final 45,74 %, charge parasitaire 5,2) que chez *S. squamosum* (48 larves d'*O. volvulus* en fin de cycle pour 100 femelles gorgées, taux final de parasitisme 20 %, charge parasitaire 2,4). Enfin la transmission se fait de façon tout-à-fait normale et à un niveau très élevé lorsque les espèces *S. soubrense* et *S. sanctipauli* se gorgent sur des onchocerquiens de savane ou de petites rivières de forêt.

5.2.4.4. Rendements parasitaires

Nous avons calculé pour les diverses transmissions le rendement parasitaire brut en faisant le rapport entre le nombre moyen de larves d'*O. volvulus* pour 100 femelles gorgées aux 5, 6 et 7^{ème} jour et le nombre moyen de microfilaries ingérées pour 100 femelles gorgées. Nous avons regroupé ces résultats sur le tableau n° 20. Pour les espèces de forêt se gorgeant sur les onchocerquiens de même origine, les rendements parasitaires sont relativement élevés (29 % et 28,4 % pour *S.*

Tableau n° 20. - Rendements parasitaires bruts lors des divers types de transmissions expérimentales.
 (les nombres de larves d' *O. volvulus* en début et fin de cycle sont calculés pour
 pour 100 femelles gorgées).

Onchocerquiens espèces	onchocerquiens de savane (gîtes <i>S. damnosum</i> - <i>S. sirbanum</i>)			oncho. grandes rivières de forêt (gîtes <i>S. soubrense</i> - <i>S. sanctipauli</i>)			oncho. petites rivières de forêt (gîtes <i>S. yahense</i> - <i>S. squamosum</i>).		
	Nbre de larves d' <i>O. volvulus</i> en début de cycle.	Nbre de larves d' <i>O. volvulus</i> en fin de cycle	rendement parasitaire brut	Nbre de larves d' <i>O. volvulus</i> en début de cycle	Nbre de larves d' <i>O. volvulus</i> en fin de cycle	Rendement parasitaire brut.	Nbre de larves d' <i>O. volvulus</i> en début de cycle.	Nbre de larves d' <i>O. volvulus</i> en fin de cycle	Rendement parasitaire brut.
<i>S. damnosum</i>	3.146	101	3,2 %	6.242	67	1,07 %	3.581	24	0,7 %
<i>S. sirbanum</i>	3.182	138	4,3 %	4.322	50	1,16 %	3.007	24	0,8 %
<i>S. soubrense</i>	5.521	999	18 %	4.623	1.348	29 %	3.256	1.015	31 %
<i>S. sanctipauli</i>	4.284	1.196	27,9 %	3.706	1.054	28,4 %	3.301	855	26 %
<i>S. yahense</i>	6.588	71	1 %	3.971	238	6 %	4.095	719	17,6 %
<i>S. squamosum</i>	4.669	57	1,22 %	3.547	48	1,35 %	4.126	408	9,9 %

soubrense et *S. sanctipauli*, 17,6 % et 9,9 % pour *S. yahense* et *S. squamosum*). Ces rendements sont nettement plus faibles pour les espèces de savane (3,2 % pour *S. damnosum* et 4,3 % pour *S. sirbanum*). Lors des transmissions "croisées" ces rapports sont très élevés lorsque *S. soubrense* et *S. sanctipauli* se gorgent sur les onchocerquiens de savane ou de petites rivières de forêt (18 % et 27,9 %, 31 % et 26 %). Ils sont médiocres lorsque *S. yahense* et *S. squamosum* se gorgent sur des onchocerquiens de grandes rivières de forêt (6 % et 1,35 %). Ils sont faibles lorsque ces mêmes espèces se gorgent sur onchocerquiens de savane (1 % pour *S. yahense* et 1,22 % pour *S. squamosum*). Ces rapports sont également faibles lorsque *S. damnosum* et *S. sirbanum* se gorgent sur onchocerquiens de grandes rivières de forêt (1,07 % pour *S. damnosum* et 1,16 % pour *S. sirbanum*) et ils sont minimales lorsque les espèces de savane se gorgent sur onchocerquiens de petites rivières de forêt (0,7 % pour *S. damnosum* et 0,8 % pour *S. sirbanum*).

Tous ces résultats sont très proches de ceux observés par PHILIPPON (1977) en Haute-Volta et en Côte d'Ivoire, mais présentent certaines différences par rapport à ceux obtenus au Cameroun par DUKE (1962 b ; 1966), DUKE et LEWIS (1964) DUKE *et al* (1966). Ces derniers auteurs observent en effet une incomptabilité presque totale entre deux complexes "*Onchocerca-Simulium*" l'un est situé en savane soudanienne et l'autre en forêt et savane guinéenne. Pour nous comme pour PHILIPPON (1977) les résultats obtenus sont beaucoup plus nuancés et il est par exemple très clair que les espèces forestières *S. soubrense* et *S. sanctipauli* transmettent parfaitement bien les trois souches supposées d'onchocerques. Il est par contre exact qu'il existe une incomptabilité assez nette entre les espèces vectrices de savane et la souche d'onchocerque de petites rivières de forêt ainsi qu'entre les espèces issues de ces petites rivières de forêt (*S. yahense* - *S. squamosum*) et la souche d'onchocerque de savane. Une certaine incomptabilité existe également mais à un moindre niveau entre la souche d'onchocerque de grandes rivières de forêt et les espèces vectrices de savane ou de petites rivières de forêt. On peut donc penser qu'en Afrique de l'ouest et en particulier au niveau de la Côte d'Ivoire chaque paire vectrice transmet bien sa propre souche d'onchocerque et que les transmissions "croisées" entre souche d'onchocerque et espèce vectrice d'origine différente donnent des résultats très variables selon les divers degrés de comptabilité existants. DUKE *et al* (1966) avaient d'ailleurs déjà pressenti cette complexité

des rapports entre souches parasitaires et vectrices et avaient pu constater qu'en Sierra Leone le seul point qu'ils avaient étudié donnait des résultats différents des points situés au Cameroun. Ils en concluaient "it may be, alternatively, that in the far west of Africa the physiological differences governing transmissibility of Cameroun strains of *O. volvulus* are less clear-cut than they are on the home-axis".

De nouvelles expériences apparaîtront certainement nécessaires pour cerner de façon plus précise les problèmes posés par les complexes "*Onchocerca-Simulium*" en Afrique de l'ouest. Cependant il est dès à présent intéressant de souligner qu'en ce qui concerne plus particulièrement la Côte d'Ivoire, la souche d'onchocerque transmise dans la région de Man-Danané par *S. yahense* et *S. squamosum* semble nettement moins pathogène que les souches transmises par *S. damnosum* - *S. sirbanum* en zone de savane et *S. soubrense* - *S. sanctipauli* sur les grandes rivières de forêt. En effet il semble que de façon générale les cécités onchocerquiennes soient très rares dans la région de Man-Danané alors que du point de vue entomologique la transmission y est très intense et que du point de vue clinique les charges microfilariennes y sont élevées (PICQ *et al.*, 1973). Nous avons pu constater par nous-mêmes que les deux onchocerquiens de Wa bien que possédant une charge microfilarienne comparable à celle des autres onchocerquiens et étant d'un âge plus avancé que la moyenne des autres sujets, ne présentaient aucune lésion oculaire, contrairement à leurs collègues de Kankela et d'Abengourou.

Ces quelques faits prouvent, s'il en était besoin, l'intérêt pratique présenté par les transmissions expérimentales qui sont un complément indispensable aux études de transmission dans les conditions naturelles. Elles permettent en particulier de mettre en contact les diverses souches présumées d'onchocerques et les diverses espèces vectrices et de comprendre les changements ou les variations épidémiologiques de l'onchocercose selon les zones bioclimatiques et les diverses populations qui s'y trouvent.

Chapitre 6

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Les recherches entomologiques consacrées à une meilleure connaissance du complexe *S. damnosum*, seul vecteur de l'onchocercose en Afrique de l'ouest, ont reçu un nouvel essor lors de la mise en place puis du déroulement du Programme de lutte contre l'onchocercose dans le Bassin des Voltas (O. C. P.). Toutes les données bioécologiques et épidémiologiques déjà connues ont dû être revues compte-tenu de l'existence de plusieurs espèces vectrices et de nouvelles études concernant en particulier la taxonomie du complexe vecteur ont dû être effectuées.

On peut parler à juste titre de taxonomie "intégrée" en ce qui concerne ces études qui ont été menées en utilisant à la fois des caractères chromosomiques, enzymatiques et morphologiques avec, il est vrai, plus ou moins de succès.

La cytotaxonomie reste la technique de choix pour l'étude des complexes d'espèces chez les simuliidae en général et pour celle du complexe *S. damnosum* en particulier. Si le statut spécifique attribué aux différentes formes cytologiques d'Afrique de l'ouest ne nous paraît pas toujours parfaitement justifié, par contre la description même des divers cytotypes et de leurs caractéristiques chromosomiques (QUILLEVERE, 1975 ; VAJIME et DUNBAR, 1975) a été à la base des nombreux travaux entomologiques menés ensuite sur ce complexe. En Afrique de l'ouest le complexe *S. damnosum* illustre bien la complexité du phénomène de la spéciation puisque les trois groupes d'espèces présents (*S. damnosum* - *S. sirbanum* ; *S. squamosum* - *S. yahense* ; *S. sanctipauli* - *S. soubrense*) paraissent en l'état actuel et à l'intérieur de notre zone d'étude avoir tous trois atteint des niveaux différents d'isolation reproductrice.

Cette isolation paraît nettement marquée dans

le groupe de savane *S. damnosum* - *S. sirbanum* car les deux espèces bien que largement sympatriques ne présentent que de très rares hybrides naturels.

L'isolation est plus discutable dans le groupe *S. squamosum* - *S. yahense* car l'existence supposée de plusieurs systèmes sexuels chez les mâles et l'alternance saisonnière entre les deux espèces dans de nombreux gîtes forestiers laissent croire à la possibilité d'existence d'une ou plusieurs formes transitoires. Cette hypothèse pourrait aussi rendre compte des variations importantes de la morphologie et de la bioécologie de *S. squamosum* qui, comme nous le verrons ultérieurement, est l'espèce présentant la plus grande souplesse d'adaptation. C'est une espèce à la fois forestière et savanicole.

A l'intérieur du troisième groupe (*S. sanctipauli*-*S. soubrense*) l'isolation reproductrice n'est pas, à notre avis, établie puisque dans les zones de contact entre les deux "espèces" comme par exemple le long du fleuve Sassandra, les hétérozygotes pour l'inversion critique forment près de la moitié des populations larvaires. Nous interprétons pour notre part ces hétérozygotes comme des hybrides *S. sanctipauli/S. soubrense*. Ces deux "espèces" n'ayant alors que la valeur de sous-espèces géographiques. VAJIME estime, pour sa part, que ces hétérozygotes sont les représentants d'une forme ancestrale relique ayant donné naissance aux deux espèces. Il serait souhaitable que les techniques d'élevage actuellement mises au point puissent être utilisées pour résoudre un problème que la cytotaxonomie à elle seule ne peut que soulever. Rappelons également que la plupart des "espèces" présentent un polymorphisme chromosomique marqué, principalement les espèces de savane dont le spectre d'inversions flottantes varie considérablement à l'intérieur de leur aire de répartition. Nous verrons lors de nos conclusions sur les études morphologiques que ce polymorphisme doit maintenant être pris en compte si l'on veut étudier les caractéristiques "régionales" des diverses espèces.

Nous ne reviendrons pas longuement sur les études enzymatiques qui se sont avérées décevantes en ce qui concerne du moins l'identification des femelles adultes du complexe *S. damnosum* en Afrique de l'ouest. Ces recherches peuvent présenter un certain intérêt si à l'avenir des élevages de laboratoire permettent d'obtenir des adultes de différentes zones géographiques et bioclimatiques appartenant ou non à la même espèce.

Le polymorphisme enzymatique pourra alors être comparé au polymorphisme chromosomique et relié peut-être à certains critères écologiques comme cela a déjà été fait chez les Drosophiles et les moustiques. Dans un avenir proche l'intérêt pratique des recherches enzymatiques sur le complexe *S. damnosum* en Afrique de l'ouest nous paraît insignifiant.

L'intérêt pratique des études morphologiques n'est lui plus à démontrer et il va de soi que la découverte de caractères utilisables pour l'identification morphologique des larves et surtout des femelles ouvre des champs de recherche extrêmement vastes.

En ce qui concerne les larves, l'identification morphologique des trois groupes d'espèces est une technique complémentaire très utile dans le cas où l'identification chromosomique des larves ne peut être faite faute de temps, de moyens ou de spécialistes. Lors des études de bioécologie larvaire elle permet l'identification d'un nombre très élevé de larves ce qui est difficilement réalisable voire même impossible avec la technique cytotoxonomique. Lors des recherches sur la répartition géographique des gîtes larvaires des diverses espèces cette technique permet au cytotoxonomiste de faire un échantillonnage plus précis et plus complet des gîtes étudiés. Enfin lors des essais de larvicides ou de lutte biologique sur le terrain utilisant divers parasites (Mermithidae par exemple) cette technique peut également être utile en donnant une vue d'ensemble de la sensibilité particulière des différents groupes d'espèces.

En ce qui concerne les femelles du complexe *S. damnosum* notre travail est une bonne illustration de l'intérêt pratique énorme que présente leur identification morphologique. Nous avons pu en effet, grâce à cette technique, reprendre les nombreuses données biologiques, écologiques et les caractéristiques vectrices naturelles et expérimentales du complexe *S. damnosum* en Afrique de l'ouest déjà dégagées de façon détaillée principalement par LE BERRE (1966) et PHILIPPON (1977) et les revoir en fonction des diverses espèces présentes. Nous devons cependant rappeler ici que les caractères morphologiques utilisés en Côte d'Ivoire ne doivent pas être généralisés imprudemment à l'ensemble de l'Afrique de l'ouest.

A l'intérieur même de notre zone d'étude il reste prudent de comparer les identifications morphologiques des

femelles aux identifications chromosomiques des larves présentes sur les mêmes gîtes à la même période. Il apparaît en effet que certaines variations intraspécifiques des caractères morphologiques ont parfois été observées. Ces variations semblent liées au polymorphisme chromosomique des diverses espèces, polymorphisme lui-même dépendant de conditions écologiques variables. Il n'est pas impossible que nous soyons amenés à l'avenir à établir des clés de détermination morphologiques "régionales" des diverses espèces compte-tenu de la variabilité de certains caractères. Une illustration frappante de cette variabilité est donnée par l'espèce *S. squamosum* qui, d'après DANG et PETERSON (1978 comm. pers.), présente selon les zones toutes les variations possibles de coloration des écailles scutellaires, post-craniales et abdominales ainsi que des touffes alaires. Là également les techniques d'élevage seront précieuses à l'avenir pour établir de façon plus claire et plus précise les rapports entre des diverses espèces, sous-espèces ou populations du complexe *S. damnosum*. Un pas en ce sens peut également être fait par l'étude des genitalia mâles.

La répartition géographique des gîtes larvaires des diverses espèces dans notre zone d'étude peut être schématisée de façon simple et claire. Le groupe savanique *S. damnosum* - *S. sirbanum* peuple les rivières de savane, *S. sirbanum* étant dominant en savane soudanaise et *S. damnosum* en savane guinéenne. En forêt les petites rivières abritent *S. squamosum* - *S. yahense* et les fleuves *S. sanctipauli* - *S. soubrense*. Cependant cette schématisation recouvre beaucoup d'exceptions et de particularités. Deux faits retiennent particulièrement l'attention, d'une part l'alternance saisonnière des espèces savaniques et forestières dans le secteur préforestier (avec le cas particulier de *S. soubrense* et surtout de *S. squamosum* qui peuvent s'installer parfois en zone de savane) d'autre part l'abondance des hétérozygotes pour l'inversion critique entre *S. sanctipauli* et *S. soubrense* le long du Sassandra. Nous avons déjà parlé de ce dernier problème lors de nos conclusions sur le degré d'isolement génétique des diverses espèces. Nous voulons seulement souligner ici que le Sassandra est une limite naturelle entre la zone de forêt dense humide du sud-ouest de la Côte d'Ivoire et du Libéria où domine *S. sanctipauli* et la zone de forêt moins humide et de savane guinéenne du V Baoulé où domine *S. soubrense* ce qui renforce notre hypothèse de l'existence de deux sous-espèces géographiques et non de deux espèces à part entière.

Pour ce qui est de l'alternance saisonnière les espèces forestières et savaniques dans le secteur préforestier et même en zone de savane (haut-bassin du Sassandra) nos séries d'analyse d'eau apportent quelques éléments de réponse. Il apparaît en effet qu'en saison des pluies on assiste à une homogénéisation des caractères physico-chimiques des eaux (température et conductivité en particulier). Seul le pH reste un facteur limitant interdisant l'établissement des larves de telle ou telle espèce dans une eau dont le pH est trop différent du pH optimum.

Nos résultats d'analyses comparés à ceux obtenus par d'autres auteurs (VISSER, 1974 ; VISSER et VILLENEUVE, 1975 ; GRUNEWALD, 1975, 1976) prouvent que la région géographique où ont été effectuées les analyses joue un rôle primordial. S'il est encore possible de comparer des analyses effectuées dans un même pays sur diverses espèces peuplant des gîtes variés représentatifs de leur aire de répartition, il est par contre des plus hasardeux de comparer des résultats obtenus sur différentes espèces étudiées chacune dans des zones géographiques bien différentes.

Il apparaît enfin qu'en zone de forêt où le couvert végétal et l'humidité de l'air sont suffisants pour favoriser la dispersion des femelles, la nette différence physico-chimique entre petites et grandes rivières peut expliquer à elle seule la répartition larvaire des diverses espèces. Par contre, en savane où la composition des eaux est très homogène mais où la température et l'humidité de l'air sont très variables, où le couvert végétal est rare et la luminosité importante, on peut penser que la répartition larvaire des espèces est influencée plutôt par l'écologie des femelles et en particulier par leurs possibilités sélectives de dispersion et le choix parfois difficile des lieux de ponte.

En forêt comme en savane le facteur important influant sur le cycle journalier de piqure est la température et ce aux différentes saisons et pour les diverses espèces. La seule remarque que l'on puisse faire est que certaines espèces sont plus sensibles que d'autres aux fortes températures (*S. sanctipauli*). De même les femelles nullipares sont en général plus sensibles aux conditions climatiques que les pares.

La densité des populations de femelles liée à l'abondance des populations préimaginales varie comme l'avait

montré LE BERRE (1966) de façon synchrone, inverse ou bimodale avec le niveau de l'eau sur les gîtes et ce quelques soient les espèces. Seule *S. squamosum* et *S. yahense* ont une variation d'un type particulier lié au régime torrentiel des petites rivières de forêt où elles se développent. Leur densité est maximum en période de décrue.

Nous pensons comme GARMS (1973) et PHILIPPON (1977) que les pourcentages de femelles 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 leur préférons des études de longévité basées sur les divers rapports d'infestations des populations de femelles. Dans ce but nous avons mis au point une technique de calcul théorique qui permet, du moins en zone de forêt et pour une espèce donnée, de connaître avec plus de précision la composition par classe d'âge des divers éléments d'une population de femelles piqueuses. Ce calcul nous permet en particulier d'apprécier le pourcentage de femelles piqueuses atteignant le 3^{ème} repas de sang et donc présentant un risque épidémiologique.

Au niveau des phénomènes de dispersion linéaire et radiaire des femelles nous n'avons pu noter de différences importantes entre les espèces, les facteurs écologiques (température et humidité de l'air, couvert végétal, présence d'axes dégagés) restant prépondérants. Notons toutefois qu'en zone de forêt *S. sanctipauli* et surtout *S. soubrense* semblent se disperser plus fortement que *S. yahense*. L'âge des femelles dispersives est différent dans les trois groupes d'espèces. Chez *S. damnosum* - *S. sirbanum* le pourcentage de femelles nullipares augmente avec l'éloignement des gîtes. Ce pourcentage reste identique sur le gîte et à quelques kilomètres chez *S. sanctipauli* et *S. soubrense*. Par contre chez *S. yahense* (et probablement *S. squamosum* DUKE, 1975) on observe un taux de pares plus élevé chez les femelles dispersives que sur le gîte.

Les recherches menées en collaboration avec O. C. P. ont permis d'établir que les espèces savaniques du complexe *S. damnosum* étaient soumises à des phénomènes migratoires importants en début de saison des pluies. En Côte d'Ivoire ce phénomène de réinvasion des zones traitées, axé sud-ouest/nord-est paraît bien être en relation avec la remontée du F. I. T. L'

étude de ces mouvements migratoires 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 sylvicoles 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 (Anonyme, 1977 ; LE BERRE *et al.*, 1977).

La zoophilie qui peut être un facteur limitant important de la transmission d'*O. volvulus* pose un problème difficile à résoudre dans le complexe *S. damnosum* en Afrique de l'ouest. Il apparaît en effet qu'une même espèce peut avoir des préférences trophiques différentes selon les zones et les sources possibles de repas sanguins. Dans l'ensemble on peut constater que *S. damnosum*, *S. sirbanum*, *S. soubrense* et *S. sanctipauli* piquent volontiers les animaux (oiseaux, animaux domestiques, bétail) alors que nous n'avons jamais observé de femelles zoophiles chez *S. yahense* (*S. squamosum* n'a pu être étudié). Les captures effectuées au Mali sur la Falémé (GUILLET *et al.*, 1978) montrent également que dans cette zone *S. damnosum* est nettement ornithophile alors que *S. sirbanum* pique plus volontiers le bétail. En zone de forêt il faut souligner que seul *S. sanctipauli* a été trouvé porteur de filaires d'origine animale. On peut observer à cette occasion que *S. damnosum* et *S. sanctipauli* qui dans chacun des groupes d'espèces considérés possèdent un faible nombre de dents maxillaires (47 et 44 en moyenne) piquent volontiers les oiseaux alors que *S. sirbanum* et *S. soubrense* dont le nombre de dents maxillaires est plus élevé (52 et 49 en moyenne) piquent plus volontiers le bétail. Il sera intéressant à l'avenir de voir si on observe une corrélation entre le nombre de dents maxillaires et les préférences trophiques des diverses espèces dans les différentes zones. Espérons également qu'une meilleure connaissance des filaires d'origine animale à leurs différents stades de développement permettra de mieux évaluer l'importance de la zoophilie pour les diverses espèces.

Les taux naturels d'infestation des femelles piqueuses par *O. volvulus* sont en général extrêmement variables. En zone de savane le contact parasite-vecteur est étroitement lié d'une part à la distribution des villages par rapport aux

gites préimaginaux et au rythme d'activité des villageois et d'autre part à la dispersion des femelles aux diverses saisons et à leur taux de zoophilie. Cela explique que nous n'ayons pas observé de différence significative entre les deux espèces savaniques *S. damnosum* et *S. sirbanum* les variations dues aux facteurs "humains" et écologiques masquant complètement une variation possible d'origine génétique.

En zone de forêt où les facteurs écologiques sont plus homogènes, les facteurs génétiques deviennent prépondérants. *S. sanctipauli* a des taux d'infestation naturel par *O. volvulus* pratiquement nuls. Les populations de femelles piqueuses appartenant à l'espèce *S. soubrense* ont en moyenne 10 % de femelles parasitées par rapport aux pares alors que ce pourcentage est en moyenne de 30 % chez *S. yahense*.

Les charges parasitaires moyennes des femelles en larves évolutives ou infectantes d' *O. volvulus* semblent également être sous l'influence des facteurs génétiques. Les espèces savaniques *S. damnosum* et *S. sirbanum* ont des charges parasitaires stables en général proches de 2. Chez *S. soubrense* et *S. yahense* si les charges moyennes en larves évolutives sont proches (9,1 et 9,5 respectivement) les charges moyennes en larves infectantes sont nettement différentes (5,5 et 8,5 respectivement).

Nos résultats nous ont permis d'établir un indice d'intensité de transmission potentielle (I. T. P.) d' *O. volvulus* par une espèce donnée. Il prend en compte l'âge moyen des femelles piqueuses exprimé en pourcentage de pares, le taux d'infestation naturelle des femelles piqueuses et leur charge parasitaire en larves infectantes. Ce mode d'expression permet d'établir le nombre moyen théorique de larves infectantes d' *O. volvulus* potentiellement transmissible par 1.000 femelles piqueuses d'une espèce donnée en cas de contact étroit parasite-vecteur.

L'intérêt de cet indice et de ses dérivés (I. T. M. = intensité de transmission moyenne ; I. T. A. O. = intensité de transmission annuelle observée) est certain pour l'étude comparée des caractéristiques vectrices des diverses espèces placées dans différentes conditions écologiques ou "humaines" (présence ou non d'une population humaine fortement ou faiblement onchocerquée). Son intérêt est également indéniable lors de l'évaluation des campagnes insecticides et de l'estima-

tion des risques encourus par les populations humaines venant recoloniser les zones traitées.

Nos études des caractéristiques vectrices expérimentales des diverses espèces nous ont permis de mettre en évidence des degrés très variables de compatibilité entre souches de parasites et espèces vectrices d'origines différentes. Ces résultats très proches de ceux obtenus précédemment par PHILIPPON (1977) en Haute-Volta et Côte d'Ivoire sont assez différents de ceux obtenus au Cameroun par DUKE (1962 b ; 1966) et DUKE *et al* (1966) qui avaient eux observé une incompatibilité presque totale entre deux complexes "*Onchocerca-Simulium*" l'un situé en savane soudanienne et l'autre en forêt et savane guinéenne.

Le fait que *S. soubrense* et *S. sanctipauli* espèces forestières transmettent parfaitement et à un niveau élevé toutes les souches d'onchocerques présumées, est particulièrement préoccupant pour un pays comme la Côte d'Ivoire où les zones forestières sont de plus en plus défrichées pour l'établissement de plantations diverses (cacao, café, ananas, bananes). Si *S. sanctipauli* dans les conditions naturelles reste en Côte d'Ivoire un médiocre vecteur compte-tenu de sa faible longévité et de son importante zoophilie, ce n'est pas le cas de *S. soubrense* qui transmet également de façon excellente dans les conditions naturelles lorsqu'il pique sur réservoir mixte forêt-savane. La mise en valeur des vallées forestières est un facteur doublement inquiétant dans la mesure où tout défrichement favorise *S. soubrense* caractéristique des forêts sèches et du secteur préforestier, aux dépens de *S. sanctipauli* restreint aux seules forêts humides ; de plus l'établissement de plantations importantes s'accompagne presque toujours de l'établissement parallèle de populations originaires de savane venant travailler sur ces plantations. On comprend mieux à présent l'inquiétude des autorités sanitaires devant le développement possible d'une onchocercose sévère dans des zones forestières autrefois indemnes ou peu touchées. Il s'agit là d'un problème important et qui exigera sans doute à plus ou moins longue échéance, après étude sérieuse de tous ses aspects, l'extension à certaines régions forestières du Programme de lutte actuellement en cours. Un premier pas a déjà été fait dans ce sens par les responsables d'O. C. P. en décidant d'étendre vers le sud la zone traitée en Côte d'Ivoire (extension mise en place en 1978 et 1979) ainsi qu'au

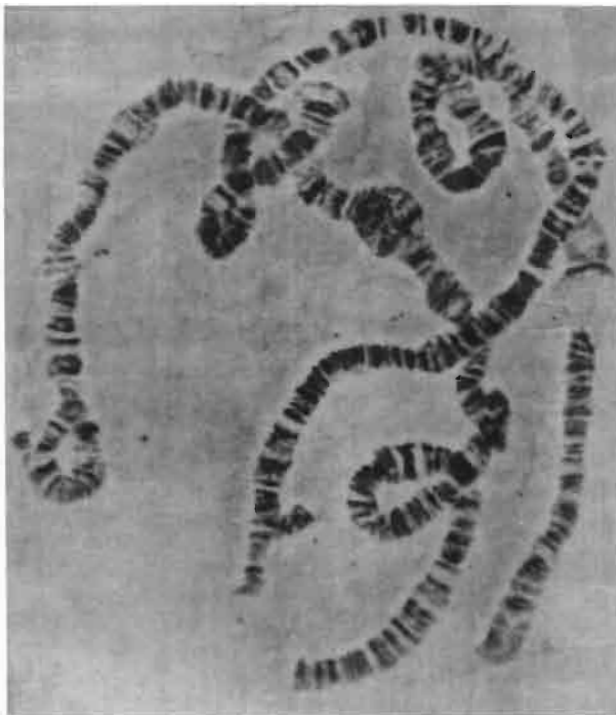
Ghana, au Togo et au Bénin (extensions mises en place en 1979 ou 1980).

Après avoir passé en revue les divers problèmes que notre travail nous a permis d'aborder il apparaît que les deux espèces savaniques *S. damnosum* et *S. sirbanum* bien qu'isolées génétiquement restent très proches des points de vue taxonomique, bioécologique et épidémiologique. Pour cette raison en zone de savane les facteurs écologiques et "humains", très variables, restent prépondérants et masquent presque totalement l'influence possible des facteurs génétiques. En zone de forêt au contraire où les conditions du milieu sont plus homogènes les facteurs génétiques sont dominants et à l'intérieur même des groupes d'espèces (*S. sanctipauli*-*S. soubrense* et *S. squamosum*-*S. yahense*) des variations de la biologie, de l'éthologie ou des caractéristiques vectrices ont pu être observées (longévité, zoophilie et donc caractéristiques vectrices naturelles apparemment différentes chez *S. sanctipauli* et *S. soubrense* ; meilleure adaptation à la savane, charges parasitaires expérimentales plus faibles pour *S. squamosum* comparative-ment à *S. yahense*). On assiste donc à la recherche continue d'un équilibre entre les adaptations génétiques (spectre d'inversions flottantes) les facteurs bioécologiques (conditions climatiques, possibilités trophiques) et les facteurs humains (contact parasite-vecteur). Les multiples combinaisons possibles entre ces différents facteurs expliquent les nombreux tableaux entomologiques, parasitologiques et cliniques offerts par l'onchocercose à travers toute l'Afrique.

Nous espérons que notre étude aura contribué à éclaircir quelques problèmes et à préciser certaines données propres aux diverses espèces du complexe *S. damnosum* présentes en Afrique de l'ouest. Nous espérons également que nos observations effectuées pour la plupart en Côte d'Ivoire pourront être utiles lors de futures études sur le complexe *Simulium damnosum* dans divers pays africains souhaitant être englobés dans des programmes de lutte contre le vecteur de l'onchocercose

PLANCHES HORS TEXTE

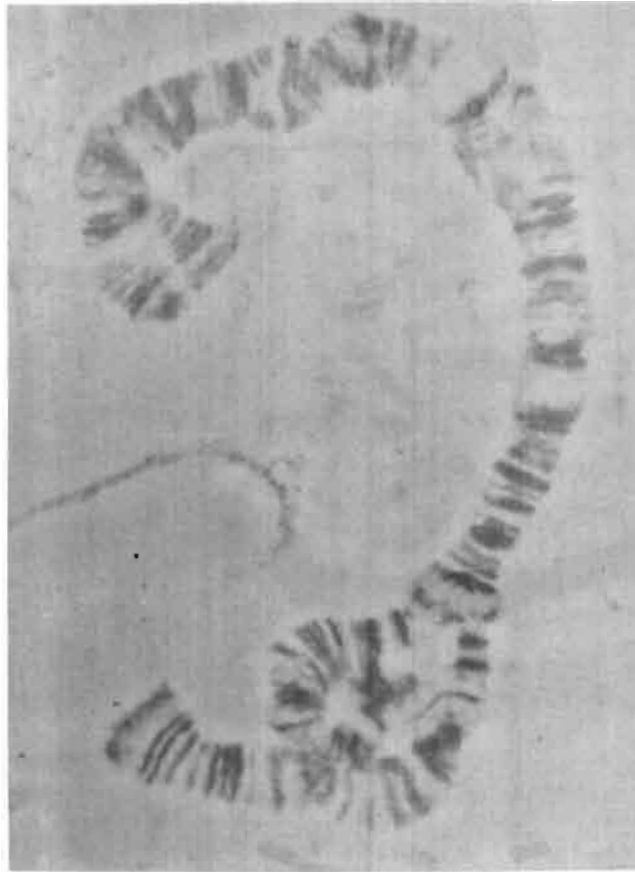
PLANCHE I



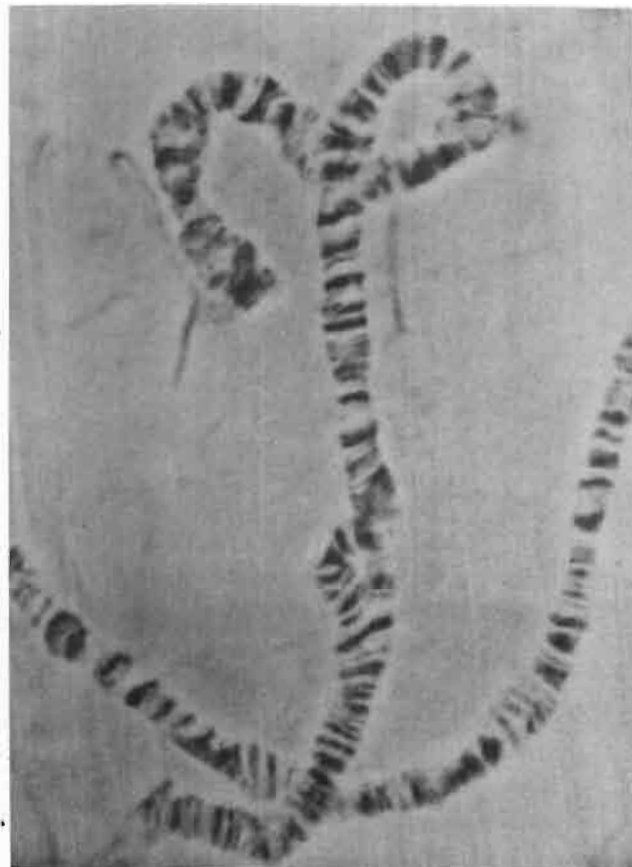
Inversions flottantes hétérozygotes
 IS_3 , IL_2 et IIL_7 (boucle d'inversion
ouverte).



2. Inversions flottantes hétérozygotes
 $IS_2 + IS_3$.

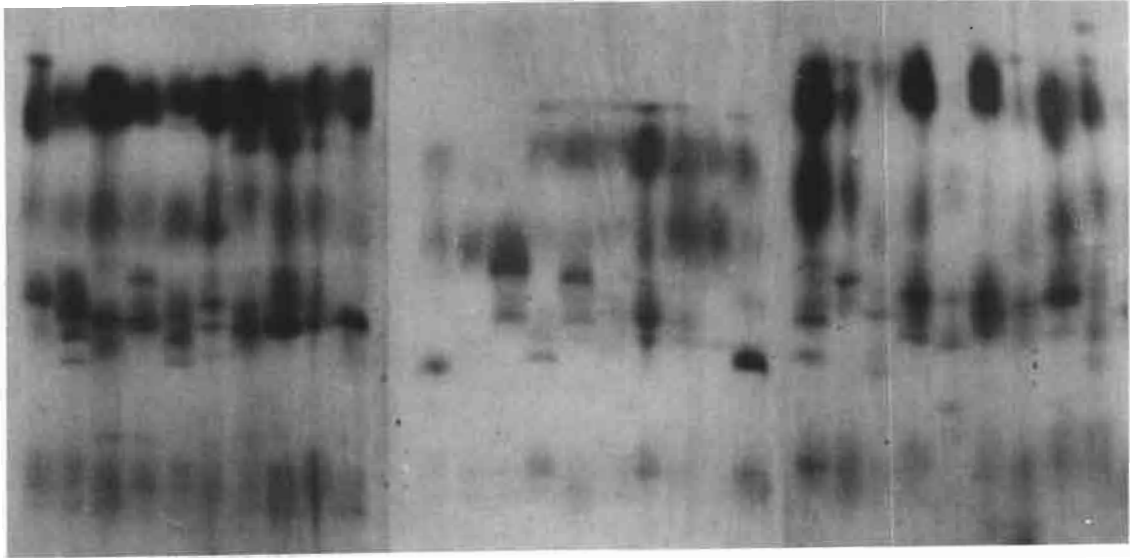


1. Inversion flottante hétérozygote
IILC₈.

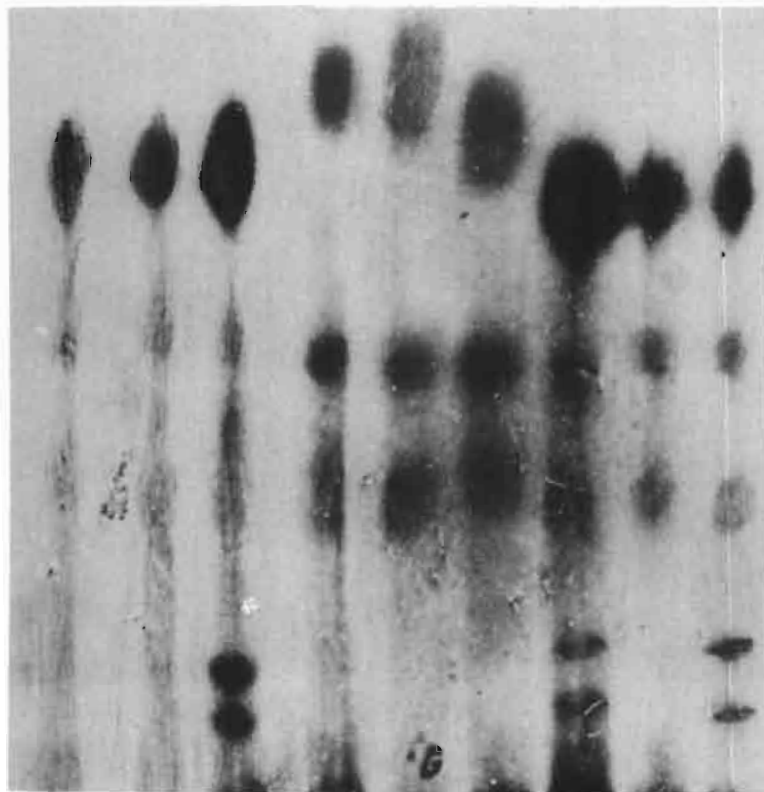


2. Inversion flottante hétérozygote
IIL₆.

PLANCHE III

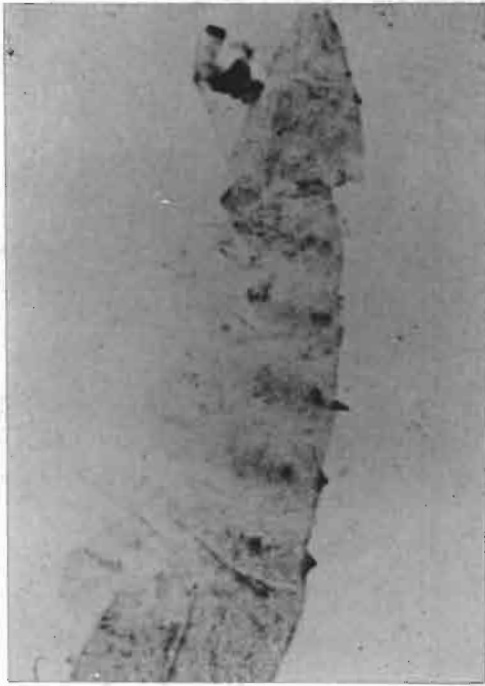


1. Variabilité estérasique des simulies des trois groupes (de gauche à droite : simulies de Fétékro, de Wa et de Gauthier).



2. Différents types de zymogrammes mis en évidence pour la leucine-amino-peptidase, de gauche à droite : A,A,B,C,C,C,B,A,B. (3 simulies de Gauthier, 3 de Wa, 3 de Fétékro).

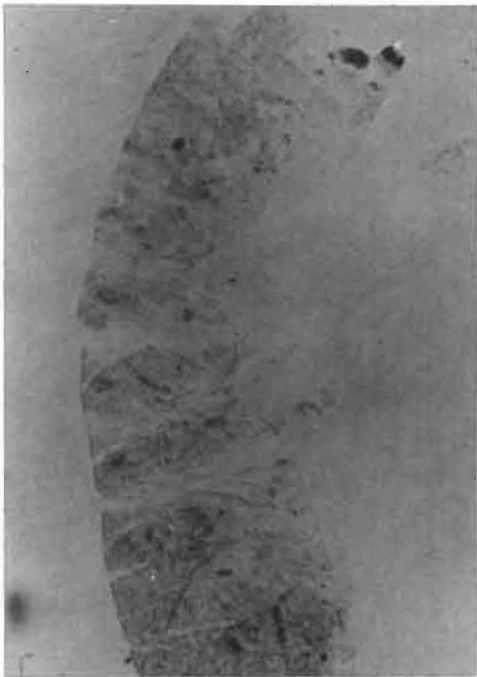
PLANCHE IV



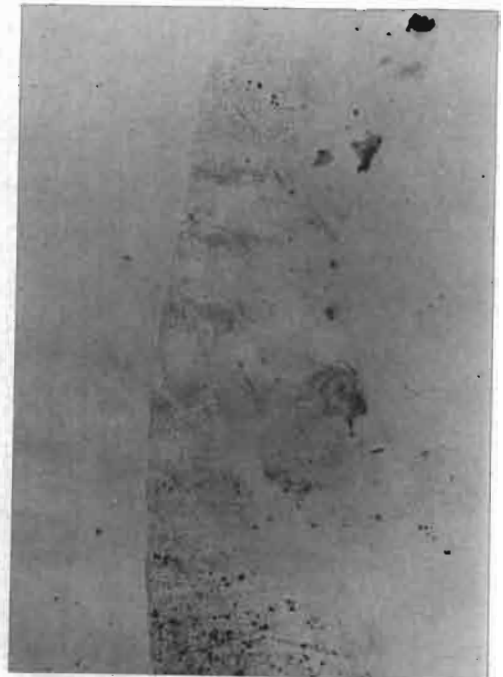
1



2



3



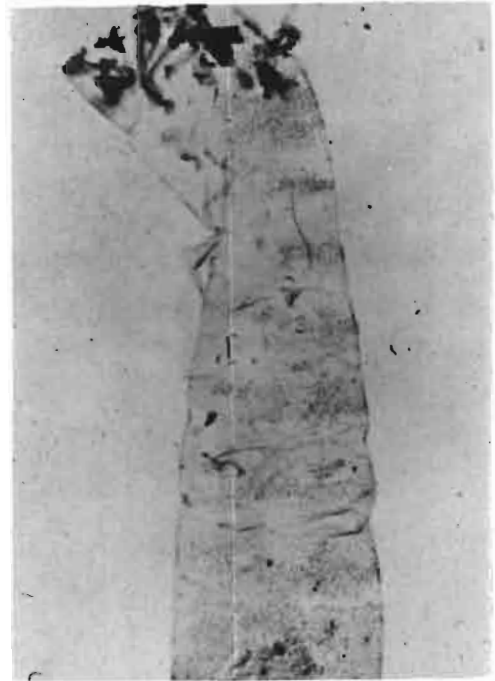
4

1. *S. squamosum*, cuticule larvaire (x 200)
2. *S. yahense*, cuticule larvaire (x 200)
3. *S. squamosum*/*S. sanctipauli*, cuticule larvaire (x 200)
4. *S. sanctipauli*, cuticule larvaire (x 200).

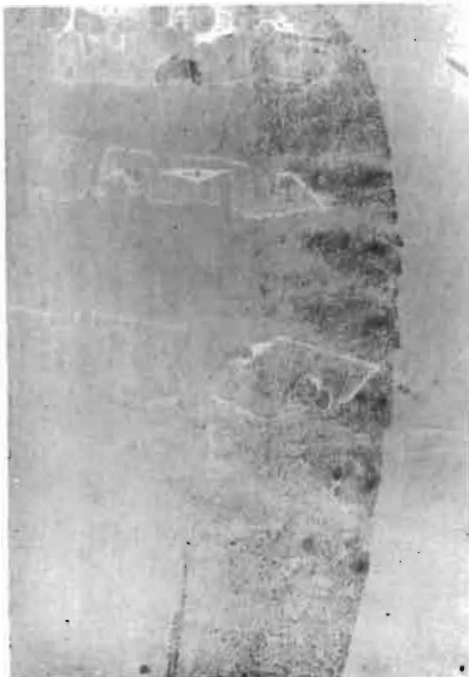
PLANCHE V



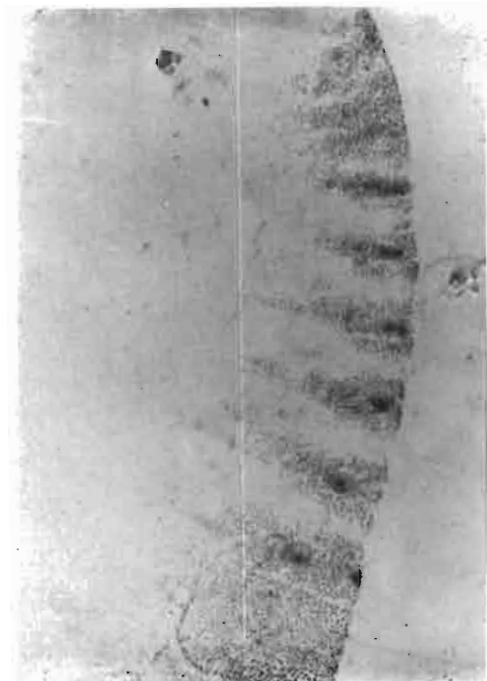
1



2



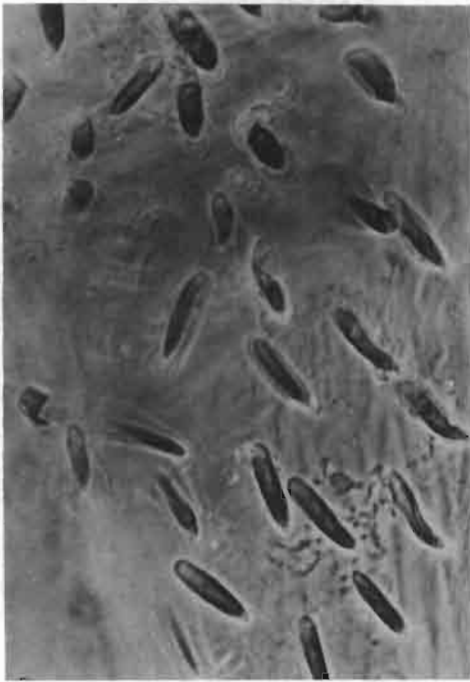
3



4

1. *S. soubrense*, cuticule larvaire (x 200)
2. *S. sanctipauli*/*S. soubrense*, cuticule larvaire (x 200)
3. *S. damnosum* s.s., cuticule larvaire (x 200)
4. *S. sirbanum*, cuticule larvaire (x 200).

PLANCHE VI



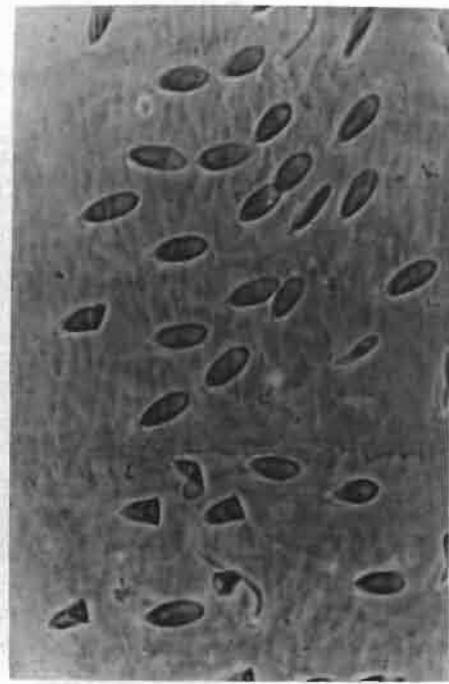
1



2



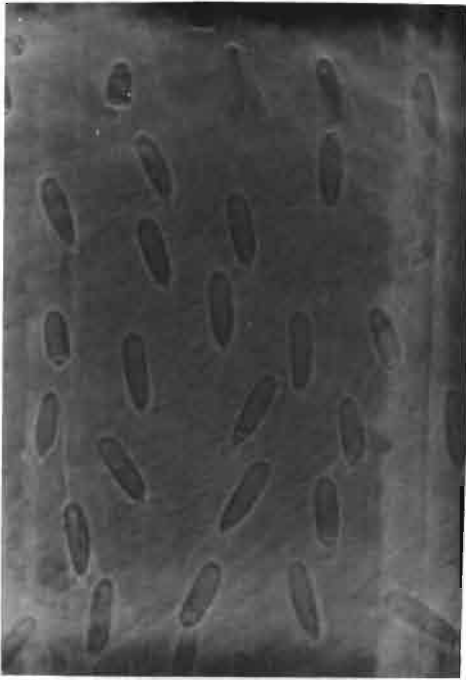
3



4

1. *S. squamosum*, écailles thoraciques (x 5.000)
2. *S. yahense*, écailles thoraciques (x 5.000)
3. *S. squamosum*/*S. sanctipauli*, écailles thoraciques (x 5.000)
4. *S. sanctipauli*, écailles thoraciques (x 5.000).

PLANCHE VII



1



2



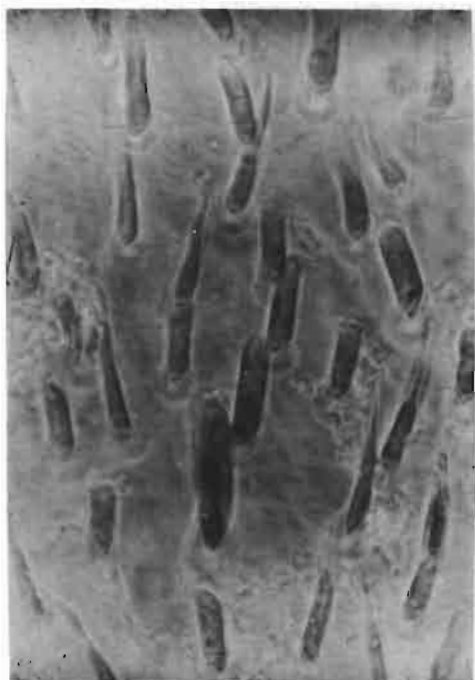
3



4

1. *S. soubrense*, écailles thoraciques (x 5.000)
2. *S. sanctipauli*/*S. soubrense*, écailles thoraciques (x 5.000)
3. *S. damnosum* s.s., écailles thoraciques (x 5.000)
4. *S. sirbanum*, écailles thoraciques (x 5.000).

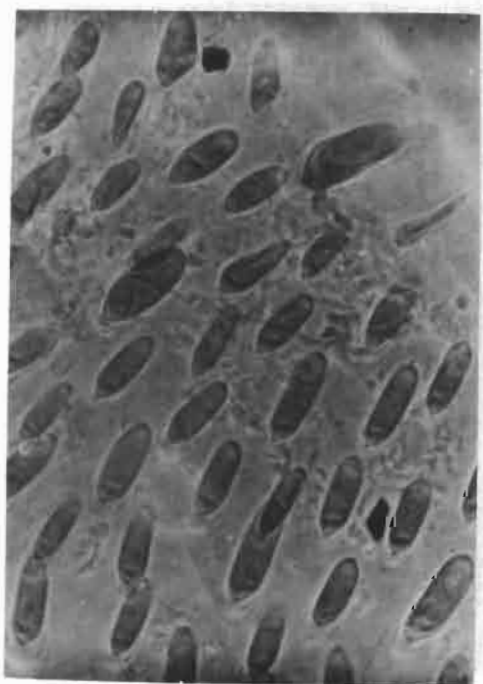
PLANCHE VIII



1



2



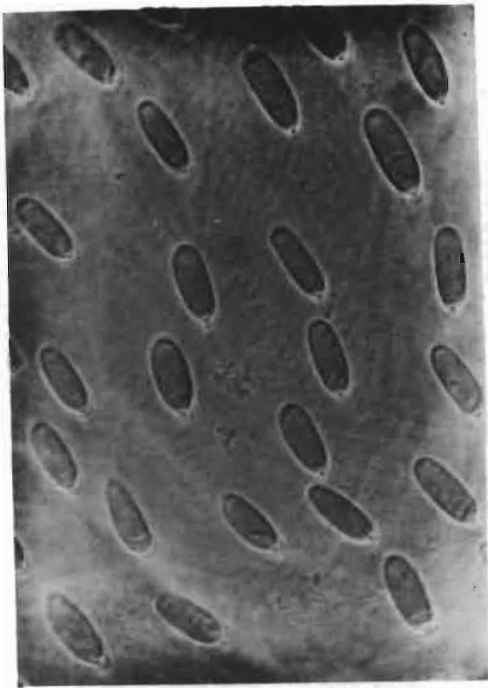
3



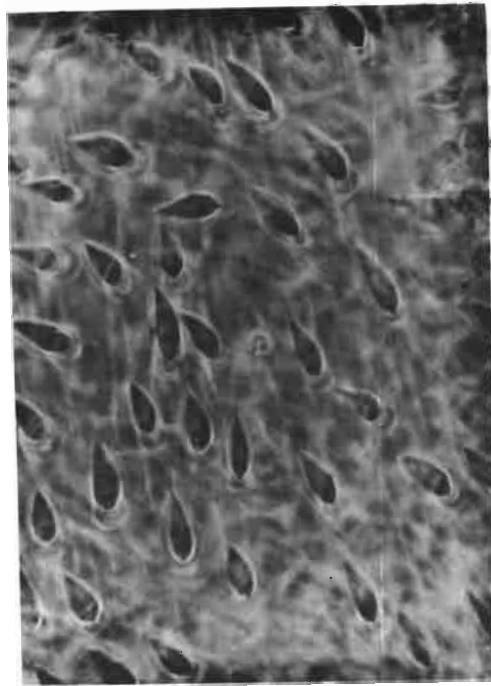
4

1. *S. squamosum*, écailles du dernier segment abdominal (x 5.000)
2. *S. yahense*, écailles du dernier segment abdominal (x 5.000)
3. *S. squamosum*/*S. sanctipauli*, écailles du dernier segment abdominal (x 5.000)
4. *S. sanctipauli*, écailles du dernier segment abdominal (x 5.000).

PLANCHE IX



1



2



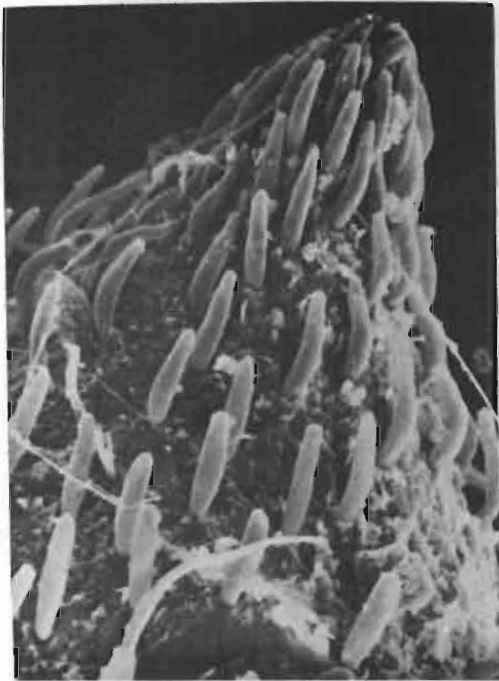
3



4

1. *S. soubrense*, écailles du dernier segment abdominal (x 5.000)
2. *S. sanctipauli*/*S. soubrense*, écailles du dernier segment abdominal (x 5.000)
3. *S. damnosum* s.s., écailles du dernier segment abdominal (x 5.000)
4. *S. sirbanum*, écailles du dernier segment abdominal (x 5.000).

PLANCHE X



1



2



3



4

1. *S. squamosum*-*S. yahense*, tubercule dorsal (x 5.000)
2. *S. sanctipauli*-*S. soubrense*, tubercule dorsal (x 5.000)
3. *S. damnosum* s.s.-*S. sirbanum*, tubercule dorsal (x 5.000)
4. *S. yahense*, écaille postérieure spatuliforme (x 50.000).

PLANCHE XI



1



2



3



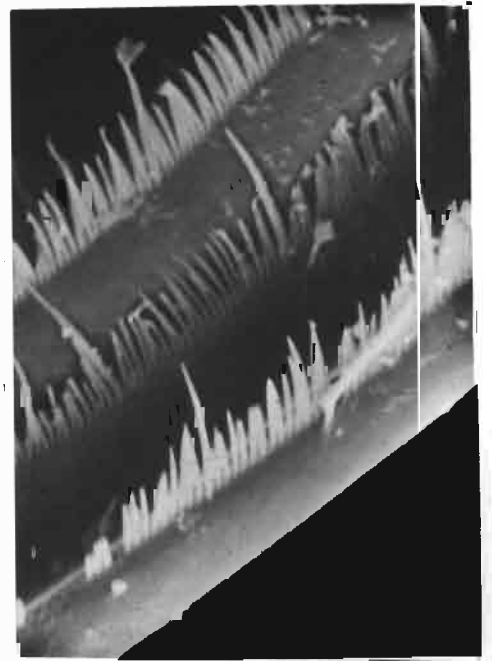
4

1. *S. sanctipauli*, écaille thoracique (x 200.000)
2. *S. sanctipauli*, écaille postérieure (x 200.000)
3. *S. damnosum* s.s., écailles thoraciques (x 50.000)
4. *S. damnosum* s.s., écailles abdominales (x 50.000).

PLANCHE XII



1



2



3

1. *S. squamosum*-*S. yahense*, prémandibules (x 50.000)
2. *S. sanctipauli*-*S. soubrense*, prémandibules (x 50.000)
3. *S. damnosum* s.s.-*S. sirbanum*, prémandibules (x 50.000).



1



2



3

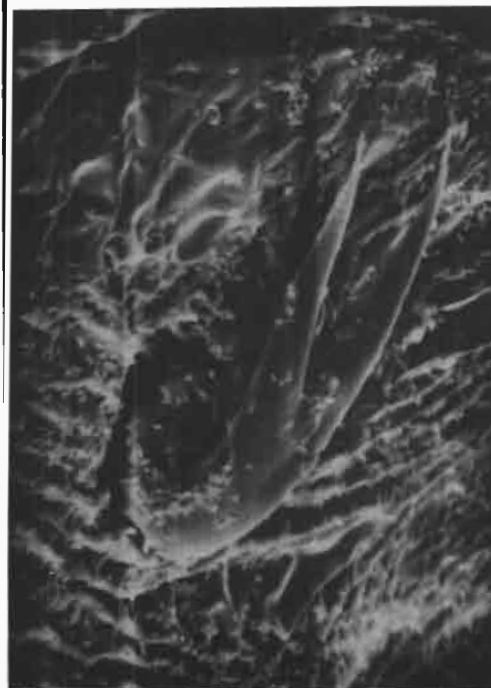
1. nymphe de *S. squamosum*-*S. yahense*, crochet ventral simple (x 50.000)
2. nymphe de *S. sanctipauli*-*S. soubrense*, crochet ventral simple (x 50.000)
3. nymphe de *S. damnosum*-*S. sirbanum*, crochet ventral simple (x 50.000).



1



2

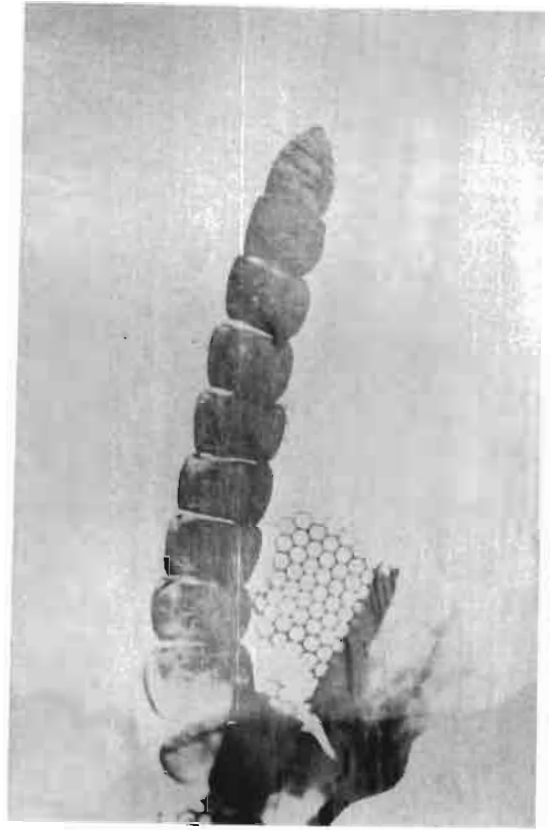


3

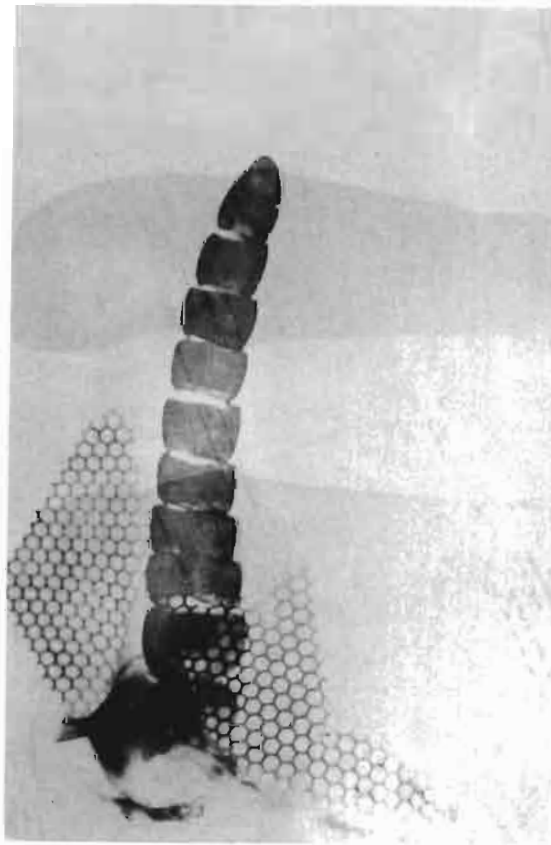
1. nymphe de *S. squamosum*-*S. yahense*, crochet ventral double (x 50.000)
2. nymphe de *S. sanctipauli*-*S. soubrense*, crochet ventral double (x 50.000)
3. nymphe de *S. damnosum*-*S. sirbanum*, crochet ventral double (x 50.000).



1



2



3

1. *S. damnosum*-*S. sirbanum*, antenne
2. *S. sanctipauli*-*S. soubrense*, antenne
3. *S. squamosum*-*S. yahense*, antenne.

BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme, 1971 - Atlas de Côte d'Ivoire, *Ministère du plan, O.R.S.T.O.M., Université d'Abidjan.*
- Anonyme, 1973 - Contrôle de l'onchocercose dans la région du bassin de la Volta. Rapport de la Mission d'Assistance Préparatoire auprès des Gouvernements de la Côte d'Ivoire, du Dahomey, du Ghana, de la Haute-Volta, du Mali, du Niger et du Togo, *Doc. P.N.U.D./F.A.O./B.I.R.D./O.M.S., O.C.P./73.1*, 90 p.
- Anonyme, 1977 - Rapport d'un groupe de travail sur la réinvasion de 1975 à 1977, *Doc. ronéo O.C.P./V.C.U.*, 8 p.
- ADJANOHOUN, 1964 - Végétation des savanes et des rochers découverts en Côte d'Ivoire centrale, *Mém. O.R.S.T.O.M., n° 7*, 178 p.
- ANDERSON (J.), FUGLSANG (H.), HAMILTON (P.J.S.) et MARSHALL (T.F. de C.), 1974 a - Studies on onchocerciasis in the United Cameroon Republic. I - Comparison of populations with and without *Onchocerca volvulus*, *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 68 (3), 190-208.
- ANDERSON (J.), FUGLSANG (H.), HAMILTON (P.J.S.) et MARSHALL (T.F. de C.), 1974 b - Studies on onchocerciasis in the United Cameroon Republic. II - Comparison of onchocerciasis in rain-forest and Sudan-savanna, *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 68 (3), 209-222.
- AVENARD (J.M.), ELDIN (M.), GIRARD (G.), SIRCOULON (J.), TOUCHEBEUF (P.), GUILLAUMET (J.L.), ADJANOHOUN (E.) et PERRAUD (A.), 1971 - Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire, *Mém. O.R.S.T.O.M., n° 50*, 391 p.
- AYALA (F.J.), MOURAO (C.A.), PEREZ-SALAS (S.), RICHMOND (R.) et DOBZHANSKY (Th.), 1970 - Enzyme variability in the *Drosophila willistoni* group. I - Genetic differentiation among sibling species, *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.*, 67, 225-232.
- AYALA (F.J.), POWELL (J.R.) et DOBZHANSKY (Th.), 1971 a - Enzyme variability in the *Drosophila willistoni* group. II - Polymorphisms in continental and island populations of *Drosophila willistoni*, *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.*, 68, 2480-2483.

- AYALA (F.J.), POWELL (J.R.) TRACEY (M.L.), MOURAO (C.A.) et PEREZ-SALAS (S.), 1971 b - Enzyme variability in the *Drosophila willistoni* group. IV - Genetic variation in natural populations of *Drosophila willistoni*, *Genetics*, 70, 113-139.
- BAIN (O.), 1969 - Morphologie des stades larvaires d'*Onchocerca volvulus* chez *Simulium damnosum* et redescription de la microfilaire, *Ann. Parasit. hum. comp.*, 44 (1), 69-81.
- BAIN (O.), 1971 - Transmission des filarioses. Limitation des passages des microfilaires ingérées vers l'hémocèle du vecteur. Interprétation. *Ann. Parasit. hum. comp.*, 46 (5), 613-631.
- BAIN (O.) et PHILIPPON (B.), 1969 - Mécanisme du passage des microfilaires à travers la paroi stomacale du vecteur; son importance dans la transmission de l'onchocercose, *C.R. Acad. Sciences Paris, série D*, 269 (12), 1081-1083.
- BAIN (O.) et PHILIPPON (B.), 1970 - Mécanisme de la traversée de la paroi stomacale par les microfilaires chez *Anopheles stephensi* et *Simulium damnosum*. Mise en évidence d'un séjour des microfilaires dans l'épithélium digestif. *Ann. Parasit. hum. comp.*, 45 (3), 295-320.
- BAIN (O.), DURETTE-DESSET (M.C.) et DE LEON (R.), 1974 - Onchocercose au Guatemala : l'ingestion des microfilaires par *Simulium ochraceum* et leur passage dans l'hémocèle de ce vecteur. *Ann. Parasit. hum. comp.*, 49 (4), 467-487.
- BALAY (G.), 1968 - Rapport d'enquête entomologique dans les foyers d'onchocercose de l'ouest de la République du Niger, *Rapport final 8ème Conf. techn. O.C.C.G.E.*
- BEDO (D.G.), 1976 - Polytene chromosomes in Pupal and Adult Blackflies (Diptera ; Simuliidae), *Chromosoma (Berl.)*, 57, 387-396.
- BELLEC (C.), 1974 - Les méthodes d'échantillonnage des populations adultes de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae) en Afrique de l'Ouest. *Thèse doctorat 3ème cycle, ORSTOM/Paris*, 237 p.
- BELLEC (C.), 1975 - Captures d'adultes de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae) à l'aide de plaques d'aluminium en Afrique de l'Ouest, *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XIV, n° 3, 209-217.
- BELLEC (C.), ELSÉN (P.), ELOUARD (J.M.), SECHAN (Y.) et HEBRARD (G.), 1975 - Rapport annuel de la convention échantillonnage des populations larvaires et adultes de *Simulium damnosum*. *Doc. ronéo OCCGE/ORSTOM*, n° 30/ Oncho/Rap/75, 14 p.

- 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 *Simulium damnosum* s.l. d'une zone du Programme O.M.S., Doc. ronéo OCCGE/OMS/ORSTOM, n° 24/Oncho/Rap/77, 16 p.
- BIANCHI (U.), 1968 - Homologous alkaline phosphatases and homologous loci in two sibling species of European anopheline mosquitoes, *Nature (London)*, 217, 382-383.
- BLACKLOCK (D.B.), 1926 a - The development of *O. volvulus* in *S. damnosum*. *Ann. trop. Méd. Parasit.*, 20 (1), 1-48.
- BLACKLOCK (D.B.), 1926 b - The further development of *O. volvulus* Leuckart in *S. damnosum* Theo. *Ann. trop. Méd. Parasit.*, 20 (2), 203-218.
- BROWN (A.W.A.), 1951 - Studies of the response of the female *Aedes* mosquito Part. IV - Field experiments on Canadian species. *Bull. ent. Res.*, 42, 575-582.
- BROWN (A.W.A.), 1956 - Factors which attract *Aedes* mosquitoes to humans. *Proc. 10th Int. Congr. Ent., Montreal*, 3, 757-763.
- BROWN (A.W.A.) et CARMICHAEL (A.G.), 1961 - Lysine and alanine as mosquito attractants, *J. econ. Ent.*, 54, 317-324.
- BUCK (A.A.), 1974 - Onchocerciasis, Symptomatology, pathology, diagnosis, A.A. Buck ed., WHO/Geneva, 80 p.
- BUDDEN (F.H.), 1958 - The aetiology of the ocular lesions associated with onchocerciasis, an assessment of the symposium on onchocerciasis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 52 (6), 500-508.
- BUDDEN (F.H.), 1962 - Ocular lesions of onchocerciasis, *Br. J. Ophthalm.*, 46, 1-11.
- BUDDEN (F.H.), 1963 - Comparative study of ocular onchocerciasis in savannah and rain-forest, *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 57 (1), 64-70.
- BULLINI (L.) et COLUZZI (M.), 1973 - Electrophoretic studies on gene-enzyme systems in mosquitoes (*Diptera ; Culicidae*). *Parassitologia*, 15, 221-248.
- BULLINI (L.) et COLUZZI (M.), 1976 - Applied and theoretical significance in electrophoretic studies in mosquitoes. Doc. ronéo VBC/SC/76.22, 19 p.
- BULLINI (L.), CANCRINI (G.), BIANCHI-BULLINI (A.P.) et COLUZZI (N.), 1975 - Polimorfismo bilanciato in una popolazione di laboratorio di *Anopheles stephensi*. *Attr. Ass. Genet. Ital.*, 20, 69-72.

- BULLINI (L.), CANCRINI (G.), BIANCHI-BULLINI (A.P.) et DI DECO (M.), 1971 - Further studies on the phosphoglucomutase gene in *Anopheles stephensi* : evidence of a fourth allele (*Diptera* ; *Culicidae*). *Parassitologia*, 13, 435-438.
- BULLINI (L.), CANCRINI (G.), MURA (G.), DI DECO (M.) et BIANCHI-BULLINI (A.P.), 1973 - Alleli per la fosfoglucomutasi in popolazioni di *Anopheles stephensi* di diversa origine geografica. *Parassitologia*, 15, 217-220.
- BULLINI (L.), COLUZZI (M.) et BIANCHI-BULLINI (A.P.), 1976 - Biochemical variants in the study of multiple insemination in *Culex pipiens*. *Bull. ent. Res.*, 65, 683-685.
- BULLINI (L.), GIRONI (A.M.), BIANCHI-BULLINI (A.P.) et COLUZZI (M.), 1972 - Phosphoglucomutase gene in *Aedes aegypti* : a fourth allele and preliminary linkage data. *Biochem. Genet.*, 7, 41-44.
- CARLSSON (G.), 1962 - Studies on Scandinavian blackflies. *Opusc. Entomol. Suppl.*, 21, 280 p.
- CARLSSON (G.), 1967 - Environmental factors influencing blackfly populations. *Bull. Org. Mond. Santé*, 37, 139-150.
- CARLSSON (G.), 1968 - Benthonic fauna of African water-courses with special reference to blackfly populations, *Scand. Inst. Afr. Studies, Res. Rep.*, 3, 1-13.
- CHUTTER (F.M.), 1968 - On the ecology of the fauna on stones in the current in South African river, supporting a very large *Simulium* population. *J. Appl. Ecol.*, 5, 531-561.
- COKER (W.Z.), 1973 - Electrophoretic patterns in *Anopheles gambiae* and *Simulium damnosum*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 67 (4), 475-481.
- COLUZZI (M.), BULLINI (L.) et BIANCHI-BULLINI (A.P.), 1971 a - Phosphoglucomutase (PGM) allozymes in two forms of the *mariae* complex of the genus *Aedes*. *Biochem. Genet.*, 5, 253-255.
- COLUZZI (M.), BULLINI (L.) et BIANCHI-BULLINI (A.P.), 1971 b - Phosphoglucomutase polymorphism in *Aedes phoeniciae* Coluzzi and Sabatini of the *Aedes mariae* complex (*Diptera* : *Culicidae*). *Bull. ent. Res.*, 61, 327-330.
- COZ (J.), GRUCHET (H.), CHAUVET (G.) et 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 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 (2), 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.
- CROSSKEY (R.W.), 1962 - Observations on the uptake of human blood by *Simulium damnosum* : The engorgement time and size of the blood-meal. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 56 (2), 141-148.
- DALMAT (H.T.), 1955 - The Blackflies (Diptera, Simuliidae) of Guatemala, their role as vectors of onchocerciasis. *Smith. miscel. Col.*, 125 (1), 425 p.
- DANG (P.T.) et PETERSON (R.V.), 1978 - Preliminary key to the six African species of the *Simulium damnosum* complex. *Doc. roneo (non publié)*, 5 p.
- DAVIES (D.M.), 1961 - Colour affects the landing of bloodsucking blackflies on their hosts (*Simulium venustum*). *Proc. ent. Soc. Ontario*, 91, 267-268.
- DAVIES (D.M.), 1972 - The landing of bloodsucking blackflies (Diptera, Simuliidae) on coloured materials. *Proc. ent. Soc. Ontario*, 102, 124-155.
- DAVIES (J.B.), 1963 - Further distribution records of the blackflies (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.
- DAVIES (J.B.), CROSSKEY (R.W.), JOHNSTON (M.R.L.) et CROSSKEY (M.E.), 1962 - The control of *Simulium damnosum* at Abuja, Northern Nigeria, 1955-60, *Bull. Org. Mond. Santé*, 27, 491-510.
- DE GABRIEL (J.), 1969 - Note préliminaire sur un essai thérapeutique de traitement de l'onchocercose par le moranyl dans le cercle de Banfora, *Rapport final 9ème Conf. Techn. O.C.C.G.E.*, 1, 256-261.
- DISNEY (R.H.L.), 1970 - A note on the uptake of sugar by some blood-sucking flies, *Proc. R. ent. Soc. London (A)*, 45, 51-54.

- 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.
- DISNEY (R.H.L.) et BOREHAM (P.F.L.), 1969 - Blood gorged resting blackflies in Cameroon and evidence of zoophily in *Simulium damnosum*, *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 63 (2), 286-287.
- 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 transmission of Onchocerciasis. I - The survival rate of *Simulium damnosum* under laboratory 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 a - *Onchocerca-Simulium* complexes. IV - Transmission of a variant of the forest strain of *Onchocerca volvulus*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 61 (3), 326-331.
- DUKE (B.O.L.), 1967 b - 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 on 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.), 1968 c - Studies on factors influencing the transmission of Onchocerciasis. VI - The infective biting potential of *Simulium damnosum* indifferent bioclimatic zones and its influence on the transmission potential. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 62 (2), 164-170.

- DUKE (B.O.L.), 1968 d - The effects of drugs on *Onchocerca volvulus*.
I - Methods of assessment, population dynamics of the parasite and the effects of diethylcarbamazine, *Bull. Org. Mond. Santé*, 39 (2), 137-146.
- DUKE (B.O.L.), 1970 - *Onchocerca-Simulium* complexes. VI - Experimental studies on the transmission of Venezuelan and West African strains of *Onchocerca volvulus* by *Simulium metallicum* and *S. exiguum* in Venezuela. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 64 (4), 421-431.
- 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. Parasit.*, 67 (1), 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 ANDERSON (J.), 1972 - A comparison of the lesions produced in the cornea of the rabbit eye by microfilariae of the forest and Sudan-savanna strains of *Onchocerca volvulus* from Cameroon. I - The clinical picture. *Tropenmed. Parasit.*, 23 (4), 354-368.
- 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.), ANDERSON (J.) et FUGLSANG (H.), 1975 - The *Onchocerca volvulus* transmission potentials and associated patterns of onchocerciasis at four Cameroon Sudan-savanna villages. *Tropenmed. Parasit.*, 26 (2), 143-154.
- DUKE (B.O.L.), LEWIS (D.J.) et MOORE (P.J.), 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.
- DUKE (B.O.L.), MOORE (P.J.) et DE LEON (J.R.), 1967 - *Onchocerca-Simulium* complexes. V - The intake and subsequent fate of microfilariae of a Guatemalan strain of *Onchocerca volvulus* in forest and Sudan-savanna forms of West African *Simulium damnosum*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 61(3), 332-337.

- DUNBAR (R.W.), 1966 - Four sibling species included in *Simulium damnosum* Theobald (Diptera ; Simuliidae) from Uganda, *Nature*, 209, 597-599.
- DUNBAR (R.W.), 1969 - Nine cytological segregates in the *Simulium damnosum* complex (Diptera ; Simuliidae). *Bull. Org. Mond. Santé*, 40, 974-979.
- DUNBAR (R.W.), 1977 - in "Species complexes in insect vectors of disease". WHO informal consultation, *WHO/VBC/77.656*, 11-13.
- DUNBAR (R.W.) et VAJIME (Ch.G.), 1971 - Etude cytotaxonomique du complexe *Simulium damnosum*. *WHO/ONCHO/71.87*, 5 p.
- DUNBAR (R.W.) et VAJIME (Ch.G.), 1972 - Le complexe *Simulium (Edwardsellum) damnosum* : rapport sur les études cytotaxonomiques effectuées jusqu'en avril 1972. *WHO/ONCHO/72.100*, 13 p.
- ELDIN (M.), 1971 - Le milieu naturel de Côte d'Ivoire. Le climat. *Mém. O.R.S.T.O.M.*, n° 50, 77-108.
- ELOUARD (J.M.) et ELSEN (P.), 1977 - Variations de l'absorption des particules alimentaires et de la vitesse de transit digestif en fonction de certains paramètres du milieu chez les larves de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera ; Simuliidae). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. Méd. et Parasitol.*, vol. XV, n° 1, 29-39.
- FAIN (A.), 1950 - Simulies d'élevage et de capture du Ruanda-Urundi. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 43, 228-239.
- GADDUM (J.H.), 1961 - Pharmacology. *3e Thed. Oxford, O.U.P.*
- GARMS (R.), 1973 - Quantitative Studies on the Transmission of *Onchocerca volvulus* by *Simulium damnosum* in the Bong Range, Liberia, *Tropenmed. Parasit.*, 24, 358-372.
- GARMS (R.), 1976 - Problem on the Leraba-Bandama in 1976. Summary of studies on reinvasion, *WHO/OCP/SAP/76/WP4*, 13 p.
- GARMS (R.) et VAJIME (Ch.G.), 1974 - On the ecology of the sibling species of *Simulium damnosum* in different bioclimatic zones of Liberia and Guinea, *Proc. 3rd int. Congr. Parasitology, Munich*, 2, 923-924.
- GARMS (R.) et VAJIME (Ch.G.), 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.
- GARNER (A.), DUKE (B.O.L.) et ANDERSON (J.), 1973 - A comparison of the lesions produced in the cornea of the rabbit eye by microfilariae of the

- forest and Sudan-savanna strains of *Onchocerca volvulus* from Cameroon. II - The pathology, *Tropenmed. Parasit.*, 24 (4), 385-396.
- GIBBINS (E.G.), 1933 - Studies on Ethiopian Simuliidae. *Simulium damnosum* Theobald, *Trans. R. ent. Soc. Lond.*, 81, 37-51.
- GIUDICELLI (J.), 1966 - Récolte de simulies en Côte d'Ivoire. Etude de l'activité diurne des femelles de *Simulium damnosum*, Theobald, *Ann. Soc. ent. Fr.*, 11 (2), 325-342.
- GOUTEUX (J.P.), 1975 - Larves de simulies (Diptera : Simuliidae) du Kivu rattachables au complexe "*damnosum*". Description de quatre types distincts morphologiquement, *Cah. ORSTOM, sér. Ent. Méd. et Parasitol.*, vol. XIII, n° 4, 237-243.
- GOUTEUX (J.P.), 1976 - Micromorphologie du revêtement cuticulaire, larvaire et nymphal de simulies du Zaïre (Diptera : Simuliidae) rattachables au complexe *Simulium damnosum*, *Tropenmed. Parasit.*, 28 (1), 97-99.
- GOUTEUX (J.P.), 1977 a - Description de *Simulium (Edwardsellum) kilibanum* sp. nov. et position de cette espèce dans le complexe *S. damnosum* (Diptera : Simuliidae), *Tropenmed. Parasit.*, 28 (sous presse).
- GOUTEUX (J.P.), 1977 b - Description d'une simulie nouvelle du Kivu, Zaïre : *Simulium (Edwardsellum) justadamnosum* n. sp. (Diptera : Simuliidae), *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XV, n° 4, 347-352.
- GREFFIER (R.L.) et CLEMENT (J.), 1970 - Géographie de la Côte d'Ivoire, *Hatier, collection journaux*, 95 p.
- GRENIER (P.), 1949 - Contribution à l'étude biologique des Simulides de France, *Physiol. Comp. et Oecol.*, 1, 165-330.
- GRUNEWALD (J.), 1972 - Die hydrochemischen Lebensbedingungen der präimaginalen Stadien von *Boophthora erythrocephala* De Geer (Diptera : Simuliidae). 1 - Freilauduntersuchungen, *Tropenmed. Parasit.*, 23, 432-445.
- GRUNEWALD (J.), 1973 - Die hydrochemischen Lebensbedingungen der präimaginalen Stadien von *Boophthora erythrocephala* De Geer (Diptera : Simuliidae). 2 - Die Entwicklung einer Zucht unter experimentellen Bedingungen, *Tropenmed. Parasit.*, 24, 232-249.
- GRUNEWALD (J.), 1974 - The hydro-chemical living conditions of the immature stages of some forms of the *Simulium damnosum* complex with regard to their laboratory colonization, *Proc. 3rd int. Congr. Parasitology, Munich*, 2, 914-915.
- GRUNEWALD (J.), 1975 - Rapport du groupe de travail du groupe scientifique consultatif sur l'élevage de *Simulium* spp. et établissement de colonies de laboratoire de *Simulium damnosum*, *OMS/OCP/SAP/76.1*, 12 p.

- GRUNEWALD (J.), 1976 - The hydro-chemical and physical conditions of the environment of the immature stages of some species of the *Simulium* (*Edwardbellum*) *damnosum* complex (Diptera), *Tropenmed. Parasit.*, 27, 438-454.
- GUILLAUMET (J.L.) et ADJANOHOUN (E.), 1971 - Le milieu naturel en Côte d'Ivoire. La végétation de la Côte d'Ivoire, *Mém. ORSTOM*, n° 50, 161-263.
- GUILLET (P.), MONDET (B.) et SANGARE (S.), 1978 - L'onchocercose dans le cercle de Kenieba. Compte-rendu d'une mission d'étude sur la transmission onchocercarienne et la localisation des gîtes larvaires des vecteurs le long de la rivière Falémé, *Doc. ronéo OCCGE/ORSTOM*, n° 7 / Oncho/Rap/78, 16 p.
- HARKER (J.E.), 1961 - Diurnal rhythms, *Ann. rev. Entomol.*, 6, 131-144.
- HAÜSERMANN (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.
- 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.
- LAMONTELLERIE (M.), 1965 - *Simulium damnosum* Theobald (Diptères : Simuliidae) en zone de savane sèche (région de Garango, Haute-Volta). II - Infestation par *Onchocerca volvulus* Leuckart, *Bull. I.F.A.N., série A*, 27 (1), 219-228.
- LAMONTELLERIE (M.), 1968 - Enquête filarioses dans la zone Comoé-Léraba, 1967-1968 ; résultats chiffrés (région de Banfora, Haute-Volta), *Rapport final 8ème Conf. techn. O.C.C.G.E.*
- LAURENCE (B.R.), 1966 - Intake and migration of the microfilariae of *Onchocerca volvulus* Leuckart in *Simulium damnosum* Theobald, *J. Helmit.*, 40 (3-4), 337-342.
- LE BERRE (R.), 1966 - Contribution à l'étude biologique et écologique de *Simulium damnosum* Theobald, 1903, (Diptera : Simuliidae), *Mém. ORSTOM*, n° 17, 204 p.
- LE BERRE (R.), 1968 a - Bilan sommaire pour l'année 1967 de lutte contre le vecteur de l'onchocercose, *Méd. Afr. Noire*, 15 (2), 71-72.
- LE BERRE (R.), 1968 b - La lutte contre le vecteur de l'onchocercose humaine, *Simulium damnosum* Theo., en Afrique occidentale francophone, *8th. Int. Congr. trop. Med. Malar., Téhéran, Abstracts et Reviews*, 160-161.

- LE BERRE (R.), 1968 c - Bilan 1967-68 de la campagne de lutte contre le vecteur de l'onchocercose (*Simulium damnosum* Theo.) en Côte d'Ivoire, *Rapport final 8ème Conf. techn. O.C.C.G.E.*, 1, 232-234.
- LE BERRE (R.), 1969 - La lutte contre l'onchocercose dans le cadre de l'évolution économique des Etats de l'Afrique de l'Ouest. *Mélanges géographiques, Bull. Liaison C. univ. Rech. Univ. Abidjan*, 2, 47-51.
- LE BERRE (R.), 1970 - Résultats des campagnes de lutte, *Rapport final 10ème Conf. techn. O.C.C.G.E.*, 1, 199-201.
- LE BERRE (R.), 1971 - La lutte contre l'onchocercose dans les états de l'O.C.C.G.E., *Rapport final 11ème Conf. Techn. O.C.C.G.E.*
- 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.
- LE BERRE (R.), GREBAUT (S.), PHILIPPON (B.), JUGE (E.) *et al.*, 1969 - Campagnes F.E.D. - O.C.C.G.E. 1968-1969 de lutte contre le vecteur de l'onchocercose, *Rapport final 9ème Conf. techn. O.C.C.G.E.*, 2, 251-253.
- LE BERRE (R.), WALSH (J.F.), DAVIES (J.B.), PHILIPPON (B.) et GARMS (R.), 1977 - Control of onchocerciasis : medical entomology - a necessary prerequisite to socio-economic development, *Patrick Manson 1844-1922 Medical Entomology Centenary, London 1977. Symp. Proc. R. Soc. trop. Med. Hyg., London, 1978*, 70-75.
- LEUCKART (W.G.F.R.), 1893 - Diseases of the skin in tropical climates, *Trans. 7th int. Congr. Hyg. Demag.*, 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.), 1957 - Aspects of the structure, biology and study of *Simulium damnosum*, *Ann. trop. Med. Parasit.*, 51, 340-358.
- LEWIS (D.J.), 1958 a - *Simulium damnosum* in the Tonkolili Valley, Sierra Leone, *Proc. 10th. Int. Congr. Ent., Montreal*, 3, 541-550.
- LEWIS (D.J.), 1958 b - 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.
- LEWIS (D.J.), 1965 - Features of the *Simulium damnosum* population of the Kumba area in West Cameroon, *Ann. trop. Med. Parasit.*, 59 (3), 365-374.

- LEWIS (D.J.) et DUKE (B.O.L.), 1966 - *Onchocerca-Simulium* complexes.
II - Variation in West African female *Simulium damnosum*, *Ann. trop. Med. Parasit.*, 60 (3), 337-346.
- LEWIS (D.J.) et RAYBOULD (J.N.), 1974 - Some Tanzanian Simuliidae (Diptera), *Entomologist mon. Mag.*, 110, 41-50.
- 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.
- LEWONTIN (R.C.), 1974 - The genetic basis of evolutionary change, *Columbia University Press*.
- MAC CRAE (A.W.R.), 1966 - The *Simulium damnosum* species complex. *East Afr. Virus Res. Inst. Ann. Rep.*, 16, 38-39.
- MAC CRAE (A.W.R.), 1968 - Consideration of *Simulium damnosum* Theo. as a species complex and its relevance to control, *8th. Int. Congr. trop. Med. Malar., Téhéran, Abstracts and reviews*, 135-136.
- MAC CRAE (A.W.R.), 1969 - Ecology and speciation in African blackflies (Diptera : Simuliidae), *Biol. J. Linn. Soc.*, 1 (1-2), 43-49.
- MAHON (R.J.), GREEN (C.A.) et HUNT (R.H.), 1976 - Diagnostic allozymes for routine identification of adults of the *Anopheles gambiae* complex (Diptera, Culicidae), *Bull. ent. Res.*, 66, 25-31.
- MANGENOT (G.), 1950 a - Les forêts de la Côte d'Ivoire, *Bull. soc. Bot. fr.*, 97, 156-157.
- MANGENOT (G.), 1950 b - Essais sur les forêts denses de la Côte d'Ivoire, *Bull. soc. Bot. fr.*, 97, 159-162.
- MARR (J.D.M.), 1962 - The use of an artificial breeding-site and cage in the study of *Simulium damnosum* Theobald, *Bull. Org. Mond. Santé*, 27 (4-5), 622-629.
- 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.
- MARR (J.D.M.) et LEWIS (D.J.), 1964 - Observations on the dry-season survival of *Simulium damnosum* Theobald in Ghana, *Bull. ent. Res.*, 55, 547-564.
- MILLS (A.R.), 1969 - A quantitative approach to the epidemiology of onchocerciasis in West Africa, *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 63 (5), 591-602.

- MUIRHEAD-THOMSON (R.C.), 1957 - The development of *Onchocerca volvulus* in laboratory reared *Simulium damnosum* Theobald, *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 6 (5), 912-913.
- MUIRHEAD-THOMSON (R.C.), 1970 - The potentiating effect of pyrethrins and pyrethroids on the action of organophosphorous larvicides in *Simulium* control, *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 64, 895-906.
- NARANG (S.) et KITZMILLER (J.B.), 1971 a - Esterase polymorphism in a natural population of *Anopheles punctipennis*. I - Genetic analysis of the esterase A-B systems, *J. Hered.*, 62, 259-264.
- NARANG (S.) et KITZMILLER (J.B.), 1971 b - Esterase polymorphism in a natural population of *Anopheles punctipennis*. II - Analysis of the Est-C system, *Can. J. Genet. Cytol.*, 13, 771-776.
- NARANG (S.) et KITZMILLER (J.B.), 1971 c - Esterase polymorphism at 5 loci in *Anopheles punctipennis*, *Genetics*, 68, 46-47.
- NELSON (G.S.), 1960 - The identification of filarial larvae in their vectors, *Indian J. of Malariology*, 14 (4), 585-592.
- NELSON (G.S.), 1965 - The recognition of *Onchocerca volvulus* larvae in *Simulium damnosum*, *WHO/ONCHO/WP/2.65*, 13 p.
- NELSON (G.S.), 1970 - Onchocerciasis, *Adv. Parasit.*, 8, 173-224.
- OMAR (M.S.) et GARMS (R.), 1975 - The fate and migration of microfilariae of a Guatemalan strain of *Onchocerca volvulus* in *Simulium ochraceum* and *S. metallicum* and the role of the bucco-pharyngeal armature in the destruction of the microfilariae, *Tropenmed. Parasit.*, 26 (2), 183-190.
- OMAR (M.S.) et KUHLOW (F.), 1978 - Histochemical differentiation of filarial larvae developing in *Simulium damnosum* in West Africa, *WHO/ONCHO/78.144*, 11 p.
- OVAZZA (M.) et VALADE (M.), 1963 - Recherches sur la prophylaxie de l'onchocercose humaine en Afrique de l'Ouest de langue française. II - Essais de larvicides sur le terrain et en laboratoire, *Bull. I.F.A.N.*, sér. A, 25 (4), 1215-1234.
- OVAZZA (M.), COZ (J.) et OVAZZA (L.), 1965 a - Etude des populations de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera : Simuliidae) en zone de gîtes non permanents. I - Observations sur les variations de quelques-uns des caractères utilisés dans l'estimation de l'âge physiologique, *Bull. soc. Path. exot.*, 58 (5), 938-950.
- OVAZZA (M.), OVAZZA (L.) et BALAY (G.), 1965 b - Etude des populations de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera : Simuliidae) en zone de gîtes non permanents. II - Variations saisonnières se produisant dans les

- populations adultes et préimaginales . 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 zone 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, 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, *Travaux et Documents de l'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 Parasit.*, vol. X, n° 3, 251-261.
- PHILIPPON (B.) et BALAY (G.), 1967 - Etude de la biologie et de l'écologie de *S. damnosum* Theo. à la limite nord de son aire de répartition en Afrique occidentale. Conséquences épidémiologiques, *Méd. Afr. Noire*, 14, 507-509.
- PHILIPPON (B.) et BALAY (G.), 1972 - Ecologie et dynamique des populations de *Simulium damnosum* Theo. 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.) et LE BERRE (R.), 1974 - Résultats acquis et orientation actuelle des recherches dans la lutte contre le vecteur de l'onchocercose humaine en Afrique occidentale francophone (Côte d'Ivoire, Haute-Volta, Mali), *Proc. 3rd Int. Congr. Parasitology, Munich*, 2, 990-991.
- PHILIPPON (B.), SECHAN (Y.) et DIALLO (I.), 1969 - Etude d'une population de *Simulium damnosum* dans une zone désertée par l'homme, *Rapport final 9ème Conf. techn. O.C.C.G.E.*, 2, 232.
- PHILIPPON (B.), SECHAN (Y.) et PENDRIEZ (B.), 1971 - Enquête entomologique sur l'onchocercose dans le bassin du Cavally (Côte d'Ivoire), *Doc. ronéo O.C.C.G.E.*, n° 66/Oncho, 13 p.
- 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, 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, 18 p.
- PHILIPPON (B.), QUILLEVERE (D.), SECHAN (Y.) et PENDRIEZ (B.), 1976 - Etude de la réinvasion par *S. damnosum* s.l. des régions traitées du Programme O.M.S. de lutte contre l'onchocercose. Bilan des travaux réalisés en Côte d'Ivoire à l'extérieur de la zone des traitements, *WHO/OCP/SAP/76*, 12 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.
- PICQ (J.J.), COZ (J.) et JARDEL (J.P.), 1971 - Une méthode d'évaluation des densités microfilariennes d'*Onchocerca volvulus* Leuckart 1893 chez des onchocerquiens. Technique et temps de lecture des biopsies cutanées, *Bull. Org. Mond. Santé*, 45, 517-520.
- PICQ (J.J.), ROLLAND (A.) et RICHARD-LENOBLE (D.), 1973 - L'endémie onchocerquienne dans les régions de Banfoulabé et de Kayes (République du Mali), un foyer de savane de type nord-soudanien, *Doc. ronéo O.C.C.G.E.*, n° 128/Para.
- PRETTO (G.), SCIROCCHI (A.), COLUZZI (M.) et BULLINI (L.), 1974 - Polimorfismo per la fosfoglucomutasi in popolazioni italiane di *Culex pipiens*, *Bull. Zool.*, 41, 514-515.
- QUILLEVERE (D.), 1974 a - Etude cytotaxonomique du complexe *Simulium damnosum* en Afrique occidentale. II - Présentation du programme. Etat d'avancement, *Rapport final 14ème Conf. techn. O.C.C.G.E.*, 201-202.
- QUILLEVERE (D.), 1974 b - Identification et répartition des cytotypes du complexe *Simulium damnosum* en Afrique occidentale francophone, *Proc. 3th int. Congr. Parasitology, Munich*, 920-921.
- QUILLEVERE (D.), 1974 c - Etude cytotaxonomique 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/Techn/74, 41 p.
- QUILLEVERE (D.), 1975 - Etude du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest. I - Techniques d'étude. Identification des cytotypes, *Cah. ORSTOM, sér. Ent. med. et Parasitol.*, vol. XIII, n° 2, 87-100.

- QUILLEVERE (D.), et PENDRIEZ (B.), 1975 a - Le complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest. Répartition en Côte d'Ivoire. Données écologiques et épidémiologiques, *Rapport final, 15ème Conf. techn. O.C.C.G.E.*
- QUILLEVERE (D.) et PENDRIEZ (B.), 1975 b - Etude du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest. II - Répartition géographique des cytotypes en Côte d'Ivoire, *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XIII, n° 3, 165-172.
- QUILLEVERE (D.) et SECHAN (Y.), 1978 - Morphological identification of the *Simulium damnosum* complex females in West Africa. Differentiation between *S. squamosum* and *S. yahense*, *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 72 (1), 99-100.
- QUILLEVERE (D.), PENDRIEZ (B.) et SECHAN (Y.), 1977 a - Intérêt des caractères morphologiques d'identification dans l'étude bioécologique et épidémiologique du complexe *S. damnosum* en Côte d'Ivoire, *Rapport final 17ème Conf. techn. O.C.C.G.E.*
- QUILLEVERE (D.), PHILIPPON (B.) et SECHAN (Y.), 1978 - Caractéristiques taxonomiques, bioécologiques et épidémiologiques des membres du complexe *Simulium damnosum* en Côte d'Ivoire, *Proc. 4th Int. Congr. Parasitology, Varsovie* (à paraître).
- QUILLEVERE (D.), RAZET (P.) et LE PIVER (M.M.), 1976 a - Etude du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest. III - Etude de la morphologie larvaire des cytotypes présents en Côte d'Ivoire, *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XIV, n° 3, 245-258.
- QUILLEVERE (D.), SECHAN (Y.) et PENDRIEZ (B.), 1976 b - Premières données morphologiques sur le complexe *Simulium damnosum* en Côte d'Ivoire, *WHO/VBC/SC/76.11*, 5 p.
- QUILLEVERE (D.), SECHAN (Y.) et PENDRIEZ (B.), 1976 c - Key for determining females of the *Simulium damnosum* complex in West Africa, *WHO/VBC/76.652*, 3 p.
- QUILLEVERE (D.), SECHAN (Y.) et PENDRIEZ (B.), 1977 b - 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.), GOUZY (M.), SECHAN (Y.) et PENDRIEZ (B.), 1976 d - Etude du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest. IV - Analyse de l'eau des gîtes larvaires en saison sèche, *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XIV, n° 4, 315-330.
- QUILLEVERE (D.), GOUZY (M.), SECHAN (Y.) et PENDRIEZ (B.), 1977 c - Etude du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest. VI - Analyse de

- l'eau des gîtes larvaires en saison des pluies : comparaison avec la saison sèche, *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XV, n° 3, 195-207.
- QUILLEVERE (D.), PENDRIEZ (B.), SECHAN (Y.) et PHILIPPON (B.), 1977 d - 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, *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XV, n° 4, 301-329.
- QUILLEVERE (D.), PHILIPPON (B.), PENDRIEZ (B.) et SECHAN (Y.), 1976 e - La notion d'espèce dans le complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest, *WHO/UB /SC/76.10*,
- QUILLEVERE (D.), PHILIPPON (B.), SECHAN (Y.) et PENDRIEZ (B.), 1978 - 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, *Cah. ORSTOM, sér. Ent. Méd. et Parasitol.*, vol. XVI (à paraître).
- RAYBOULD (J.N.), 1967 a - A method of rearing *Simulium damnosum* Theobald (Diptera : Simuliidae) under artificial conditions, *Bull. Org. Mond. Santé*, 37 (3), 447-453.
- RAYBOULD (J.N.), 1967 b - A study of anthropophilic female Simuliidae (Diptera) at Amani, Tanzania : the feeding behaviour of *Simulium woodi* and the transmission of onchocerciasis, *Ann. trop. Med. Parasit.*, 61 (1), 76-88.
- RAYBOULD (J.N.), 1968 - Change and the transmission of onchocerciasis, *East Afr. med. J.*, 45 (5), 1-3.
- RAYBOULD (J.N.) et GRUNEWALD (J.), 1975 - Present progress towards the laboratory colonization of African Simuliidae (Diptera), *Tropenmed. Parasit.*, 26, 155-168.
- RAYBOULD (J.N.) et MHIDDIN (H.K.), 1974 - A simple technique for maintaining *Simulium* adults, including onchocerciasis vectors, under artificial conditions, *Bull. Org. Mond. Santé*, 51, 309-310.
- RAYBOULD (J.N.) et YAGUNGA (A.S.K.), 1969 - Artificial feeding of East African female Simuliidae (Diptera), including vectors of human onchocerciasis, *Bull. Org. Mond. Santé*, 40, 463-466.
- RAYBOULD (J.N.), VAJIME (Ch.G.) et QUILLEVERE (D.), 1979 - The laboratory maintenance and rearing of *Simulium damnosum* complex species as a research tool for O.C.P., *Tropenmed. Parasit.*, (à paraître).

- RAYBOULD (J.N.), HAINES (J.R.), SMITH (V.G.F.) et WILLIAMS (T.R.), 1971 - Scanning electron microscope studies of larval cuticular patterns in African phoretic Simuliidae, *Trans. Roc. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 65 (1), 25-26.
- RICHMOND (R.C.), 1971 - Enzyme polymorphism in the superspecies *Drosophila paulistorum*, *Ph.D. Thesis, The Rockefeller University, New-York*.
- RIDLEY (H.), 1945 - Ocular onchocerciasis, including an investigation in the Gold Coast, *Br. J. Ophthalm. Monogr. suppl.* 10, Pulman London.
- RIVES (M.) et SERIE (F.), 1967 - L'onchocercose en Côte d'Ivoire, *Méd. Afr. Noire*, 14 (10), 483-488.
- RODGER (F.C.), 1959 - Blindness in West Africa, *H.K. Lewis & Co Ltd., London*.
- ROESSLER (P.), 1963 - The attractiveness of steroids and amino-acids to female *Aedes aegypti*, *Proc. 50th. Ann. Meet. N.J. Mosquito Extermination Ass.*, 50, 250-255.
- ROESSLER (P.) et BROWN (A.W.A.), 1964 - A comparison of oestrogens and amino-acids as attractant for *Aedes aegypti* mosquitoes, *Proc. 12th. int. Congr. Ent.*, 794.
- SAKAI (R.K.), IQBAL (M.P.), LATEEF (S.) et BAKER (R.H.), 1975 - A isocitrate deshydrogenase polymorphism in *Culex tritaeniorhynchus*, *Parassitologia*, 17, 131-136.
- SECHAN (Y.), 1969 - Etude d'une population forestière de *Simulium damnosum* Theo. et essais de traitements larvicides dans la région d'Aboisso-Ayamé (Côte d'Ivoire), *Doc. ronéo O.C.C.G.E.*, 14 p.
- SECOND (G.), BEZANCON (J.) et TROUSLOT (P.), 1976 - Convergences génétiques de cinq zymogrammes des espèces autogames d'*Oryza* du groupe *Sativa*, *Doc. ronéo ORSTOM, Adiopodoumé* (rapport interne).
- SMITHIES (O.), 1955 - Zone electrophoresis in starch gels. Group variations in the serum proteins of normal human adults, *Biochem. J.*, 61, 629-641.
- SOPONIS (A.R.) et PETERSON (B.V.), 1976 - A preliminary investigation of some morphological characters in adult females of the *Simulium damnosum* complex from Togo, *WHO/VBC/SC/76.18a*, 23 p.
- TENDEIRO (J.), 1963 - Estudos sobre Simulios na Guiné Portuguesa, *Garcia de Orta, Lisboa*, 11, 243-252.
- THOMPSON (B.H.), 1974 - The timing of consecutive blood-meals in *Simulium damnosum*, *Proc. 3rd Int. Congr. Parasitology*, 2, 929.
- THOMPSON (B.H.), 1976 - Studies on the attraction of *Simulium damnosum* s.l. (Diptera : Simuliidae) to its hosts. I - The relative importance of

- sight, exhaled breath, and smell, *Tropenmed. Parasit.*, 27, 455-473.
- THOMPSON (B.H.), 1977 - Studies on the attraction of *Simulium damnosum* s.l. (Diptera : Simuliidae) to its hosts. II - The nature of substances on the human skin responsible for attractant olfactory stimuli, *Tropenmed. Parasit.*, 28, 83-90.
- TOUFIC (N.), 1969 - La pince emporte-pièce dans la biopsie cutanée de l'onchocercarien, *Bull. Soc. Path. exot.*, 62, 728-730.
- TOWNSON (H.), 1969 - Esterase isozymes of individual *Aedes aegypti*, *Ann. trop. Med. Parasit.*, 63, 413.
- TOWNSON (H.), 1977 - in "Species complexes in insect vectors of disease", WHO/UBC/77.656, 20.
- TREBATOSKI (A.M.) et CRAIG (G.B.), 1969 - Genetics of an esterase in *Aedes aegypti*, *Biochem. genet.*, 3, 383-392.
- UNDERHILL (G.W.), 1940 - Some factors influencing feeding activity of Simuliids in the field, *J. econ. Ent.*, 33, 915-917.
- VAJIME (Ch.G.), 1972 - in "Le complexe *Simulium (Edwardsellum) damnosum* : rapport sur les études cytotaxonomiques effectuées jusqu'en avril 1972", WHO/ONCHO/72.100, 4-13.
- VAJIME (Ch.G.) et DUNBAR (R.W.), 1974 - Siblings and sex of *Simulium damnosum* complex from West Africa, *Proc. 3th. Int. Congr. Parasitology, Munich*, 2, 860-861.
- VAJIME (Ch.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 (1), 111-138.
- VAJIME (Ch.G.) et QUILLEVERE (D.), 1978 - The distribution of the *Simulium damnosum* complex in West Africa with particular reference to the onchocerciasis control programme area, *Tropenmed. Parasit.*, (à paraître).
- VED BRAT (S.S.) et WHITT (G.S.), 1976 - Linkage relationship and chromosome assignment of four esterase loci in the mosquito *Anopheles albimanus*, *Genetics*, 82, 451-466.
- VISSER (S.A.), 1974 - Composition of waters of lakes and rivers in East and West Africa, *Afr. J. trop. Hydrobiol. Fish.*, 3, 43-60.
- VISSER (S.A.) et VILLENEUVE (J.P.), 1975 - Similarities and differences in the chemical composition of waters from West, Central and East Africa, *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 19, 1416-1425.

- WALSH (J.F.), DAVIES (J.B.) 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/WP 5*, 22 p.
- WANSON (M.) et HENRARD (C.), 1945 - Habitat et comportement larvaire du *Simulium damnosum* Theobald, *Rec. Trav. Sci. Med. Congo Belge*, 4, 113-121.
- WILLIAMS (T.R.), 1974 - Egg membranes of Simuliidae, *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 68 (1), 15-16.
- WILLIAMS (T.R.), RAYBOULD (J.N.) et COTTRELL (J.), 1973 - Ultrastructure of the patterned cuticles of some larval *Lewisellum* (Diptera : Simuliidae), *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 67 (1), 34.
- WENK (P.) et RAYBOULD (J.N.), 1972 - Mating, blood-feeding and oviposition of *Simulium damnosum* Theobald in the laboratory, *Bull. Org. Mond. Santé*, 47, 627-634.
-

ANNEXE TECHNIQUE

ANNEXE N° 1

TECHNIQUES DE LABORATOIRE

1. Carnoy modifié

Alcool absolu..... 3 parties) mélange pouvant être
 Chloroforme..... 1 partie } stocké au réfrigérateur.

Acide acétique) A rajouter au moment de
 cristallisable..... 1 partie } l'emploi.

Durant toute la fixation le Carnoy modifié doit être maintenu à basse température (0 à 5° C).

2. Coloration de Feulgen

Les larves peuvent être stockées au réfrigérateur dans le Carnoy modifié durant plusieurs mois, cependant les meilleures préparations sont obtenues avec les larves utilisées 2 à 15 jours après la récolte.

- a) disséquer les larves dans le fixateur :
 - ouvrir la face ventrale de l'abdomen
 - sortir les glandes séricigènes en dehors de la cuticule sans les détacher du reste du corps de la larve.
- b) Plonger les larves dans un bain d'HCl à 10 % froid durant 1 ou 2 minutes (rinçage du Carnoy)
- c) Plonger les larves dans un bain d'HCl à 10 % chaud (60° C dans une étuve ou un bain-marie) durant 7 à 10 minutes.
- d) Plonger à nouveau les larves dans l'HCl à 10 % froid durant 1 minute (arrêt de l'hydrolyse).
- e) Rincer dans de l'eau distillée 1 à 2 minutes.
- f) Tamponner les larves sorties de l'eau sur du papier filtre avant de les placer dans le réactif de Schiff (voir formule ci-après).
- g) Placer le réactif contenant les larves au réfrigérateur et

laisser colorer 1 heure à 1 heure et demie.

- h) Rincer les larves dans trois bains successifs d'eau sulfurée (voir formule ci-après), de 5 minutes chacun.
- i) Rincer enfin les larves dans trois bains successifs d'eau du robinet (5 minutes chacun).

3. Réactif de Schiff

Ce réactif encore appelé Fuschine leucobasique se prépare ainsi :

- Dissoudre 2 grammes de fuschine en poudre en les jetant dans 400 cc d'eau distillée bouillante ; bien remuer et refroidir à 50 ° C.
- Ajouter 2 grammes de Métabisulfite de potassium ($K_2S_2O_5$) et 40 cc de HCl à 10 %.
- Bien secouer et faire reposer 12 à 18 heures dans une bouteille de verre sombre bien bouchée placée au réfrigérateur.
- Ajouter enfin à la solution précédente une solution de 4 grammes de Métabisulfite de potassium dissous dans 20 cc d'HCl à 10 %.
- Laisser clarifier 24 heures puis filtrer.
- Conserver au frais dans un flacon de verre sombre bien bouché.

4. Eau sulfurée

- eau distillée 200 cc
- Métabisulfite de potassium..... 1 gr.
- HCl à 10 %..... 10 cc

5. Orcéine acéto-lactique

- orcéine..... 1 gr
- Eau distillée..... 70 cc
- Acide lactique..... 70 cc
- Acide acétique cristallisable..... 70 cc

6. Solution de Marc-André

- Eau distillée..... 300 cc
- Hydrate de chloral..... 400 gr
- Acide acétique cristallisable..... 300 cc

7. P. V. A. (Alcool polyvinylique)

- Rhodoviol (B.S. 125)..... 100 gr
 - Eau distillée..... 300 cc
 - Phénol..... 80 gr
 - Acide lactique..... 160 gr
-

RÉSUMÉ

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES CARACTERISTIQUES
TAXONOMIQUES, BIOECOLOGIQUES ET VECTRICES
DES MEMBRES DU COMPLEXE *Simulium damnosum*
PRESENTS EN COTE D'IVOIRE.

L'onchocercose humaine est une filariose dermique redoutable causée par un ver nématode *Onchocerca volvulus* Leuckart, 1893 (*Nematoda, Onchocercidae*). Très répandue en Afrique tropicale, présente en Amérique du centre et du sud ainsi qu'au Yémen, elle provoque chez l'homme des lésions oculaires graves pouvant aboutir à la cécité. Les simulies (*Diptera, Simuliidae*) sont les seuls vecteurs connus de l'onchocercose tant en Afrique que sur le continent américain. En Afrique de l'ouest, les espèces vectrices appartiennent toutes au complexe *Simulium damnosum*. Les larves du complexe vecteur vivant dans des eaux à courant rapide, les villages situés dans les vallées à proximité des rivières sont les plus atteints par la maladie, particulièrement en zone de savane. Il en résulte la désertion des vallées fertiles et le surpeuplement des plateaux arides dans des régions où une fragile économie rurale tente de se maintenir. La mise en place d'un vaste programme de lutte contre le complexe vecteur de l'onchocercose en Afrique de l'ouest a nécessité une étude détaillée de la taxonomie, de la bioécologie et des caractéristiques vectrices des diverses espèces appartenant à ce complexe. Nous présentons, ici, notre contribution à cette étude.

CHAPITRE 1.

Le premier chapitre est consacré à l'exposé des diverses techniques d'étude que nous avons employées. Les premières techniques décrites concernent la fixation, la coloration et l'observation des chromosomes larvaires ainsi que l'établissement des cartes chromosomiques. Nous exposons ensuite les techniques de récolte et de stabilisation du matériel ainsi

que les techniques d'électrophorèse pour les études enzymatiques. Le volet taxonomique comporte également les études morphologiques que nous avons menées soit en microscopie optique soit en microscopie électronique à balayage ; la récolte, la préparation et l'observation du matériel sont décrites dans les deux cas. Pour notre étude de la bioécologie larvaire, nous exposons les méthodes d'analyse des divers facteurs physico-chimiques de l'eau des gîtes. Pour la bioécologie imaginale, les techniques essentielles sont celles de capture et de dissection des femelles. Cette dernière technique est décrite de façon plus détaillée lors de l'étude des capacités vectrices naturelles et expérimentales des diverses espèces. Enfin pour ce dernier volet de notre travail nous indiquons également comment nous avons procédé au choix de nos stations d'étude et décrivons les techniques particulières employées pour le maintien en survie des femelles gorgées sur onchocerquiens.

CHAPITRE 2.

La présentation de notre zone d'étude nous amène en fait à présenter la Côte d'Ivoire du point de vue de sa situation, de son relief, de son climat, de sa végétation et de son hydrographie.

S'inscrivant approximativement dans un carré dont les côtés de 600 Km de long suivraient les parallèles 4°30' et 10°30' de latitude nord et les méridiens 2°30' et 8°30' de longitude ouest, la Côte d'Ivoire couvre 322.000 Km². Elle appartient au vaste ensemble géographique de l'Afrique de l'ouest. Elle est entourée à l'ouest par le Libéria et la Guinée, au nord par le Mali et la Haute-Volta, à l'est par le Ghana.

La Côte d'Ivoire présente un relief assez monotone. Elle est constituée de plaines au sud, de plateaux au nord et de massifs montagneux à l'ouest. En dehors de ces derniers, les seuls reliefs notables sont des chaînes de collines orientées S.S.O. - N.N.E. et des buttes isolées.

La Côte d'Ivoire appartient au domaine des climats chauds de la zone intertropicale. Les moyennes journalières de température calculées sur toute l'année sont voisines de 25 ° C. Le régime pluviométrique est lié aux déplacements du front intertropical de mousson (F. I. T.) qui est la ligne de

démarcation entre l'air sec et chaud de l'harmattan et l'air humide et relativement frais de mousson. Ses déplacements liés à divers facteurs provoquent une zonation nord-sud des différentes régions climatiques. On passe insensiblement d'un régime de quatre saisons au sud à un régime de deux saisons au nord. La présence de divers massifs montagneux à l'ouest provoque une augmentation nette de la pluviométrie dans ces régions.

Deux grands types de paysages végétaux se partagent le pays : la forêt dense au sud et la savane au nord. Alors que la première constitue un ensemble relativement homogène, la seconde se présente sous des aspects variés, allant de la savane préforestière à la savane herbeuse en passant par les forêts claires, ce qui rend difficile toute délimitation précise.

Du fait de sa situation dans la zone humide, la Côte d'Ivoire possède un important réseau de rivières permanentes. Les grands fleuves restent modestes tant par leurs longueurs (1.000 Km au maximum) que par leurs débits et l'étendue de leurs bassins. Le réseau hydrographique de Côte d'Ivoire comprend quatre bassins principaux orientés nord-sud : ceux du Cavally, du Sassandra, du Bandama et de la Comoé. Il comprend aussi au sud de petits fleuves côtiers et au nord des affluents du Niger.

L'onchocercose concerne toute l'étendue du territoire ivoirien qui, comme nous l'avons vu, est traversé du nord au sud de fleuves et d'affluents très propices pour la plupart à l'établissement de gîtes préimaginaux simuliens, en saison sèche comme en saison des pluies.

Ce chapitre se termine par une présentation rapide de quelques foyers situés en Haute-Volta et au Mali où certaines de nos études ont été effectuées.

CHAPITRE 3.

Ce chapitre est consacré à l'étude taxonomique du complexe *S. damnosum*. Les chromosomes ont été étudiés chez les larves, les enzymes chez les femelles, les caractères morphologiques aux différents stades mais plus spécialement chez les larves au dernier stade et les femelles.

Après un rappel bibliographique des études chromosomiques effectuées jusqu'à présent sur le complexe *S. damnosum* particulièrement en Afrique de l'ouest, nous décrivons le caryotype de *S. damnosum s.l.* et rappelons l'intérêt des inversions chromosomiques pour l'identification des cytotypes. Nous indiquons ensuite les particularités chromosomiques propres à chacun des cytotypes en nous appuyant pour cela sur les cartes chromosomiques que nous avons établies. Les six cytotypes présents en Côte d'Ivoire peuvent être regroupés en trois paires cytotaux qui se différencient l'une de l'autre par des inversions chromosomiques fixes. A l'intérieur de chacune des paires, les cytotypes se distinguent grâce à une ou deux inversions flottantes dont certaines sont liées au sexe. Chaque cytotype possède un spectre d'inversions flottantes qui lui est propre et qui, sans avoir de réelle valeur taxonomique, est le reflet de son potentiel adaptatif. Ce polymorphisme chromosomique est particulièrement bien développé chez les cytotypes savani-coles Nile et Sirba dont l'aire de distribution géographique est très étendue. Si nous comparons nos résultats à ceux obtenus simultanément par d'autres auteurs il apparaît que les cartes chromosomiques que nous avons établies sont très similaires aux leurs ; les seules différences notables concernent les spectres d'inversions flottantes ce qui est logique puisque nos zones d'étude sont différentes. Nous regrettons qu'une appellation spécifique native ait été donnée aux divers cytotypes par ces auteurs car s'il apparaît que de fait Nile (*S. damnosum*), Sirba (*S. sirbanum*), Yah (*S. yahense*) et Bille (*S. squamosum*) ont vraisemblablement une valeur spécifique, nous sommes beaucoup plus réservés en ce qui concerne Bandama (*S. sanctipauli*) et Soubré (*S. soubrense*), de nombreux hétérozygotes, pour l'inversion critique, ayant été découverts en Côte d'Ivoire en particulier le long du Sassandra. Cependant nous emploierons pour la suite de ce travail les noms spécifiques publiés, comme l'exige le Code International de nomenclature zoologique.

L'étude du polymorphisme enzymatique qui s'est montré parfois très utile lors de l'étude des complexes d'espèces chez les moustiques ou les drosophiles, s'est révélée assez décevante dans l'étude du complexe *S. damnosum*. Sur neuf enzymes que nous avons testés, un seul, la leucine-amino-peptidase, semble avoir une activité différente selon les paires cytotaux. Les résultats restent cependant difficilement interprétables. Les résultats obtenus par les autres auteurs confirment

notre impression puisqu'à l'heure actuelle sur quarante trois enzymes testés seuls deux ont permis de distinguer *S. squamosum* et *S. yahense* des autres espèces.

L'étude morphologique des oeufs des diverses espèces ne nous a pas révélé de caractère taxonomique intéressant pour l'identification des espèces. L'étude des larves au dernier stade nous a permis par contre de distinguer morphologiquement les trois groupes d'espèces en observant les tubercules dorsaux et les écailles du dernier segment abdominal. Chez *S. squamosum* et *S. yahense* on observe de grands tubercules dorsaux et sur le dernier segment abdominal de grandes écailles spatuliformes disséminées parmi des écailles allongées piliformes. *S. sanctipauli* et *S. soubrense* ont des tubercules dorsaux extrêmement réduits et même souvent inexistants ; les écailles abdominales postérieures sont petites et piriformes. *S. damnosum* et *S. sirbanum* ont des tubercules dorsaux de taille variable, plus grands habituellement chez *S. sirbanum* que chez *S. damnosum* ; les écailles postérieures abdominales sont lancéolées. Des différences intéressantes ont également été observées au microscope à balayage en ce qui concerne la forme des crochets cuticulaires abdominaux des nymphes mais les différences ne sont guère appréciables au microscope optique.

Chez les femelles, l'examen de la forme et de la taille des antennes, associé quand besoin est à celui de la couleur des touffes alaires, permet avec une très bonne précision d'identifier les trois groupes d'espèces. Des différences dans les nombres des dents maxillaires ont été mises en évidence, qui permettent de distinguer les espèces de la plupart des régions de Côte d'Ivoire à l'intérieur des groupes *S. damnosum* - *S. sirbanum* et *S. sanctipauli* - *S. soubrense*. Dans plusieurs foyers du pays, les espèces *S. yahense* et *S. squamosum* ont pu être séparées d'après le nombre d'épines de la nervure radiale de l'aile. Compte-tenu des variations morphologiques intraspécifiques parfois observées et qui sont vraisemblablement liées au polymorphisme chromosomique des diverses espèces et aux conditions écologiques, il reste prudent de comparer les identifications morphologiques des femelles aux identifications chromosomiques des larves présentes dans la même zone à la même période de l'année. La morphologie des mâles n'a pas fait, pour l'instant l'objet d'une étude détaillée.

CHAPITRE 4.

Ce chapitre est consacré à l'étude de certains aspects de la bioécologie larvaire et imaginale des diverses espèces du complexe *S. damnosum* présentes en Côte d'Ivoire.

L'étude de la répartition géographique des gîtes larvaires des diverses espèces en Côte d'Ivoire montre que d'une façon générale *S. damnosum* et *S. sirbanum* peuplent les rivières de savane, *S. soubrense* et *S. sanctipauli* les grandes rivières de forêt et *S. yahense* - *S. squamosum* les petites rivières de forêt. Il existe au contact forêt-savane, des zones de variations saisonnières où les espèces "savanicoles" et "forestières" alternent, les premières étant largement dominantes en saison sèche, les secondes en saison des pluies. La présence de *S. squamosum* et de *S. soubrense* en certaines zones de savane s'explique d'une part par la remontée du F. I. T. vers la savane en début de saison des pluies, d'autre part par la présence en savane d'îlots forestiers permettant l'établissement de femelles "forestières".

Les facteurs physico-chimiques de l'eau qui rendent le mieux compte de la répartition géographique des gîtes larvaires des diverses espèces sont le pH, la température et la conductivité de l'eau. Les différences sont nettes en saison sèche entre les petites rivières forestières peuplées par *S. squamosum* et *S. yahense* (en moyenne pH 6,6, température de 26 ° C et conductivité de 30,44 micro-mhos) et les grandes rivières de forêt peuplées par *S. sanctipauli* et *S. soubrense* (en moyenne pH de 7,8, température de 31 ° C et conductivité de 60,30 micro-mhos). En saison des pluies les différences s'estompent entre petites et grandes rivières de forêt ainsi qu'entre rivières de forêt et rivières de savane. Cela contribue à l'établissement d'espèces forestières en zone de savane à cette saison.

En ce qui concerne la bioécologie des femelles, nous avons pu constater, comme la plupart des auteurs, que le facteur essentiel influant sur le cycle journalier de piqure est la température, quelle que soit l'espèce ou la zone bioclimatique considérée. Les femelles nullipares sont généralement plus sensibles que les pares aux facteurs climatiques et ont une répartition journalière beaucoup plus irrégulière. Elles sont à l'origine des pics d'agressivité habituellement observés chez

les diverses espèces.

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. En savane on n'a pu mettre en évidence de différence entre les espèces quant aux variations saisonnières d'abondance des femelles. En forêt, seules les espèces *S. yahense* et *S. squamosum* présentent une variation annuelle d'un type particulier lié au régime des petites rivières où elles se développent. Leur densité est maximum durant la décrue.

Le pourcentage 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*, de *S. yahense* (pourcentages moyens de pares voisins de 40 % dans les deux cas) et de *S. sanctipauli* (25 % de pares). Un calcul théorique de la longévité des femelles, basé sur le parasitisme par *O. volvulus* et le nombre de repas de sang sera proposé lors de l'étude des capacités vectrices naturelles des diverses espèces.

En zone de savane, la dispersion linéaire des femelles peut atteindre plusieurs dizaines de kilomètres en particulier à l'intérieur des galeries forestières. La dispersion radiaire reste faible sauf en savane guinéenne en saison des pluies. En forêt les dispersions linéaires et radiaires coexistent en toute saison, compte-tenu d'un couvert végétal favorable; cependant en saison sèche la dispersion radiaire reste faible. En plus des phénomènes de dispersion, les espèces savaniques (*S. damnosum* - *S. sirbanum*) sont soumises à des phénomènes migratoires importants. Si l'on considère l'âge des femelles dispersives, chez *S. damnosum* et *S. sirbanum* la proportion des nulipares augmente avec l'éloignement des gîtes préimaginaux. 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.

Si en zone de forêt *S. soubrense* et surtout *S. sanctipauli* semblent nettement plus zoophiles que *S. yahense* et *S. squamosum*, en zone de savane la zoophilie semble très variable selon les régions. Dans une zone de forte zoophilie du Mali occidental (rivière Falémé) il a été observé que *S. damnosum* est nettement ornithophile mais que *S. sirbanum* pique plus

volontiers le bétail.

CHAPITRE 5.

Nous étudions, dans ce chapitre, les caractéristiques vectrices naturelles et expérimentales des diverses espèces en ce qui concerne *O. volvulus*.

Chez les populations de *S. damnosum* et de *S. sirbanum* infestées naturellement, 9,3 % des femelles paires sont parasitées, 6,8 % sont infectées et 2,5 % sont infectieuses. Ces chiffres sont proches de ceux obtenus en forêt avec *S. soubrense* (9,4 % de paires parasitées, 8,1 % d'infectées et 2 % d'infectieuses). Dans les zones de forte endémicité onchocerquienne où le contact homme-vecteur est étroit, ces taux peuvent atteindre respectivement 23,8 % de paires parasitées, 14,9 % d'infectées et 8,9 % d'infectieuses. Ces taux élevés restent cependant inférieurs à ceux observés chez *S. yahense* en zone de forêt (30,3 % de paires parasitées, 25,6 % d'infectées et 10,6 % d'infectieuses). Chez *S. sanctipauli* en Côte d'Ivoire, les taux d'infestations sont pratiquement nuls en ce qui concerne *O. volvulus*. *S. squamosum* n'a pu être étudié du point de vue de l'infestation naturelle faute de matériel d'étude.

Les charges parasitaires de *S. damnosum* et *S. sirbanum* sont très voisines. Chez *S. damnosum* on observe une moyenne de 2,14 larves évolutives par femelle infectée et 1,99 larve infectante par femelle infectieuse. Chez *S. sirbanum* on a en moyenne 2,52 larves évolutives par femelle infectée et 2,14 larves infectantes par femelle infectieuse. En zone forestière 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 théorique de transmission calculée dans les conditions naturelles avec un contact onchocerquien-vecteur étroit est de 102 larves infectantes d'*O. volvulus* pour 1.000 femelles capturées chez *S. sirbanum*. En forêt l'intensité de transmission est maximum chez *S. yahense* où 1.000 femelles capturées donnent, théoriquement, en moyenne 382 larves infectantes d'*O. volvulus* ; cependant, en savane *S. yahense* a un potentiel

vecteur pratiquement nul. Avec *S. soubrense* en forêt on obtient seulement 44 larves infectantes pour 1.000 femelles capturées alors qu'en savane *S. soubrense* peut théoriquement transmettre 204 larves infectantes pour 1.000 femelles capturées.

Lors des infestations expérimentales, la proportion de femelles ingérant des microfilaires est toujours élevée (entre 82 et 95 %) quelle que soit l'espèce vectrice ou la souche d'onchocerque concernée. Le nombre moyen de microfilaires ingérées est également élevé que l'on considère les moyennes arithmétiques (de 32 à 72) ou géométriques (de 18 à 38)

Lors des transmissions expérimentales de souches d'onchocerques par des vecteurs de même origine géographique, les taux de parasitisme et les charges parasitaires des espèces de forêt décroissent très lentement tout au long du cycle. Le nombre moyen de larves d'*O. volvulus* transmises en fin de cycle parasitaire par 100 femelles gorgées est élevé (1.348 pour *S. soubrense*, 1.054 pour *S. sanctipauli*, 719 pour *S. yahense*, 408 pour *S. squamosum*). Chez les espèces de savane on assiste, dès les premières 24 heures, à une chute importante (50 %) du pourcentage de femelles parasitées et de la charge parasitaire qui est environ 10 fois plus faible que le nombre moyen de microfilaires ingérées la veille. Le taux de parasitisme et la charge parasitaire restent ensuite à peu près constants durant le reste du cycle. Le nombre moyen de larves d'*O. volvulus* obtenu en fin de cycle pour 100 femelles gorgées est relativement restreint (101 pour *S. damnosum* et 138 pour *S. sirbanum*). Les rendements parasitaires bruts (rapports entre les quantités de larves infectantes d'*O. volvulus* retransmises et les quantités de microfilaires ingérées) sont relativement élevés pour les espèces de forêt (29 % et 28,4 % pour *S. soubrense* et *S. sanctipauli*, 17,6 % et 9,9 % pour *S. yahense* et *S. squamosum*). Ils sont nettement plus faibles pour les espèces de savane (3,2 % pour *S. damnosum* et 4,3 % pour *S. sirbanum*).

Lors des transmissions "croisées" entre souche de vecteur et de parasite d'origines différentes, les rendements parasitaires sont très élevés lorsque *S. soubrense* et *S. sanctipauli* se gorgent sur des onchocerquiens de savane ou de petites rivières de forêt (18 % et 27,9 % dans le premier cas, 31 % et 26 % dans le second). Ces rendements sont médiocres lorsque *S. yahense* et *S. squamosum* se gorgent sur des onchocerquiens de grandes rivières de forêt (6 % et 1,35 % respectivement). Ils

sont faibles lorsque ces mêmes espèces se gorgent sur onchocerquiens de savane (1 % pour *S. yahense* et 1,22 % pour *S. squamosum*). Les rendements parasitaires sont également faibles lorsque *S. damnosum* et *S. sirbanum* se gorgent sur onchocerquiens de grandes rivières de forêt (1,07 % pour *S. damnosum* et 1,16 % pour *S. sirbanum*). Ils sont minimales lorsque les espèces de savane se gorgent sur onchocerquiens de petites rivières de forêt (0,7 % pour *S. damnosum* et 0,8 % pour *S. sirbanum*).

Il faut constater que *S. soubrense* et surtout *S. sanctipauli* qui sont de médiocres vecteurs forestiers dans les conditions naturelles, transmettent *O. volvulus* de façon excellente lors des infestations expérimentales. Cela est vraisemblablement dû au jeu d'au moins deux facteurs antagonistes de la transmission dans la nature : le principal est sans doute la faible longévité des deux espèces surtout de *S. sanctipauli*. Le second est la forte zoophilie dont font preuve ces espèces.

On peut également remarquer que les taux de parasitisme obtenus expérimentalement sont des taux maximums, tous les repas de sang étant pris sur onchocerquiens. La différence entre les charges parasitaires expérimentales et naturelles des femelles forestières peut s'expliquer par la mortalité dans la nature des femelles les plus fortement parasitées. En savane au contraire où le nombre de parasites qui se développent est faible, les charges parasitaires expérimentales et naturelles sont similaires.

Nous espérons que notre étude aura contribué à éclaircir certains problèmes et à préciser certaines données propres aux diverses espèces du complexe *S. damnosum* présentes en Afrique de l'ouest. Nous espérons également que nos observations effectuées pour la plupart en Côte d'Ivoire seront utiles lors de futures études sur le complexe *Simulium damnosum* dans divers pays africains souhaitant être englobés dans des programmes de lutte contre le vecteur de l'onchocercose

ABSTRACT

THE *Simulium damnosum* COMPLEX IN IVORY
COAST : TAXONOMY, BIOECOLOGY AND VECTOR
CAPACITIES.

ABSTRACT

Human onchocerciasis is a dangerous dermal filariasis produced by a nematod worm *Onchocerca volvulus* Leuckart, 1893 (*Nematoda onchocercidae*). Extremely widespread in tropical Africa, locally present in central and south America as well as in Yemen, it induces in man severe ocular lesions that can result in blindness. Blackflies (*Diptera, Simuliidae*) are the only known vectors of onchocerciasis in Africa as well as in America. In west Africa, all the vectors belong to the *Simulium damnosum* complex. The blackfly larvae living in rapid running waters, the villages in the valleys near the rivers are the most affected, particularly in savanna zone. This results in desertion of the fertile valleys and on overpopulation of arid high plains in regions where people try to maintain a precarious rural economy. The realization of a vast control programme against the onchocerciasis complex vector in west Africa has required a detailed study of taxonomy, bioecology and vector capacities of the different species concerned. We present, here, our contribution to this study.

CHAPTER 1.

This chapter is a review of the different techniques used. The first techniques described concern fixation, staining and observation of the larval chromosomes and drawing chromosomic maps. Then we explain how the material was collected and stocked for enzymatic analysis and for morphological study by light or by scanning electron microscopy. For our larval ecology study we expose the various analytical techniques used for the different physico-chemical factors of the breeding-site water samples. For the ecology study of the females the principal

techniques concern fly capture and dissections. The dissection technique is particularly emphasized taking into account our work on natural and experimental vector capacities of each species. Lastly we indicate also how we have chosen our catching points and we describe the technique used for maintaining engorged females under artificial conditions.

CHAPTER 2.

This chapter is in fact a presentation of the Ivory Coast natural environment (relief, climate, vegetation, system of rivers).

CHAPTER 3.

This chapter refers to the taxonomic study of the *S. damnosum* complex. The chromosomes have been studied in larvae, enzymes in females and morphological characters both in last instar larvae and females.

The *S. damnosum* complex in Ivory Coast includes six cytotypes grouped in three "pairs". Fixed chromosomic inversions authorize the identification of these different "pairs" within a given pair, the cytotypes can be differentiated by floating inversions usually linked to the sex of the larvae. All these inversions are pointed out on our chromosomic maps. For each cytotype some characteristic floating inversions are given. They are of interest in the study of chromosomic polymorphism and reflect the adaptative potential of each cytotype. If we compare our results with those obtained by other workers it appears that our chromosomic maps are similar. We can only observe some minor differences related to floating inversions. This is logical taking into account the fact that our study areas were in part different. We regret that a specific nomenclature has yet been published because if it appears that most probably Nile (*S. damnosum*), Sirba (*S. sirbanum*), Yah (*S. yahense*) and Bille (*S. squamosum*) have really a specific value, on the contrary we think that Bandama (*S. sanctipauli*) and Soubre (*S. soubrense*) are two subspecies. The presence of numerous heterozygotes for the critical inversion in many breeding-sites in Ivory Coast, specially along the Sassandra river, support this

point of view. Nevertheless during all this study we shall use the specific names published as required by the International Code of Zoological Nomenclature.

Enzymatic polymorphism analysis, sometimes very useful for species complex studies specially in mosquitoes was disappointing in our *S. damnosum* complex study. One out of the nine enzymes tested, leucine-amino-peptidase, seems to have a different activity according to the different "pairs". But the results remain difficult to understand. The results obtained by other workers are also disappointing only two out of the forty-three enzymes tested, are different for *S. yahense* and *S. squamosum* compared to other species.

No differences were found in the appearance of the cuticle of the eggs enabling identification of the different species. On the contrary it is possible by looking at the last instar larvae to separate the three groups of species taking into account the dorsal tubercles and the shape of the tegumentary scales on the last abdominal segment. *S. squamosum* and *S. yahense* have large dorsal tubercles and on the last abdominal segment scales of two types can be observed, some are large and spatuliform as the others are elongated and piliform. *S. sanctipauli* and *S. soubrense* have no dorsal tubercles (or sometimes very small) the abdominal scales are small and pyriform. *S. damnosum* and *S. sirbanum* have dorsal tubercles of varying sizes, usually larger in *S. sirbanum* than in *S. damnosum* and the abdominal scales are all lanceolate. Interesting differences have also been observed in the aspect of the pupal hooks using scanning-electron microscopy but these differences are very difficult to observe by light microscopy.

It is also possible to separate the females into the three groups of species using two characters, the aspect of antennae (shape, color and length) and the color of alar tufts. Differences observed in the number of maxillary teeth within groups have also allowed identification between *S. damnosum* and *S. sirbanum* on the one hand and *S. sanctipauli* and *S. soubrense* on the other hand in most Ivorian areas. The species *S. yahense* and *S. squamosum* have also been separated by the number of spines on the radial vein of the wing at the different breeding-sites where they occur. Taking into account some intra-specific morphological variations linked probably to chromosomal

polymorphism and natural environment it seems wise to compare morphological identification of the females to chromosomal identification of the larvae present in the same area at the same period. For the moment the morphology of the males has not been studied.

CHAPTER 4.

This chapter deals with some aspects of the larval and imaginal ecology for the different species present in Ivory Coast. From the point of view of geographical distribution of the breeding-sites, *S. sirbanum* is the predominant species in the Sudan Savanna belt especially in the almost upper reaches of this region where lie the known northern limits of the *S. damnosum* complex. On the contrary, *S. damnosum* distinctly predominates in the Guinean Savanna and Preforest zones where the species is sympatric with smaller populations of *S. sirbanum*. Among the forest species, *S. sanctipauli* and *S. soubrense* breed in the big rivers and *S. yahense* and *S. squamosum* in the small ones. *S. sanctipauli* and *S. yahense* predominate in the humid forest zone whereas *S. soubrense* and particularly *S. squamosum* are able to become established in savanna zone. The invasion of the savanna zone by forest species is related to seasonal shifts in relative proportions of the different species. For instance during the dry season *S. damnosum* and *S. sirbanum* predominate in the upper basin of the Sassandra river but during the rainy season large populations of forest flies appear in this area.

It seems that the pH is the only important physico-chemical factor really implied in the larval distribution of the different species of the *S. damnosum* complex in Ivory Coast. The water temperature and conductivity which, during the dry season, seem in close relation with the distribution of the different species, tend to become equal everywhere during the rainy season. The water ionic composition is similar in the various streams and throughout the all year. The difference of content in oxygen consumed by organic matter, observed during the dry season, between small and large forest rivers, diminishes during the rainy season. It results during the rainy season in the homogeneity of the water physico-chemical characteristics. This could explain the raising of the forest species

into the savanna zone during this time of the year

Concerning ecology of the females we have studied successively the daily biting cycle, the density and the age of the biting populations, the dispersion and the zoophily of the different species. 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 density of the biting populations is closely related to the productivity of the preimaginal breeding-sites itself related to the water level and the configuration of the breeding-sites. If in the savanna zone the population densities fluctuate in relation with each breeding-site, the density of *S. sanctipauli* and *S. soubrense* usually varies synchronously with the water level. For *S. yahense* and *S. squamosum* the fly density is at its maximum during the fall of waters. This is in fact a special type of variation characteristic of small forest rivers.

The mean annual parous rate is of about 64 % for *S. sirbanum* and *S. damnosum*. This indicates that the longevity of the flies is superior in savanna zone compared to the forest zone. In the latter *S. yahense* and *S. soubrense* (mean annual parous rate about 40 %) have also a better longevity than *S. sanctipauli* (mean annual parous rate about 25 %). A theoretical calculation of the flies longevity for different species, based on *O. volvulus* infections and the number of bloodmeals is proposed.

The linear dispersion can be important in the different areas, more particularly along the forest galleries in the savanna zone. The radial dispersion remains low except in the guinean savanna and forest zone during the rainy season. The proportion of *S. damnosum* and *S. sirbanum* nulliparous females rises with the distance from the preimaginal breeding-sites. The proportion of *S. sanctipauli* and *S. soubrense* parous females is similar at the breeding site and several kilometres away. For *S. yahense* (and probably *S. squamosum*) the proportion of parous flies among the dispersive females is more important than on the breeding-site. Besides their dispersing behaviour the savanna species are subject to important migratory phenomena.

In savanna zone zoophily is widely spread, more particularly in the northern areas (Mali). There *S. damnosum*

is clearly ornithophilic, *S. sirbanum* biting more willingly the cattle. In the forest zone *S. sanctipauli* and *S. soubrense* are easily zoophilic but only *S. sanctipauli* was found to carry animal filariae. We cannot obtain *S. yahense* or *S. squamosum* females on animal baits.

CHAPTER 5.

In this chapter the natural and experimental vector capacities of the different species are studied concerning *O. volvulus*.

In the naturally infected biting populations of *S. damnosum* and *S. sirbanum* we found among the parous flies averages of 9,3 % parasitized (X), 6,8 % infected and 2,5 % infective females : these values are close to those observed for forest *S. soubrense* (9,4 % parasitized, 8,1 % infected and 2 % infective parous flies). In hyperendemic areas with close man-vector contact those rates can reach 23,8 , 14,9 and 8,9 % respectively ; nevertheless they remain lower than those observed in *S. yahense* in forest zones (30,3 %, 25,6 % and 10,6 %) In *S. sanctipauli* in Ivory Coast the observed infestation rates are almost null as far as *O. volvulus* is concerned. The natural infestation in *S. squamosum* has not been studied, the number of flies being insufficient.

The parasitic loads of *S. damnosum* and *S. sirbanum* were very close. In *S. damnosum* the mean number of developing larvae per infected female is 2,14, and the mean number of infective larvae per infective female 1,99. In *S. sirbanum* we observe an average of 2,52 developing larvae per infected fly and an average of 2,14 infective larvae per infective fly. In the forest zone, the mean numbers of developing larvae per infected female were similar in *S. soubrense* (9,1) and *S. yahense* (9,5) but the mean infective loads were obviously different in

-
- (X) Infective flies : flies showing infective larvae
 Infected flies : flies showing developing larvae
 Parasitized flies : flies showing larvae at any stage of development "infective and developing larvae" are larvae morphologically undifferentiable from *O. volvulus*.

the two species : 5,5 in *S. soubrense* and 8,5 in *S. yahense*.

The theoretical transmission intensities obtained for the savanna zone per 1.000 captured females with a close man-vector contact was 102 infective *O. volvulus* larvae in *S. damnosum* and 137 in *S. sirbanum*. For the forest zone we obtained 382 *O. volvulus* infective larvae per 1.000 captured *S. yahense* females. In *S. soubrense* this theoretical transmission intensity was only 44 infective larvae in forest while it reaches 204 in savanna.

During experimental transmissions, at the end of the parasitic cycle (5, 6 7 th days), the following infestation rates were found in flies engorged on *O. volvulus* infected people of the same zoogeographical origin as the vectors : *S. soubrense* 83,72 %, *S. yahense* 71,63 %, *S. sanctipauli* 63,04 %, *S. sirbanum* 58,97 %, *S. squamosum* 54,16 % and *S. damnosum* 47,92 %. The mean parasitic loads during the same period were *S. sanctipauli* 16,72 , *S. soubrense* 16,10 , *S. yahense* 10,04 , *S. squamosum* 7,54 , *S. sirbanum* 2,34 and *S. damnosum* 2,11. The mean number of *O. volvulus* larvae observed at the end of parasitic cycle is consequently higher in forest species. For 100 engorged females we observe at the end of the parasitic cycle 1.348 *O. volvulus* larvae in *S. soubrense* 1.054 in *S. sanctipauli*, 719 in *S. yahense* and 408 in *S. squamosum*. In savanna species we observe only 101 *O. volvulus* larvae in *S. damnosum* and 138 in *S. sirbanum*. The parasitic productivity (obtained comparing the number of microfilariae ingested and the number of *O. volvulus* infective larvae observed) is high in forest species (*S. soubrense* 29 % , *S. sanctipauli* 28,4 % , *S. yahense* 17,6 % and *S. squamosum* 9,9 %) low in savanna species (*S. sirbanum* 4,3 % and *S. damnosum* 3,2 %).

During "crossed transmission" between vectors and strains of *O. volvulus* of different origins the parasitic outputs are very high when *S. soubrense* and *S. sanctipauli* engorge on onchocerciasis patients coming from savanna or from small rivers in the forest. (18 % and 27,9 % in the first case, 31 % and 26 % in the second). These outputs are poor when *S. yahense* and *S. squamosum* engorge on onchocerciasis patients coming from big rivers in the forest (6 % and 1,35 % respectively). They are low when those two species engorge on onchocerciasis pa-

tients coming from savanna (1 % for *S. yahense* and 1,22 % for *S. squamosum*). They are also low when *S. damnosum* and *S. sirbanum* engorge on onchocerciasis patients from big forest rivers (1,07 % for *S. damnosum* and 1,16 % for *S. sirbanum*). They are minimum when savanna species engorge on onchocerciasis patients coming from small forest rivers (0,7 % for *S. damnosum* and 0,8 % for *S. sirbanum*.)

It is remarkable that *S. soubrense* and especially *S. sanctipauli*, which are poor vectors in natural conditions, can transmit *O. volvulus* very well during experimental infections. This is most probably due to the interference of at least two important factors in natural transmission : 1°/ the short longevity of the two species, mainly *S. sanctipauli*
2°/ the strong zoophily shown by both species.

It must be pointed out that all the parasitism rates experimentally obtained are maximum rates, all the blood-meals being taken on infected people. The large differences observed in forest between experimental and natural parasitic loads can be explained by the mortality of the more heavily parasitized flies. In savanna where the parasitic loads are much lower the experimental and natural figures are similar.

We hope that our study will have contributed to elucidate some problems and state precisely some characteristics of the different *S. damnosum* complex species in west-Africa. We hope also that our observations in Ivory Coast will be useful for new studies in the future on the *S. damnosum* complex specially in the countries where an onchocerciasis control programme is necessary for economic development.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
AVANT PROPOS	1
CHAPITRE 1. TECHNIQUES D'ETUDE	7
1. 1. Etudes chromosomiques	9
1.1.1. Récolte du matériel, fixation.....	9
1.1.2. Coloration des chromosomes et montage....	10
1.1.3. Observation	11
1.1.4. Etablissement des cartes chromosomiques..	11
1. 2. Etudes enzymatiques.....	12
1.2.1. Récolte et stabilisation du matériel.....	12
1.2.2. Techniques d'électrophorèse.....	12
1. 3. Etudes morphologiques	13
1.3.1. Microscopie optique	13
1.3.1.1. Récolte et conservation du matériel	13
1.3.1.2. Montage et observation.....	13
1.3.2. Microscopie électronique à balayage.....	14
1.3.2.1. Récolte et conservation du matériel	14
1.3.2.2. Préparation du matériel.....	14
1.3.2.3. Observation.....	15
1. 4. Etudes bioécologiques.....	15
1.4.1. Bioécologie larvaire.....	15
1.4.1.1. Elevage des larves.....	15
1.4.1.2. Analyse de l'eau des nîtes larvaires	15
1.4.2. Bioécologie des femelles.....	19
1.4.2.1. Capture des femelles.....	19
1.4.2.1.1. Captures sur appât humain..	19
1.4.2.1.2. Captures sur appât animal..	20
1.4.2.1.3. Captures par piégeage.....	20
1.4.2.2. Dissection des femelles, détermina- tion de l'âge physiologique.....	20
1. 5. Etudes épidémiologiques.....	21

	Pages
1.5.1. Choix des points de capture.....	21
1.5.2. Observation du parasitisme naturel par <i>O. volvulus</i>	22
1.5.3. Capture de femelles gorgées sur onchocerci- quiens.....	23
1.5.4. Maintien en survie des femelles gorgées.....	23
1.5.5. Dissection des femelles aux différentes pé- riodes du cycle parasitaire.....	24
 CHAPITRE 2. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	 27
2. 1. Présentation générale de la Côte d'Ivoire.....	29
2.1.1. Situation et relief.....	29
2.1.2. Climat.....	31
2.1.3. Végétation.....	32
2.1.4. Hydrographie.....	34
2.1.5. Population et onchocercose.....	36
2.1.6. Nos stations d'étude.....	37
2. 2. Autres zones étudiées (Haute-Volta, Mali).....	37
 CHAPITRE 3. ETUDE TAXONOMIQUE DU COMPLEXE <i>S. damnosum</i>	 39
3. 1. Etudes chromosomiques.....	41
3.1.1. Rappel bibliographique.....	41
3.1.2. Observations personnelles.....	42
3.1.2.1. Caryotype de <i>S. damnosum</i> s.l.....	43
3.1.2.2. Les inversions chromosomiques.....	45
3.1.2.3. Particularités chromosomiques des cy- totypes présents en Côte d'Ivoire.....	46
3.1.3. Discussion.....	53
3.1.3.1. Les cartes chromosomiques.....	53
3.1.3.2. Valeur spécifique des différents cy- totypes.....	54
3.1.3.3. Connaissance et évolution du complexe <i>S. damnosum</i>	56
3. 2. Etudes enzymatiques.....	57
3.2.1. Rappel bibliographique.....	57
3.2.2. Observations personnelles.....	58
3.2.3. Discussion.....	59
3. 3. Etudes morphologiques.....	61
3.3.1. Rappel bibliographique.....	61
3.3.2. Observations personnelles.....	62

	Pages
4.1.2.2.2. Discussion des résultats de saison sèche.....	107
4.1.2.2.2.1. Température, pH et résistivité.	107
4.1.2.2.2.2. Composition ionique des eaux	109
4.1.2.2.2.3. Autres facteurs	110
4.1.2.2.2.4. Prélèvements où aucune espèce n'était présente.....	111
4.1.2.2.3. Conclusions à tirer des résultats obtenus en saison sèche.....	112
4.1.2.2.4. Résultats obtenus en saison des pluies.....	113
4.1.2.2.5. Discussion des résultats de saison des pluies.....	114
4.1.2.2.5.1. Température de l'eau, pH, CO ₂ libre, conductivité.	114
4.1.2.2.5.2. Composition ionique des eaux	118
4.1.2.2.5.3. Autres facteurs	123
4.1.2.3. Conclusions sur les analyses de l'eau des gîtes larvaires des différentes espèces du complexe <i>S. damnosum</i>	124
4. 2. Bioécologie des femelles.....	125
4.2.1. Rythme journalier des piqûres.....	126
4.2.1.1. Rappel bibliographique.....	126
4.2.1.2. Observations personnelles.....	126
4.2.1.3. Discussion des résultats.....	131
4.2.2. Dynamique des populations.....	133
4.2.2.1. Densité des populations.....	133
4.2.2.1.1. Rappel bibliographique...	133
4.2.2.1.2. Observations personnelles	134
4.2.2.1.3. Discussion.....	134
4.2.2.2. Age moyen des populations.....	136
4.2.2.2.1. Rappel bibliographique...	136
4.2.2.2.2. Observations personnelles	137
4.2.2.2.3. Discussion.....	137
4.2.3. Déplacements des femelles (dispersion et migration).....	138

	Pages
4.2.3.1. Rappel bibliographique.....	138
4.2.3.2. Observations personnelles.....	140
4.2.3.3. Discussion.....	141
4.2.4. Zoophilie	143
4.2.4.1. Rappel bibliographique.....	143
4.2.4.2. Observations personnelles.....	145
4.2.4.3. Discussion.....	148
CHAPITRE 5. ETUDE DES CARACTERISTIQUES VECTRICES DES DIFFERENTS MEMBRES DU COMPLEXE <i>S. damnosum</i>	151
5. 1. Caractéristiques vectrices naturelles.....	155
5.1.1. Taux naturels d'infestation.....	155
5.1.1.1. Rappel bibliographique.....	155
5.1.1.2. Observations personnelles.....	156
5.1.1.3. Discussion.....	160
5.1.2. Charges parasitaires naturelles.....	163
5.1.2.1. Rappel bibliographique.....	163
5.1.2.2. Observations personnelles.....	163
5.1.2.3. Discussion.....	164
5.1.3. Intensité de transmission.....	168
5.1.3.1. Rappel bibliographique.....	168
5.1.3.2. Observations personnelles.....	169
5.1.3.3. Discussion.....	174
5.1.4. Composition des populations piqueuses.....	175
5.1.4.1. Rappel bibliographique.....	175
5.1.4.2. Observations personnelles.....	176
5.1.4.3. Discussion.....	182
5. 2. Caractéristiques vectrices expérimentales.....	183
5.2.1. Rappel bibliographique.....	183
5.2.2. Rappels parasitologique , clinique et é- pidémiologique sur l'onchocercose - choix des onchocerquiens.....	185
5.2.2.1. Rappel parasitologique.....	185
5.2.2.2. Rappel clinique.....	186
5.2.2.3. Rappel épidémiologique.....	187
5.2.2.4. Choix des onchocerquiens.....	188
5.2.3. Observations personnelles.....	190
5.2.3.1. Espèces venant se gorgé sur les di- verses catégories d'onchocerquiens..	191
5.2.3.2. Infestations expérimentales.....	196

	Pages
5.2.4. Discussion des résultats.....	209
5.2.4.1. Ingestion des microfilaires.....	209
5.2.4.2. Passage des microfilaires dans l'hé- mocèle puis les muscles de la femelle de <i>S. damnosum s.l.</i>	211
5.2.4.3. Réduction des taux de parasitisme et des charges parasitaires durant le cycle d' <i>O. volvulus</i> chez la femelle de <i>S. damnosum s.l.</i>	211
5.2.4.4. Rendements parasitaires.....	212
 CHAPITRE 6. CONCLUSIONS GENERALES.....	 217
 PLANCHES HORS TEXTE.....	 229
 BIBLIOGRAPHIE.....	 247
 ANNEXE TECHNIQUE.....	 269
 RESUME	 275
 ABSTRACT	 287
 TABLE DES MATIERES.....	 297

Les Editions de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer tendent à constituer une documentation scientifique de base sur les zones intertropicales et méditerranéennes, les pays qui en font partie et sur les problèmes posés par leur développement.

CAHIERS ORSTOM (séries périodiques)

- **biologie**: études consacrées à diverses branches de la biologie végétale et animale: agronomie, biologie et amélioration des plantes utiles, entomologie agricole, nématologie.
- **entomologie médicale et parasitologie**: systématique et biologie des arthropodes d'intérêt médical et vétérinaire, parasitologie, épidémiologie des grandes endémies tropicales, méthodes de lutte contre les vecteurs et les nuisances.
- **géologie**: pétrologie et cycles des éléments (géochimie) - hydrogéologie - altération et érosion - sédimentologie - stratigraphie - orogénèse continentale - métallogénèse - paléogéographie - structure et évolution des fonds océaniques.
- **hydrologie**: études, méthodes d'observation et d'exploitation des données concernant les cours d'eau intertropicaux et leurs régimes.
- **océanographie**: hydrologie, physico-chimie, hydrodynamique, écologie, caractérisation des chaînes alimentaires, niveaux de production, dynamique des stocks, prospection faunistique (Sud-ouest Pacifique, Canal de Mozambique et environs, Atlantique Tropical Est).
- **hydrobiologie**: physico-chimie, écologie, caractérisation des chaînes alimentaires, dynamique des stocks, action des insecticides sur la faune (Bassin Tchadien, Côte d'Ivoire).
- **pédologie**: problèmes soulevés par l'étude des sols: morphologie, caractérisation physico-chimique et minéralogique, classification, relations entre sols et géomorphologie, problèmes liés aux sels, à l'eau, à l'érosion, à la fertilité.
- **sciences humaines**: études géographiques, sociologiques, économiques, démographiques et ethnologiques.

MÉMOIRES ORSTOM: consacrés aux études approfondies (synthèses régionales, thèses...) dans les diverses disciplines scientifiques (88 titres parus).

ANNALES HYDROLOGIQUES: depuis 1959, deux séries sont consacrées: l'une, aux Etats africains d'expression française et à Madagascar, l'autre aux Territoires et Départements français d'Outre-Mer.

FAUNE TROPICALE: collection d'ouvrages principalement de systématique, pouvant couvrir tous les domaines géographiques où l'ORSTOM exerce ses activités (20 titres parus).

INITIATIONS/DOCUMENTATIONS TECHNIQUES: mises au point et synthèses au niveau, soit de l'enseignement supérieur, soit d'une vulgarisation scientifiquement sûre (40 titres parus).

TRAVAUX ET DOCUMENTS DE L'ORSTOM: cette collection, diverse dans ses aspects et ses possibilités de diffusion, a été conçue pour s'adapter à des textes scientifiques ou techniques très variés quant à leur origine, leur nature, leur portée dans le temps ou l'espace, ou par leur degré de spécialisation (104 titres parus).

Les études en matière de géophysique (gravimétrie, sismologie, magnétisme...) sont publiées, ainsi que certaines données (magnétisme) dans des séries spéciales: **GÉOPHYSIQUE** et **OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES**.

L'HOMME D'OUTRE-MER: cette collection, exclusivement consacrée aux sciences de l'homme, est réservée à des textes d'auteurs n'appartenant pas à l'ORSTOM, mais dont celui-ci assure la valeur scientifique (co-édition Berger-Levrault) (10 ouvrages parus).

De nombreuses **CARTES THÉMATIQUES**, accompagnées de **NOTICES**, sont éditées chaque année, intéressant des domaines scientifiques ou des régions géographiques très variées.

BULLETIN ANALYTIQUE D'ENTOMOLOGIE MÉDICALE ET VÉTÉRINAIRE (périodicité mensuelle; ancienne dénomination jusqu'en 1970: Bulletin signalétique d'entomologie médicale et vétérinaire) (XXVI^e année).

REVUE DE NÉMATOLOGIE (périodicité semestrielle): cette revue accueille les travaux et les notes concernant les nématodes parasites des plantes, des insectes et les nématodes libres du sol (1^{re} année de parution: 1978).

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

Direction générale :

24, rue Bayard - 75008 PARIS

Service des Publications :

70-74, route d'Aulnay - 93140 BONDY

O.R.S.T.O.M. Éditeur
Dépôt légal : 2e trim. 1979
I.S.B.N. : 2-7099-0549-3