

Influence des migrations humaines ou vectorielles sur la stratégie du programme de lutte contre l'onchocercose dans la région du Bassin de la Volta

1. Retour des émigrés installés en forêt dans leur zone savanicole d'origine ⁽¹⁾

Jacques PROD'HON ⁽²⁾

Jean-Marie JESTIN ⁽³⁾

Yves SÉCHAN ⁽²⁾

Georges HÉBRARD ⁽²⁾

Jean-Michel PRUD'HOM ⁽²⁾

Daniel QUILLÉVÉRÉ ⁽²⁾

Résumé

*Dans l'hypothèse d'une « opération retour » dans leur pays d'origine des émigrés des zones de savane installés en forêt, nous avons étudié les modalités de transmission par des simulies de savane autochtones, des souches parasitaires d'*Onchocerca volvulus* importées de forêt. Compte tenu de la région géographique choisie, cette étude concerne essentiellement *Simulium sirbanum*. Nous avons principalement observé le passage de la membrane stomacale par les microfilaires, étape essentielle qui conditionne le rendement d'un vecteur en savane. Les réductions parasitaires pouvant intervenir ultérieurement au cours du cycle sont négligeables.*

Quelle que soit l'origine géographique des microfilaires, il existe un phénomène de limitation du passage de la membrane stomacale par les microfilaires. Il se caractérise par un intervalle de variation étroit du nombre de microfilaires passées, indépendant du nombre de microfilaires ingérées et une limite supérieure du nombre moyen de microfilaires passées. Les taux moyens de passage sont peu élevés et décroissent quand le nombre de microfilaires ingérées augmente.

*Ce phénomène de limitation chez *S. sirbanum* est beaucoup plus marqué avec les microfilaires d'origine forestière des foyers de « petites rivières » de forêt qu'avec les microfilaires savaniques locales. Nous avons obtenu des résultats très proches de ceux du couple vecteur-parasite de savane avec un migrant de zone de savane vivant depuis une vingtaine d'années dans un foyer de « grande rivière » de forêt. Donc le retour dans leur pays d'origine des migrants savaniques installés en forêt ne modifiera pas à court terme l'intensité de transmission et ne pourra que renouveler le réservoir de parasites, en principe sans aggravation de la maladie. Mais à moyen ou long terme les adaptations parasites-vecteurs pourraient se développer et il sera nécessaire de surveiller le niveau de la transmission et l'éventuel développement d'une pathogénicité accrue chez les souches forestières importées.*

Mots-clés : Onchocercose — Transmission — Complexes *Simulium damnosum/Onchocerca volvulus* — Savane — Forêt — Migrations humaines et vectorielles.

(1) Dans le cadre des accords conclus entre l'O.R.S.T.O.M. et l'O.C.C.G.E., ce travail a bénéficié d'une subvention de l'O.M.S. (Programme Régional de Lutte contre l'Onchocercose dans la Région du Bassin de la Volta).

(2) Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer et Institut de Recherches sur la Trypanosomiase et l'Onchocercose (O.C.C.G.E./I.R.T.O., B.P. 1500, Bouaké, Côte d'Ivoire).

(3) Laboratoire d'Hydrobiologie, Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (B.P. 1434, Bouaké, Côte d'Ivoire).

Summary

INFLUENCE OF THE HUMAN AND VECTOR MIGRATIONS ON THE STRATEGY OF THE ONCHOCERCIASIS CONTROL PROGRAMME IN THE VOLTA RIVER BASIN. 1. RETURN OF EMIGRANTS LIVING IN THE FOREST ZONES INTO THEIR NATIVE SAVANNA ZONE.

In the eventuality of a "coming-back" into their native country of emigrants from savanna zones living in forest zones, we have studied experimental transmission by savanna flies of different forest strains of *Onchocerca volvulus*. In our study zone local populations of flies involve mainly species of *Simulium sirbanum*.

We have more particularly observed the crossing of the stomacal membrane by microfilariae, main factor influencing the parasitic output in savanna.

Later on, the mean numbers of developing larvae remain virtually unchanged and reduction until the end of parasitic cycle is very limited.

Whatever the geographic strain of ingested microfilariae, there is a phenomenon of limitation of crossing of the stomacal membrane by microfilariae. It is characterized by a small interval of variation of microfilariae passed through the stomacal membrane, independent of the numbers of ingested microfilariae and an upper limit of the average number of microfilariae passed through the stomacal membrane. The mean rates of microfilariae passing into the haemocoelic space are not very high, decreasing when numbers of ingested microfilariae increase. This limitation is much stronger with forest strains (mainly the forest strains of small rivers) than with savanna local strains of microfilariae. The results are comparable between flies engorged on savanna microfilariae and flies engorged on a migrant from savanna zone and living since about twenty years in forest zone ("large rivers"). Consequently, the return of emigrants from savanna zone, living in the forest zones, into their native country, will not change the short-term conditions of local transmission of onchocerciasis and will only lay in fresh stock the reservoir of parasite, on principle, without disease aggravation. But mid or long-term adaptations vector/parasite could develop and it would be, then, necessary to watch over the intensity of transmission and the possible development of an increased pathogenicity of introduced forest strains.

Key words: Onchocerciasis — Transmission — *Onchocerca/Simulium* complexes — Savanna — Forest — Human and vector migrations.

1. INTRODUCTION

Même si l'on admet que l'onchocercose ne peut, à elle seule, être considérée comme le « facteur explicatif » du vide humain des vallées de l'Afrique des savanes (Marchal, 1978), cette maladie reste une cause de débilité, de souffrance, de cécité et constitue un obstacle important au peuplement humain et un facteur d'émigration important.

Le Programme de lutte contre l'onchocercose, mené depuis 1974, a pour finalité le repeuplement de ces vallées (« opération retour » des émigrés des zones de savane dans leur pays d'origine) dans de bonnes conditions : dangers de l'onchocercose oculaire supprimés ou, tout au moins, minimisés au-dessous d'un certain seuil. On peut supposer que malgré un effort soutenu et très intense de lutte contre les vecteurs, une transmission d'*Onchocerca volvulus* (Leuckart) 1893 continuera de se produire dans la zone du Programme pour plusieurs raisons : populations résiduelles de simulies vectrices ou femelles de réinvasion ; persistance du réservoir d'*O. volvulus* et immigration de sujets

(« opération retour ») hébergeant *O. volvulus* (Rapport OMS, 1977).

L'émigration des habitants des zones de savane s'est faite en grande partie vers les zones de « grandes rivières » de forêt (gîtes à *Simulium sanctipauli* — *Simulium soubrense* Vajime et Dunbar, 1975) alors que les zones de « petites rivières » de forêt (gîtes à *S.* groupe *yahense* Vajime et Dunbar, 1975 — *squamosum* Enderlein, 1921) sont encore peu concernées par ce phénomène.

En Côte d'Ivoire, l'afflux des étrangers, principalement voltaïques et maliens, s'est fait vers les villes et les campagnes (Marguerat, 1979). L'immigration voltaïque, qui forme avec 500 000 ruraux le gros du peuplement étranger des campagnes, est surtout importante dans le sud-est du pays, tout particulièrement dans les régions où existe une économie de plantation déjà ancienne. Les Maliens, moins nombreux (207 000) sont, largement représentés dans les villes. Leurs migrants ruraux se trouvent principalement dans la zone forestière riche : 60 % d'entre eux se sont groupés dans les départements du sud-est.

Ces migrants, originaires des zones de savane, toujours susceptibles d'avoir conservé une « onchocercose de savane » et ayant pu contracter de plus une « onchocercose de forêt » pendant leur séjour dans leur pays d'immigration, pourraient dans les années à venir, lors d'une éventuelle « opération retour », renouveler le réservoir de parasites dans leur pays d'origine.

Nous avons donc étudié les modalités expérimentales de transmission par des simulies de savane autochtones de souches parasitaires d'*O. volvulus* importées de forêt.

2. MÉTHODES

En Afrique de l'Ouest francophone la transmission de l'onchocercose humaine est assurée essentiellement par les femelles du complexe *Simulium damnosum* en savane et en forêt. En savane les gîtes sont principalement colonisés par *S. damnosum* Theobald, 1903 s.s. et *S. sirbanum* Vajime et Dunbar, 1975. En forêt, les paires vectrices diffèrent suivant les régions : *S. sanctipauli*-*S. soubrense* colonisent les grandes rivières et *S. yahense*-*S. squamosum* colonisent les petites rivières. Ces types de gîtes recouvrent des entités cytotaxonomiques.

2.1. Choix de la zone d'étude

La zone d'étude choisie, représentative d'une zone éventuelle de repeuplement, est la région de Kita (République du Mali), au bord du Bakoye, au niveau du pont sur la route Kita-Galé dans un foyer hyperendémique d'onchocercose de savane (Prod'hon *et al.*, 1976). Les observations ont été effectuées en octobre 1979 et en octobre 1980. (variations extrêmes des températures diurnes : respectivement 24 à 33° C et 17 à 34° C).

2.2. Sélection des onchocerquiens

Pour chaque onchocerquien, nous avons calculé la densité microfilarienne moyenne (moyenne arithmétique des deux biopsies cutanées exsangues effectuées aux deux crêtes iliaques avec une pince Holth et lues une demi-heure après le prélèvement en eau distillée : Prost et Prod'hon, 1978) et rapporté cette densité au milligramme de peau suivant la méthode de Rougemont *et al.*, 1975.

Nous avons choisi des onchocerquiens présentant des densités microfilariennes élevées ce qui

assure une grande dispersion des prises de microfilaires par les simulies et permet l'étude des différentes modalités de passage : mise en évidence éventuelle de phénomène de limitation, de proportionnalité...

Nous avons sélectionné quatre onchocerquiens originaires des différentes zones bioécologiques de transmission de l'onchocercose :

— un onchocerquien originaire de la zone d'étude (village de Fondougouni sur la route Kita-Galé à 4 km du pont sur le Bakoye) pour donner, à titre de référence, les modalités du passage de la membrane stomacale des simulies de cette région ; cet onchocerquien (onchocerquien n° 1) d'origine « savanicole » est âgé de 18 ans et sa densité microfilarienne moyenne est de 50 microfilaires par mg de peau ;

Trois onchocerquiens vivant en région forestière :

— un onchocerquien (onchocerquien n° 2), âgé de 50 ans, originaire du village de M'Basso (Côte d'Ivoire) situé sur la Comoé, dans un foyer de « grande rivière » de forêt, à un niveau où il n'y a pratiquement pas d'affluents (la transmission est assurée essentiellement par la paire *S. sanctipauli*-*S. soubrense*) ; cet onchocerquien d'origine forestière « grande rivière » présente une densité microfilarienne de 114 microfilaires par mg de peau ;

— un onchocerquien (onchocerquien n° 3), âgé de 45 ans, migrant de savane (Koutiala, Mali) et établi à M'Basso depuis une vingtaine d'années ; cet onchocerquien dit « allogène », vivant dans un foyer de « grande rivière » de forêt, présente une densité microfilarienne moyenne de 134 microfilaires par mg de peau ;

— le dernier onchocerquien (onchocerquien n° 4) est originaire de Sioba (au nord de la ville de Danané, Côte d'Ivoire), foyer de « petite rivière » de forêt où la transmission est assurée localement par la paire *S. yahense*-*S. squamosum* ; cet onchocerquien d'origine forestière « petite rivière » est âgé de 20 ans et sa densité microfilarienne moyenne est de 79 microfilaires par mg de peau.

2.3. Points d'étude abordés

2.3.1. DÉTERMINATION DES FEMELLES PIQUEUSES

La détermination des femelles piqueuses a été effectuée par les méthodes morphologiques : forme et mensuration des antennes et nombre de dents maxillaires (Quillévéré *et al.*, 1977) ; coloration des touffes alaires situées à la base de la nervure radiale de l'aile (Lewis et Duke, 1966).

Nous avons également effectué l'examen des

chromosomes géants des glandes salivaires de larves prélevées dans le Bakoye (Quillévéré, 1979).

2.3.2. INGESTION DES MICROFILAIRES

Pour chaque onchocerquien, nous avons noté le nombre de simulies ayant ingéré des microfilaires et les moyennes arithmétiques des microfilaires ingérées par similie observées vingt-quatre heures après le repas sanguin.

2.3.3. ÉTUDE DE LA PROBABILITÉ DE PASSAGE DANS L'HÉMOCELÈ

Le point d'étude abordé est principalement le passage de la membrane stomacale de la similie puisqu'une des étapes essentielles conditionnant le rendement d'un vecteur en savane est celle où les microfilaires quittent l'estomac pour atteindre l'hémocèle. L'étude du taux moyen de passage (moyenne des taux de passage individuels c'est-à-dire pour chaque similie proportion des microfilaires passées dans l'hémocèle par rapport aux microfilaires ingérées) a été effectuée sur les femelles disséquées vingt-quatre heures après le repas de sang. Dans deux cas (simulies gorgées sur un onchocerquien de savane et simulies gorgées sur un onchocerquien de forêt « grande rivière »), nous avons étudié la chronologie de ce passage en disséquant des lots de simulies 1 à 60 mn, 3 h., 6 h., 8 h., 12 h. et 24 h. après le repas. Dans ces deux cas, nous avons également suivi le développement parasitaire jusqu'à la fin du cycle. Le dernier point d'étude abordé est la mortalité vectorielle au cours des premières vingt-quatre heures de survie.

3. RÉSULTATS

3.1. Détermination des femelles piqueuses

Toutes les femelles de simulies étudiées présentaient des caractères morphologiques comparables, typiques d'espèces savaniques et correspondant à *S. sirbanum*. L'examen des chromosomes des glandes salivaires de larves prélevées dans le Bakoye a mis en évidence la présence exclusive de larves de *S. sirbanum*.

3.2. Analyse des résultats

3.2.1. INGESTION DES MICROFILAIRES

Dans tous les cas, le nombre de simulies ayant

ingéré des microfilaires est très important, toujours égal ou supérieur à 95 % :

— microfilaires d'origine savanicole (onchocerquien n° 1) : sur 581 femelles gorgées, 579 ont ingéré des microfilaires et la moyenne des microfilaires ingérées par femelle observée après dissection vingt-quatre heures après le repas de sang est de 147,85 ;

— microfilaires d'origine forestière (« grande rivière », onchocerquien n° 2) : sur 727 simulies gorgées, 720 ont ingéré des microfilaires et la moyenne des microfilaires ingérées par femelle observée après dissection vingt-quatre heures après le repas de sang est de 104,6 ;

— microfilaires du sujet « allogène » (onchocerquien n° 3) : sur 388 simulies gorgées, 386 ont ingéré des microfilaires (moyenne des microfilaires ingérées par femelle observée : 120,5) ;

— microfilaires d'origine forestière (« petite rivière », onchocerquien n° 4) : sur 499 simulies gorgées, 474 ont ingéré des microfilaires (moyenne des microfilaires ingérées par femelle observée : 65,7).

3.2.2. CHRONOLOGIE DU DÉVELOPPEMENT

Nous donnons (tabl. I) les résultats des dissections effectuées entre une minute et vingt-quatre heures après le repas sur 382 femelles de *S. sirbanum* ayant ingéré des microfilaires d'origine savanicole.

Les femelles de *S. sirbanum* ayant ingéré des microfilaires d'origine savanicole se comportent comme l'ensemble des femelles savaniques du complexe vis-à-vis de *O. volvulus* en zone de savane ouest-africaine (Bain, 1971 ; Philippon et Bain, 1972 ; Philippon, 1977) : le passage des microfilaires vers l'hémocèle s'effectue dès les premières heures (60 % des femelles présentant des microfilaires dans l'hémocèle — femelles parasitées — dès la troisième heure) ; la proportion des femelles parasitées augmente jusqu'aux environs de 80 % à la vingt-quatrième heure ; le taux moyen de passage augmente jusqu'à vingt-quatre heures après le repas, avec un pic à la sixième heure ; vingt-quatre heures après le repas, le taux moyen de passage (moyenne des taux individuels) est de 5,8.

Nous donnons (tabl. II) les résultats des dissections effectuées entre une minute et vingt-quatre heures après le repas sur 727 femelles de *S. sirbanum* ayant ingéré des microfilaires d'origine forestière « grande rivière » (onchocerquien n° 2).

TABLEAU I

Résultats des dissections effectuées entre une minute et vingt-quatre heures après le repas de sang : femelles de *S. sirbanum* ayant ingéré des microfilaires d'origine savanicole.

| Durée de survie | 1-60 mn | 3 h. | 6 h. | 8 h. | 12 h. | 24 h. | Mortes disséquées |
|-------------------------------------|---------|------|-------|------|-------|--------|-------------------|
| Effectifs des simulies gorgées | 18 | 40 | 76 | 16 | 52 | 180 | 78 |
| Moyenne des microfilaires ingérées | 244,8 | 190 | 174,9 | 174 | 243,4 | 147,85 | 468,4 |
| Effectifs des simulies parasitées * | 5 | 25 | 44 | 14 | 37 | 143 | |

* Femelles présentant des microfilaires dans l'hémocèle.

TABLEAU II

Résultats des dissections effectuées entre une minute et vingt-quatre heures après le repas de sang : femelles de *S. sirbanum* ayant ingéré des microfilaires d'origine forestière.

| Durée de survie | 1-60 mn | 3 h. | 6 h. | 8 h. | 12 h. | 24 h. | Mortes disséquées |
|------------------------------------|---------|-------|-------|------|-------|-------|-------------------|
| Effectifs des simulies gorgées | 46 | 69 | 76 | 35 | 89 | 412 | 62 |
| Moyenne des microfilaires ingérées | 196,8 | 190,3 | 113,7 | 86,5 | 112,4 | 104,6 | 426,6 |
| Effectifs des simulies parasitées | 7 | 24 | 28 | 22 | 55 | 222 | |

Le comportement des femelles de *S. sirbanum* ayant ingéré des microfilaires d'origine forestière (« grandes rivières ») est légèrement différent : la proportion des femelles parasitées augmente régulièrement en fonction de la durée de survie mais reste toujours plus faible que dans le cas précédent ; vingt-quatre heures après le repas de sang, cette proportion est légèrement supérieure à 55 % : le taux moyen de passage augmente régulièrement et est de 3,9 vingt-quatre heures

après le repas de sang (avec un pic à douze heures : 4,9).

L'étude de 140 et 170 femelles de *S. sirbanum* ayant ingéré respectivement des microfilaires d'origines savanicole et forestière (type « grande rivière : onchocerquien n° 2) et disséquées entre un et six jours après le repas (température diurne variant entre 23° C à 8 heures du matin et 33° C au milieu de la journée) a permis de constater les faits suivants :

Passage Savane — Savane

Simulium sirbanum

FIG. 2. — Échelle logarithmique
 Ordonnée : moyenne de microfilaires passées
 Abscisse : microfilaires ingérées.

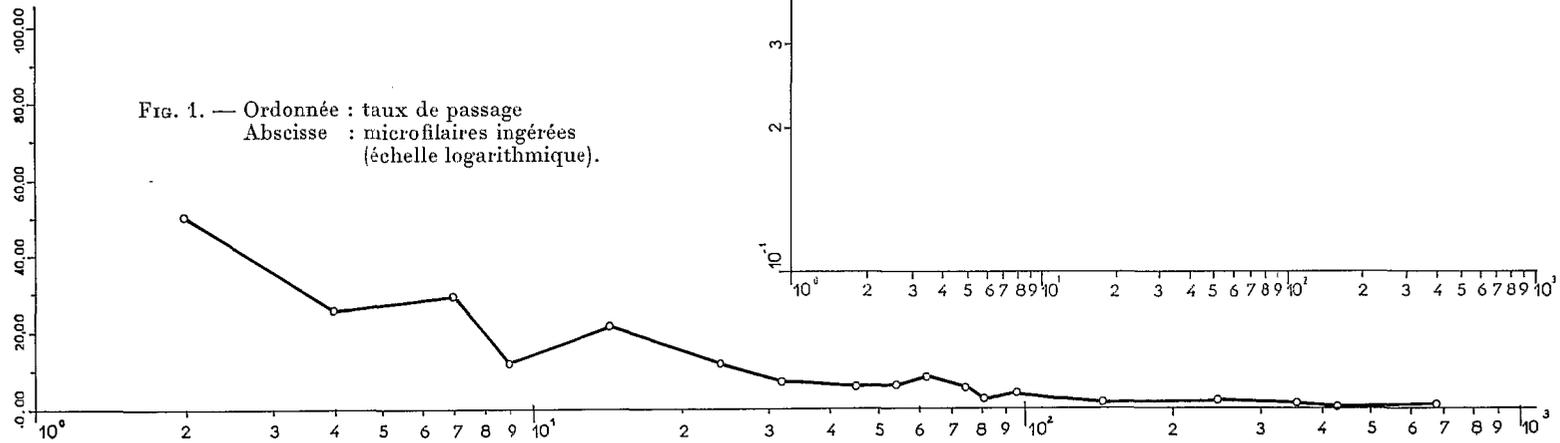
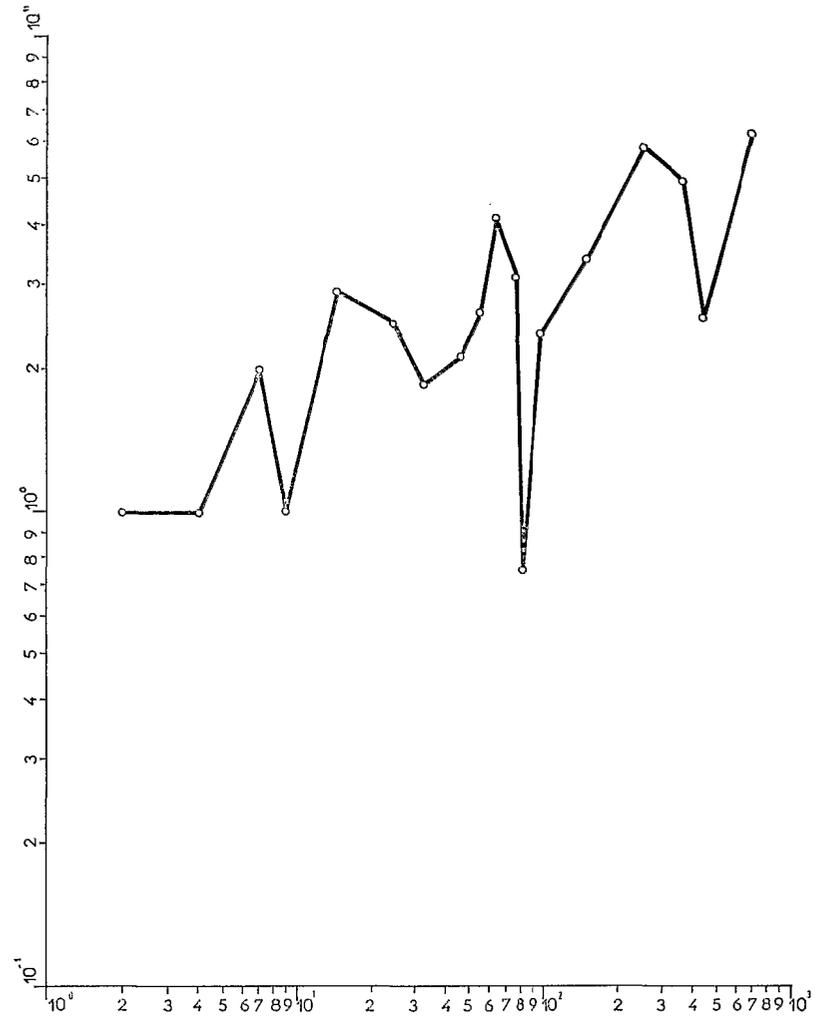


FIG. 1. — Ordonnée : taux de passage
 Abscisse : microfilaires ingérées
 (échelle logarithmique).

— apparition des premiers stades II au quatrième jour après le repas dans les deux cas ;

— apparition des premiers stades III au sixième jour après le repas pour les simulies ayant ingéré des microfilaries d'origine savanicole (nous n'avons pu maintenir de femelles ayant ingéré des microfilaries d'origine forestière assez longtemps en survie pour observer l'apparition des premiers stades III).

3.2.3. ÉTUDE QUANTITATIVE DU PASSAGE DE LA MEMBRANE STOMACALE DE *S. sirbanum*

Nous ne prendrons en compte que les résultats obtenus vingt-quatre heures après le repas, temps de survie auquel le passage de la membrane stomacale par les microfilaries peut être considéré comme terminé. Ces résultats sont différents suivant l'origine géographique des microfilaries ingérées. Pour chaque observation, nous avons figuré en fonction des microfilaries ingérées le taux de passage et la moyenne des microfilaries passées.

Microfilaries d'origine savanicole (fig. 1 et 2)

Vingt-quatre heures après le repas, le taux moyen de passage est de 5,8 (180 simulies disséquées) ; ce taux décroît avec l'augmentation des quantités de microfilaries ingérées ; le nombre moyen de microfilaries passées par similie varie de zéro à six quel que soit le nombre de microfilaries ingérées ; à l'intérieur de cet intervalle de variation, on peut observer une tendance à la proportionnalité des microfilaries passées en fonction des microfilaries ingérées.

Au cours de la seconde série d'observations, la majorité des femelles disséquées (152 sur 199) présente également de zéro à six microfilaries dans l'hémocèle quel que soit le nombre de microfilaries ingérées.

Les nombres de microfilaries passées dans l'hémocèle supérieurs à l'intervalle de variation sont plus élevés et plus fréquents pour les fortes quantités de microfilaries ingérées : sur 180 femelles disséquées, 25 présentent plus de six microfilaries dans l'hémocèle dont onze ont ingéré entre une et 99 microfilaries (entre 7 et 11 microfilaries dans l'hémocèle ; moyenne arithmétique 8,2) et quatorze plus de cent microfilaries (entre 7 et 42 microfilaries passées ; moyenne arithmétique 14,2).

La proportion de femelles parasitées à vingt-quatre heures est importante : près de 80 % au cours de la première série d'observations (143 femelles parasitées sur 180 disséquées) et près de

95 % pour la deuxième série d'observations (189 femelles parasitées sur 199 disséquées).

Microfilaries d'origine forestière « grande rivière » : sujet n'ayant jamais quitté sa région d'origine (fig. 3 et 4)

Nous observons, vingt-quatre heures après le repas (412 simulies disséquées), un taux moyen de passage de 3,9. Nous retrouvons le même phénomène de limitation que précédemment : décroissance du taux moyen de passage en fonction des quantités croissantes de microfilaries ingérées ; intervalle de variation des nombres moyens de microfilaries passées entre zéro et quatre ; nous retrouvons la même tendance à la proportionnalité des microfilaries passées en fonction des microfilaries ingérées dans l'intervalle de variation. Sur ces 412 femelles disséquées, 24 présentent plus de quatre microfilaries dans l'hémocèle dont neuf ont ingéré entre une et 99 microfilaries (entre 5 et 11 microfilaries passées, moyenne arithmétique : 7,2) et quinze plus de cent microfilaries (entre 5 et 47 microfilaries passées, moyenne arithmétique : 10).

La proportion de femelles parasitées est d'environ 55 % pour les femelles disséquées vingt-quatre heures après le repas (222 sur 412).

Microfilaries provenant du migrant d'origine savanicole établi depuis vingt ans en forêt (fig. 5 et 6)

Le taux moyen de passage pour les femelles disséquées vingt-quatre heures après le repas (388 simulies) décroît en fonction des quantités croissantes de microfilaries ingérées et est de 4,8. L'intervalle de variation des microfilaries passées s'établit entre zéro et cinq.

Le nombre de microfilaries passées dans l'hémocèle supérieur à l'intervalle de variation est très important : sur 388 femelles disséquées, vingt-quatre heures après le repas de sang, soixante-neuf présentent plus de six microfilaries dans l'hémocèle dont 24 ont ingéré entre une et 99 microfilaries (entre 7 et 32 microfilaries passées ; moyenne arithmétique : 21,2) et 45 plus de cent microfilaries (entre 7 et 226 ; moyenne arithmétique : 30).

Nous avons noté des nombres importants de microfilaries passées dans l'hémocèle chez des femelles ayant ingéré de grosses quantités de microfilaries (220 et plus) : 101, 116, 60, 87, 226. Sur neuf simulies ayant ingéré plus de 500 microfilaries, cinq présentaient des nombres élevés de

Passage Forêt — Savane

Onchocerquien de forêt grande rivière
Simulium sirbanum

FIG. 4. — Échelle logarithmique
Ordonnée : moyenne de microfaires passées
Abscisse : microfaires ingérées.

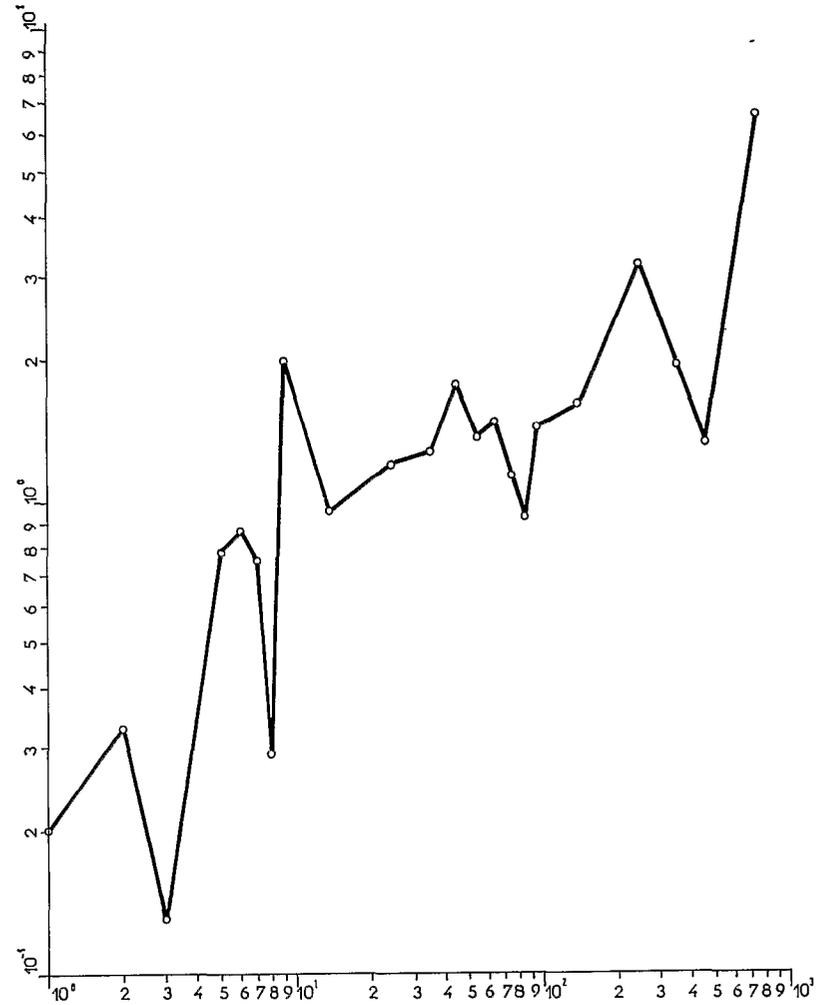
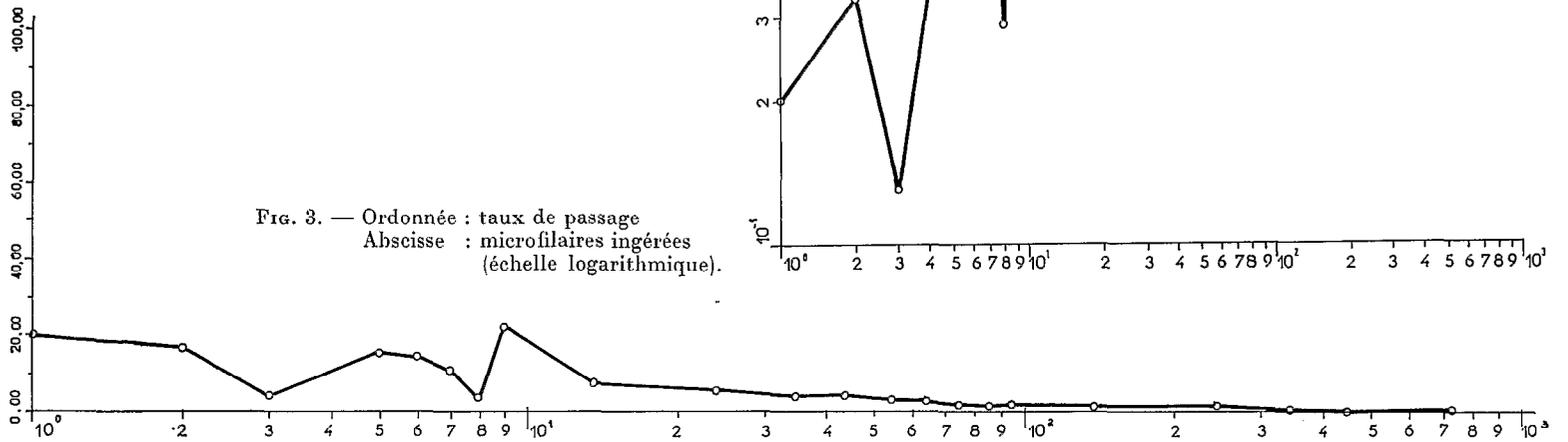


FIG. 3. — Ordonnée : taux de passage
Abscisse : microfaires ingérées
(échelle logarithmique).



Passage Forêt — Savane

Forêt grande rivière — Migrant
Simulium sirbanum

FIG. 6. — Échelle logarithmique
Ordonnée : moyenne de microfilaires passées
Abscisse : microfilaires ingérées.

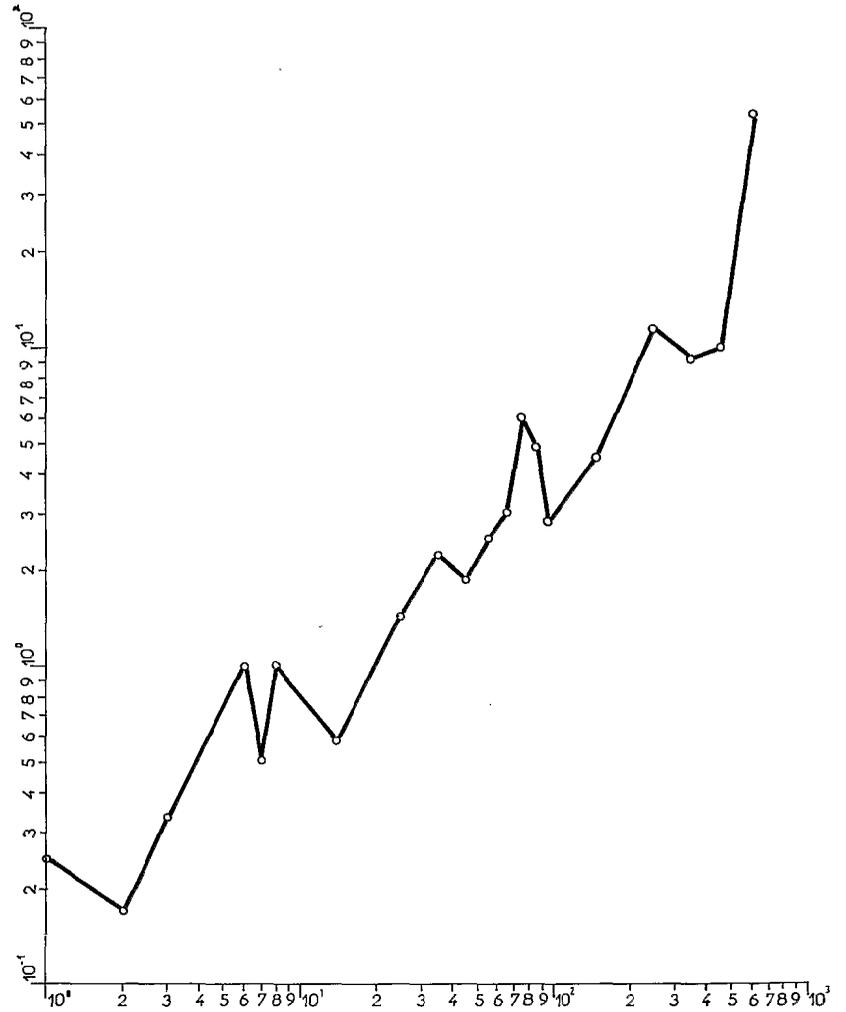
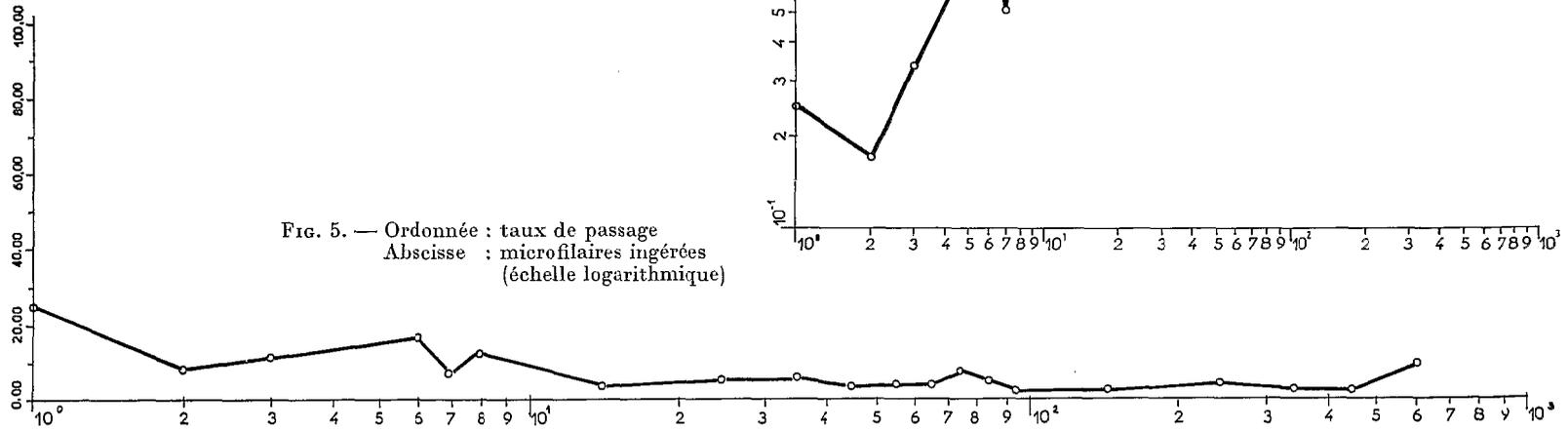


FIG. 5. — Ordonnée : taux de passage
Abscisse : microfilaires ingérées
(échelle logarithmique)



microfilaires dans l'hémocèle : 40, 50, 57, 87, 226.

La proportion de femelles parasitées est supérieure à 67 % vingt-quatre heures après le repas de sang (260 sur 388).

Microfilaires d'origine forestière « petite rivière » (fig. 7 et 8)

Le taux moyen de passage est de 2,1 (499 simulies disséquées) et l'intervalle de variation des microfilaires passées se situe entre zéro et trois. Sur les 42 simulies ayant ingéré de une à quatre microfilaires, aucune ne présente de microfilaires passées dans l'hémocèle (sur 40 femelles de *S. yahense* gorgées sur un onchocerquien de même origine géographique, de densité microfilarienne comparable et ayant ingéré de une à quatre microfilaires, onze seulement ne présentent pas de microfilaires dans l'hémocèle).

Les passages supérieurs à l'intervalle de variation sont relativement rares : 26 femelles sur 499 présentent plus de quatre microfilaires dans l'hémocèle ; quatre valeurs sont supérieures à 10 : 19, 39, 16 et 54 pour des valeurs respectives de microfilaires ingérées de 91, 160, 244 et 1 100. Vingt-quatre heures après le repas de sang, la proportion de femelles parasitées est de 30,9 % (154 sur 499).

3.2.4. MORTALITÉ VECTORIELLE

La mortalité vectorielle, facteur affectant le rendement parasitaire, a été importante dans tous les cas au cours des premières vingt-quatre heures de survie pour les femelles ayant ingéré de fortes quantités de microfilaires.

Nous avons noté les moyennes suivantes de microfilaires ingérées sur les différents onchocerquiens, après dissection d'un certain lot de femelles mortes : 468,4 (onchocerquien n° 1, 78 femelles) ; 426,6 (onchocerquien n° 2, 62 femelles) ; 367,5 (onchocerquien n° 3, 110 femelles) et 175, 2 (onchocerquien n° 4, 36 femelles).

4. DISCUSSION

Quelle que soit l'origine des microfilaires ingérées par *S. sirbanum*, nous observons le même phénomène de limitation déjà signalé en zone de savane ouest-africaine (Bain, 1971 ; Philippon et Bain, 1972) et défini par :

— un taux moyen de passage de la membrane

stomacale par les microfilaires décroissant quand le nombre de microfilaires ingérées augmente avec une limite supérieure du nombre moyen de microfilaires passées différente pour chaque couple vecteur-parasite ;

— un intervalle de variation étroit (différent suivant l'origine des microfilaires) du nombre moyen des microfilaires passées indépendant du nombre de microfilaires ingérées ; mais à l'intérieur de cet intervalle, on peut observer une tendance à la proportionnalité du passage en fonction du nombre de microfilaires ingérées, se caractérisant par une fréquence plus grande des nombres élevés de microfilaires passées en fonction de l'augmentation des microfilaires ingérées.

Cette tendance à la proportionnalité du nombre moyen de microfilaires passées dans l'hémocèle en fonction de la quantité de microfilaires ingérées est surtout remarquable pour les petites prises de microfilaires. Au delà d'un certain nombre de microfilaires ingérées le nombre de microfilaires passant dans l'hémocèle reste constant. En fonction des quantités de microfilaires ingérées cette limitation est atteinte plus ou moins rapidement suivant le couple vecteur-parasite considéré. Cette tendance à la proportionnalité en fonction de l'ingestion des microfilaires peut se caractériser pour chaque couple vecteur-parasite par :

— une proportion plus ou moins importante de femelles parasitées (simulies présentant des microfilaires passées dans l'hémocèle) ;

— un nombre de microfilaires passées dans l'hémocèle atteignant plus ou moins rapidement la valeur maximale de l'intervalle de variation pour chaque femelle parasitée.

Si nous analysons le passage de la paroi stomacale pour les petites valeurs de microfilaires ingérées (une à dix) chez les couples *S. sirbanum*/*O. volvulus* « savanicole » et *S. sirbanum*/*O. volvulus* « forêt petite rivière » nous constatons que :

— dans le premier cas plus de 70 % des simulies ayant ingéré des microfilaires sont parasitées et le nombre de microfilaires passées par similie varie de une à quatre ;

— dans le deuxième cas, le passage des microfilaires dans l'hémocèle ne se fait qu'au dessus d'un certain « seuil d'ingestion » (aucune des 42 femelles ayant ingéré de une à quatre microfilaires ne présentait de microfilaires dans l'hémocèle) ; la proportion des femelles parasitées est faible pour les femelles ayant ingéré de cinq à dix microfilaires (11 sur 56) ; le nombre de microfilaires

Passage Forêt — Savane

Onchocerquien de forêt petite rivière
Simulium sirbanum

FIG. 8. — Échelle logarithmique
Ordonnée : moyenne de microfaires passées
Abscisse : microfaires ingérées.

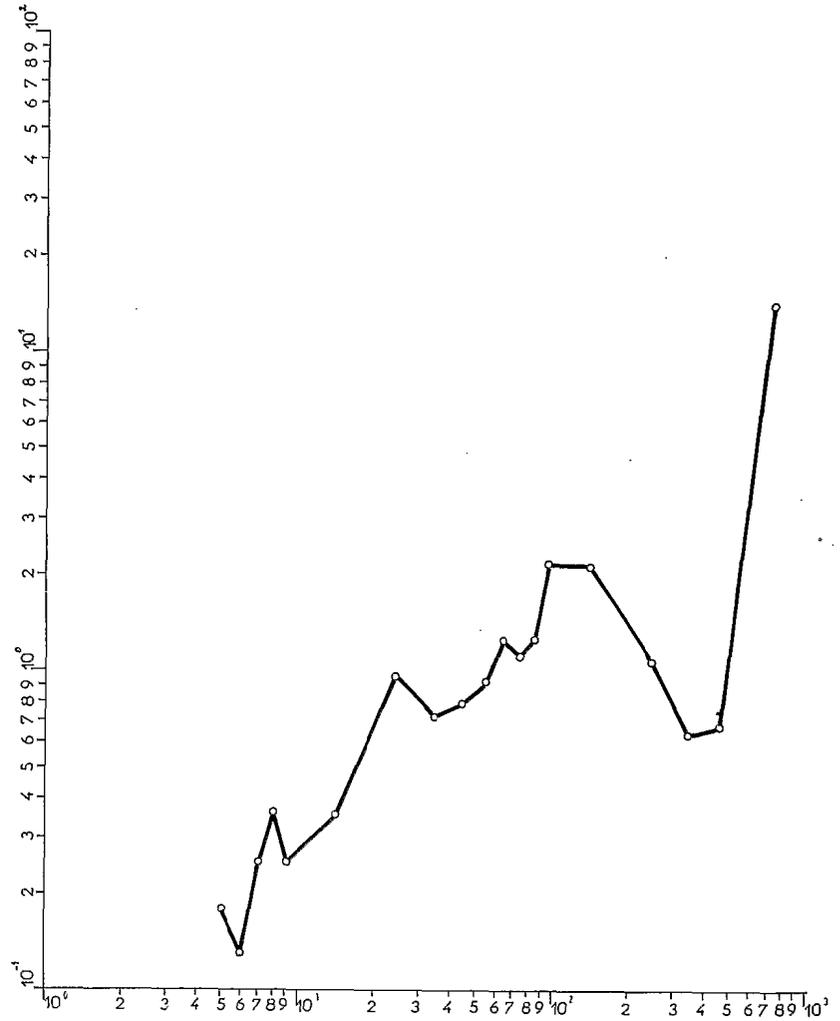
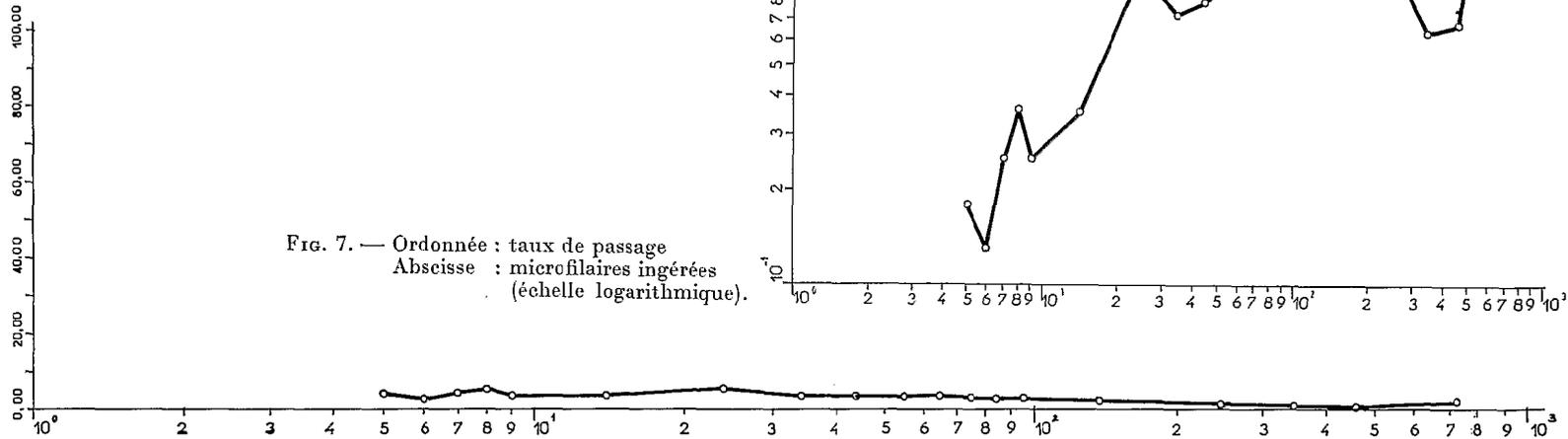


FIG. 7. — Ordonnée : taux de passage
Abscisse : microfaires ingérées
(échelle logarithmique).



passées par simule est toujours faible : une microfilaire passée pour dix des onze femelles parasitées et deux microfilaires passées pour celle ayant ingéré dix microfilaires. Les deux autres couples vecteur-parasite étudiés présentent des situations intermédiaires entre ces deux cas extrêmes.

Ce phénomène de proportionnalité du nombre moyen de microfilaires passées à l'intérieur d'un intervalle de variation plus ou moins étroit suivant le couple-vecteur parasite étudié nous amène à :

— constater des conséquences sur l'épidémiologie de la maladie : diminution de l'intensité de transmission en cas de faibles prises de microfilaires par les simules avec abaissement secondaire de la densité microfilarienne chez l'homme ayant pour conséquence des repas pauvres en microfilaires au cours des prochaines piqûres simulidiennes ; intérêt d'une chimiothérapie abaissant les densités microfilariennes humaines à un niveau pouvant diminuer l'intensité de transmission ; cette diminution de l'intensité de transmission en cas de faibles prises de microfilaires (dues ou non à une action thérapeutique) peut amener progressivement, par une sorte de réaction en chaîne, l'extinction d'un foyer.

— envisager une explication de certaines différences observées au niveau du passage de la membrane stomacale des femelles savanicoles du complexe *S. damnosum* gorgées sur des onchocerciens présentant des densités microfilariennes très différentes (Philippon, 1977).

On peut supposer que la capacité d'une microfilaire à traverser la paroi stomacale en cas de petits nombres de microfilaires ingérées pourrait mesurer le degré d'adaptation entre vecteur et parasite, de façon plus exacte que la moyenne générale du taux de passage qui dépend en partie du nombre de microfilaires ingérées donc de la densité microfilarienne de l'hôte.

Si nous prenons comme référence les résultats obtenus avec *S. sirbanum* ingérant des microfilaires d'origine savanicole, nous pouvons classer, par ordre croissant de limitation, les résultats obtenus avec les microfilaires d'origine forestière :

— modalités de passage de la membrane stomacale sensiblement comparables (moyenne générale du taux de passage, intervalle de variation des moyennes de microfilaires passées, proportion de femelles parasitées) pour les femelles se gorgeant sur un onchocercien ayant émigré d'une région de savane et établi depuis vingt ans dans

une région de forêt type « grande rivière » ;

— phénomène de limitation plus marqué avec l'onchocercien originaire de forêt « grande rivière » n'ayant jamais quitté sa région d'origine ;

— phénomène de limitation très marqué avec l'onchocercien originaire de forêt « petite rivière » (les différences observées sont très hautement significatives dans ce dernier cas).

5. CONCLUSION

L'étude des potentialités vectrice expérimentales des femelles savanicoles du complexe *S. damnosum* a mis en évidence un phénomène de limitation du passage de la membrane stomacale des simules par les microfilaires, quelle que soit l'origine géographique de ces microfilaires. Cette limitation pourrait se définir comme étant un intervalle étroit de variation du nombre de microfilaires passées dans l'hémocèle, indépendant du nombre de microfilaires ingérées, mais avec, dans cet intervalle, une tendance à la proportionnalité entre microfilaires ingérées et microfilaires passées dans l'hémocèle.

En prenant comme référence les résultats obtenus chez le couple vecteur-parasite *S. sirbanum/O. volvulus* savanicole (même origine locale), nous constatons que la limitation est plus marquée avec les microfilaires d'origine forestière, particulièrement avec les microfilaires d'origine forestière « petite rivière » (différence statistiquement significative) ; par contre, nous obtenons des résultats très proches avec un onchocercien originaire de savane et établi en forêt « grande rivière » depuis une vingtaine d'années : cet onchocercien vit dans un village d'immigrants d'origine malienne, avec possibilité d'entretien d'une souche parasitaire savanicole par les vecteurs forestiers locaux à partir de ce réservoir ; on peut donc supposer chez ce sujet l'existence de populations parasitaires d'origine savanicole et forestière (avec acquisition secondaire de cette dernière). Si la seule souche forestière est présente on peut penser à l'hypothèse d'un effet d'adaptation homme-parasite.

Ce phénomène de limitation n'est pas général : des observations récentes (Séchan, 1981) ont mis en évidence un phénomène de proportionnalité du passage de la membrane stomacale de *S. sirbanum* par les microfilaires d'*O. ochengi* Bwangamoi, 1969, parasite de bovidés, dans une zone d'étude proche de la nôtre.

L'adaptation vecteur-souche ou espèce d'on-

chocercerque doit être à l'origine des phénomènes de limitation plus ou moins importante ou de proportionnalité du passage de la membrane stomacale constatés chez le même vecteur. Des études histologiques devraient permettre d'évaluer dans chaque cas le rôle de la membrane péritrophique dans la transmission du parasite en fonction de son origine.

L'analyse statistique (test « t » de Student) des résultats obtenus au cours d'études précédentes (Quillévére, 1979) montre que dans le cas de femelles savanicoles du complexe *S. damnosum*, il n'y a pas de réduction parasitaire appréciable après le passage de la membrane stomacale ; cette étape conditionne donc, en savane, le rendement parasitaire du vecteur en ce qui concerne *O. volvulus*.

A court terme, les conséquences du retour dans leur pays d'origine des émigrés des zones de savane installés en forêt (et ayant pu contracter une onchocercose de forêt) seront différentes suivant les situations :

— soit leur retour s'effectuera dans une zone où le vecteur est éliminé et la transmission ne pourra se faire, au moins temporairement ;

— soit leur retour s'effectuera dans une zone traitée où subsistent des populations de simules (populations résiduelles ou femelles de réinvasion) ; dans ce cas, ce retour pourra être à l'origine de reviviscence de foyers d'onchocercose, parasites et vecteurs étant à nouveau en contact.

Mais quelle que soit la cause de persistance du vecteur, l'intensité de transmission n'en sera pas aggravée : dans le cas de femelles du complexe savanicole, la limitation du passage des microfilaraires d'origine forestière dans l'hémocèle du vecteur sera au moins aussi intense que pour les microfilaraires d'origine locale.

Mais on peut craindre que l'interaction vecteur-parasite ne modifie la pathogénicité de la souche parasitaire pour l'homme, les souches d'onchocercerques d'origine forestière pouvant éventuellement acquérir une pathogénicité comparable à celle d'onchocercerques savanicoles.

Par contre la transmission de souches parasitaires savanicoles par les femelles forestières du complexe *S. damnosum* (migrations vectorielle ou humaine, installation de ces femelles dans un nouveau biotope) peut avoir des conséquences importantes sur le rendement parasitaire.

Il existe chez ces femelles forestières un phénomène de proportionnalité du passage de la membrane stomacale par les microfilaraires d'*O. volvulus* quelle que soit leur origine géographique, (Philippon,

1977 ; Prod'hon *et al.*, 1981) avec une réduction significative au cours du cycle parasitaire, entre larves du premier et du troisième stades mais le nombre de ces derniers reste toujours important : supérieur à dix ans dans le cas de transmissions croisées expérimentales avec *S. sanctipauli-S. soubrense* (Quillévére, 1979).

La pathogénicité plus importante de l'onchocercose de savane justifie de façon prioritaire des recherches sur la différenciation des souches parasitaires d'origine savanicole et forestière au niveau des adultes mais également au niveau des stades larvaires.

Du point de vue épidémiologique, la différenciation des stades larvaires permettra la détermination de leur origine dans une population vectorielle (ou même humaine), l'analyse d'éventuelles modifications dues à l'interaction vecteur-parasite et l'identification des différentes souches d'onchocercerques aux divers stades de leur développement. Des techniques miniaturisées d'analyse iso-enzymatique pourraient être à même de résoudre ces problèmes en tout ou partiellement.

D'autres possibilités peuvent être envisagées pour expliquer la différence de gravité entre onchocercose en zone de savane et en zone de forêt. L'étude comparative des réponses sérologiques (Prod'hon *et al.*, 1982) a mis en évidence des différences très hautement significatives entre deux villages d'hyperendémie onchocercerquienne : l'un, situé en savane, présente des prévalences élevées des signes cliniques les plus graves et est soumis à une transmission annuelle discontinue ; l'autre, situé en zone pré-forestière, présente des prévalences peu élevées des signes cliniques les plus graves et est soumis à une transmission continue tout au long de l'année.

Pour mieux connaître la part des phénomènes immunologiques (immunité ou au contraire sensibilisation) dans l'apparition des diverses complications onchocercerquiennes, des recherches doivent être effectuées à grande échelle dans des zones typiques d'onchocercose de savane et d'onchocercose dite de forêt.

REMERCIEMENTS

Nous remercions MM. R. BAKER, K. DIALLO et F. LARDEUX pour leur collaboration et les autorités administratives et sanitaires du Centre de Kita (Mali) pour les facilités accordées à notre travail.

Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'O.R.S.T.O.M., le 29 septembre 1982.

BIBLIOGRAPHIE

- BAIN (O.), 1971. — Transmission des filarioses. Limitation des passages des microfilaires ingérées vers l'hémocèle du vecteur. Interprétation. *Ann. Paras. hum. comp.*, 46, 5 : 613-631.
- LEWIS (D. J.) et DUKE (B. O. L.), 1966. — *Onchocerca/Simulium* complexes. II. Variation in West African females *Simulium damnosum*. *Ann. trop. Méd. Parasitol.*, 60, 3 : 337-346.
- MARCHAL (J. Y.), 1978. — L'onchocercose et les faits de peuplement dans le bassin des Voltas : un objet de controverse. *J. des Africanistes*, 48, 2 : 9-30.
- MARGUERAT (Y.), 1979. — Des ethnies et des villes. Analyse des migrations vers les villes de Côte d'Ivoire. *Rapport ronéo.*, Centre O.R.S.T.O.M., de Petit-Bassam et Direction de la Statistique de Côte d'Ivoire.
- PHILIPPON (B.), 1977. — Étude sur la transmission d'*Onchocerca volvulus* (Leuckart), 1893 (Nematoda, Onchocercidae) par *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae) en Afrique tropicale. *Trav. et Doc. de l'O.R.S.T.O.M.*, n° 63 : 308 p.
- PHILIPPON (B.) et BAIN (O.), 1972. — Transmission de l'onchocercose humaine en zone de savane d'Afrique Occidentale. Passage des microfilaires d'*Onchocerca volvulus* dans l'hémocèle de la femelle de *Simulium damnosum*. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. X, n° 3 : 251-261.
- PROD'HON (J.), AMBROISE-THOMAS (P.) et LARDEUX (F.), 1982. — Étude sérologique et parasitologique comparative de deux villages d'hyperendémie onchocercarienne au Mali (zone de savane) et en Côte d'Ivoire (zone pré-forestière). Relation avec la gravité de la maladie. *Ann. Soc. belge Méd. trop.* (sous presse).
- PROD'HON (J.), JESTIN (J.-M.), SÉCHAN (Y.) et HÉBRARD (G.), 1981. — Influence des migrations humaines sur les modalités de transmission de l'onchocercose. *Doc. multigr., O.C.C.G.E.*, n° 23/IRTO/Rap/81.
- PROD'HON (J.), OVAZZA (L.), SIMONKOVICH (E.) et BAUDOIN (C.), 1976. — L'endémie onchocercarienne dans le Cercle de Kita (République du Mali). *Doc. multigr. O.C.C.G.E.*, n° 6202/Doc. Tech. O.C.C.G.E.
- PROST (A.) et PROD'HON (J.), 1978. — Le diagnostic parasitologique de l'onchocercose. Revue critique des méthodes en usage. *Méd. trop.*, 38, 5 : 519-532.
- QUILLÉVÉRÉ (D.), 1979. — Contribution à l'étude des caractéristiques taxonomiques, bioécologiques et vectorielles des membres du complexe *Simulium damnosum* présents en Côte d'Ivoire. *Travaux et Documents de l'O.R.S.T.O.M.*, n° 109 : 304 p.
- QUILLÉVÉRÉ (D.), SÉCHAN (Y.) et PENDRIEZ (B.), 1977. — Étude du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest. V. Identification morphologique des femelles en Côte d'Ivoire. *Tropenmed. Parasit.*, 28, 2 : 244-253.
- Rapport d'un groupe de travail du Groupe Consultatif Scientifique. *OCP/SAP/77*, 1, O.M.S., Genève, 6-8 juin 1977. Critères biomédicaux pour le repeuplement de l'aire du Programme de Lutte contre l'Onchocercose dans le Bassin de la Volta.
- ROUGEMONT (A.), BOISSON (M. E.), PAROUTY (J.) et PARIAUD (P.), 1975. — Évaluation de trois modèles de pinces à sclérectomie pour le diagnostic quantitatif de l'infestation cutanée par *Onchocerca volvulus*. *WHO/Oncho/75-117*.
- SÉCHAN (Y.), 1981. — Développement d'onchocercques animales chez le vecteur de l'onchocercose humaine *Simulium sirbanum* Vajime et Dunbar, 1975 (Diptera, Simuliidae) en zone subsaharienne du Mali, Afrique de l'Ouest. Thèse Doctorat d'Université, 7 décembre 1981, Université de Paris-Sud.