Recherches sur les facteurs responsables des densités de cercaires de *Schistosoma mansoni* en Guadeloupe

par A. THERON *, J.-P. POINTIER ** et C. COMBES *

* Département de Biologie animale,
Centre Universitaire, avenue de Villeneuve, F 66025 Perpignan Cedex.

** Laboratoire de Biologie Marine et Malacologie,
Ecole Pratique des Hautes Etudes, 55, rue de Buffon, F 75005 Paris.

Résumé.

Les recherches effectuées en Guadeloupe dans les sites de transmission de *Schistosoma mansoni* montrent que l'évolution circadienne des densités de cercaires (rythme de présence) diffère sensiblement suivant les biotopes :

— dans les milieux à courant fort ou moyen (supérieur à 0,10 m/s), le rythme de présence se superpose au rythme d'émission de sorte que le risque de contamination est maximum entre 11 h et 12 h ;

— dans les milieux à courant faible (de l'ordre de 0,01 m/s), l'acrophase du rythme de présence est nettement retardée par rapport à celle du rythme d'émission de sorte que le risque de contamination maximum peut se situer entre 14 h et 17 h par suite de l'accumulation sur place des cercaires.

En valeur absolue, la densité cercarienne dans les courants résulte de deux processus antagonistes : production des cercaires dépendant de l'effectif de *Biomphalaria glabrata* parasites et dilution des cercaires dépendant du débit de l'eau. Il en résulte que le long d'un même canal, la densité cercarienne présente d'importantes variations selon que l'emporte le processus d'accroissement ou le processus de réduction.

Ces résultats démontrent que le risque de contamination de l'homme ne saurait en aucun cas être déduit directement de la démographie des vecteurs.

Reçu le 5 février 1977.

Summary.

Researches on factors responsible for cercarial concentration of *S. mansoni* in Guadeloupe.

Research carried out in Guadeloupe on the sites of transmission of *Schistosoma mansoni* shows that the circadian evolution of the cercarial concentration (rhythm of presence) differs slightly according to the biotope:

— in a running water habitat (greater than 0,10 m/s) the rhythm of presence is superimposed on the rhythm of emergence, which leads to a risk of contamination reaching a maximum between 11 a.m. and noon;

— in a slow running water habitat (around 0,01 m/s), the acrophase of the rhythm of presence is clearly retarded in comparison with that of the rhythm of emergence. In this case, the risk of contamination is greatest between 2 p.m. and 5 p.m. because of the accumulation of cercariae.

The absolute value of the cercarial concentration in running water results from two antagonistic processes: production of cercariae depending on the amount of *Biomphalaria glabrata* infected and dilution of cercariae depending on the flow rate of water. Thus along one channel the cercarial concentration shows great variation depending upon which of the above processes predominates.

These results demonstrate that the risk of human contamination can never be directly deduced from the demography of vectors.

Dans le cadre des recherches effectuées sur la Schistosomiase en Guadeloupe (*), nous étudions l'écologie de la transmission de la maladie et plus particulièrement la localisation et l'évolution des populations cercariennes de *Schistosoma mansoni*, responsables du risque de contamination de l'Homme.

Par des séries d'analyses réalisées dans plusieurs biotopes et à différents moments du cycle saisonnier, nous avons recherché les relations existant entre les densités de cercaires, les populations de *Biomphalaria glabrata* parasités, la température, le courant et le débit de l'eau.

Matériel et méthodes

Pour la recherche des cercaires dans les cours d'eau, nous avons utilisé la technique décrite par Rowan (1958) et modifiée par Sandt (1973). Elle consiste à

(*) Action concertée de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique. Lutte biologique: Vecteurs. Convention 72 7 0165. Coordonnateur Pr Y. J. Golvan.

filtrer directement sur le terrain des échantillons d'eau par aspiration sous vide, sur filtres en fibres de verre Whatman GF/A. Les échantillons, généralement de 10 litres, sont prélevés toutes les heures. Les cercaires recueillies sur les filtres sont colorées par une solution de Lugol et comptées au laboratoire sous la loupe binoculaire. Ce protocole est celui qui a été établi et utilisé par Houin et al. (1975) en Guadeloupe.

Nous avons estimé les populations de Mollusques soit par un prélèvement exhaustif, soit par un échantillonnage par la méthode du « dipping ». Le recensement des Planorbes parasités se fait au laboratoire par contrôle des émissions de cercaires.

Les températures sont enregistrées journalièrement ou hebdomadairement par un thermographe à sonde Lufft vérifié à intervalles fixes par les données d'un thermomètre à mercure.

La vitesse du courant est déterminée par un courantomètre à hélice O.T.T.

Stations étudiées

L'étude a été réalisée dans la Basse-Terre, région volcanique de la Guadeloupe, où se rencontre la majorité des sites de transmission de *S. mansoni*. Dans cette partie de l'île, le cycle biologique du parasite se déroule essentiellement dans des milieux courants (Houin et al., 1973 ; Golvan et al., 1974), à l'exception du Grand-Etang (Combes et al., 1975).

Nous avons retenu trois localités principales :

1. Ravine Tarare (commune de Vieux-Habitants) : il s'agit d'un cours d'eau naturel dont le débit est extrêmement variable : en saison humide, la ravine présente les caractères d'un torrent ; au cœur de la saison sèche, ne subsistent que quelques vasques où le courant ne dépasse pas 0,08 m/s.

2. Canal de Marigot (commune de Vieux-Habitants) : il s'agit d'un canal d'une longueur de 300 mètres alimenté par la rivière Beaugendre et dont l'eau est utilisée pour un usage domestique. Sa largeur moyenne est de 60 cm, sa profondeur comprise entre 8 et 12 cm ; la vitesse du courant est voisine de 0,18 m/s, ce qui représente un débit approximatif de 40 m³/h. Vu son mode d'alimentation, les variations de débit en saison humide et en saison sèche sont minimes.

3. Canal de la Retraite (commune de Prise-d'Eau) : il s'agit d'un canal mesurant plusieurs kilomètres de long alimenté par la grande rivière à Goyaves et servant à l'irrigation des cultures de cannes à sucre. Sa largeur est de 1,80 m, sa profondeur de 0,40 m, la vitesse moyenne du courant est de 0,25 m/s, ce qui représente un débit de 640 m³/h environ. L'alimentation de ce canal peut être coupée artificiellement mais n'est pas influencée par l'alternance saison humide-saison sèche.

Résultats

I. — Rythme d'émission et rythme de présence des cercaires.

La chronobiologie de l'émission des cercaires de *S. mansoni* a fait l'objet de nombreuses recherches en laboratoire : Faust et Hoffman (1934), Giovannola (1936), Kuntz (1947), Luttermoser (1955), Asch (1972), Valle et al. (1973), Glaudel et Etges (1973), Théron (1975). Tous ces travaux réalisés sur différentes souches de *S. mansoni* confirment le rythme circadien diurne d'émission de cercaires.

Dans les conditions naturelles, la densité des cercaires dépend à la fois de ce rythme d'émission et des paramètres hydrodynamiques qui, ou bien permettent l'accumulation, ou bien déterminent l'entraînement des cercaires.

Nous proposons d'appeler rythme de présence, l'évolution temporelle en un point donné de la densité de cercaires. Nous avons étudié ce rythme de présence dans des conditions de courant fort ou moyen et dans des conditions de courant faible.

1° Courant fort ou moyen (supérieur à 0,10 m/s).

Si nous considérons l'ensemble de l'enquête effectuée dans les canaux de Marigot et de la Retraite, et représentant 20 cycles journaliers de filtrations, nous constatons une remarquable homogénéité dans l'allure des courbes journalières de densités cercariennes (fig. 1). Dans tous les cas, on observe un début de contamination des eaux dès 9 h le matin, des densités cercariennes maximales à la mi-journée et la disparition des cercaires à partir de 16 h. Seule la valeur du maximum est variable suivant la station.

La superposition des 20 courbes obtenues fait ressortir deux caractéristiques fondamentales du rythme de présence des cercaires en milieu courant :

— le rythme de présence se traduit par une courbe pratiquement semblable à celle du rythme d'émission telle que nous l'avons décrite expérimentalement (Combes et Théron, 1977) ;

— l'acrophase du rythme de présence se situe invariablement à 11 h ou à 12 h, quels que soient la station et le jour considéré (c'est-à-dire 6 à 7 h après le lever du soleil).

2° Courant faible (inférieur à 0,01 m/s).

Le cas a été étudié dans une succession de trois vasques de la ravine Tarare en saison sèche (fig. 2).

La vasque I est une retenue d'eau où le courant est d'environ 0,01 m/s et qui alimente les vasques II et III où le courant est un peu plus rapide en raison de leur section plus réduite. Le rythme de présence des cercaires dans les trois vasques est donné à la figure 2.

Dans la vasque I, les densités cercariennes maximales ne s'observent plus à 11-12 h, comme c'était le cas dans les courants, mais sont repoussées à 14 h. La posi-

FIG. 1. — Rythme de présence des cercaires de *S. mansoni* dans un courant fort ou moyen d'après 20 cycles de filtrations journalières dans les canaux de Marigot et de La Retraite (c/l = cercaires/litre).

FIG. 2. — Rythme de présence des cercaires de *S. mansoni* dans un courant faible. Evolution des densités cercariennes (c/l) le long de la Ravine Tarare en saison sèche.

tion tardive de ce maximum résulte d'une accumulation des cercaires provoquées par la stagnation de l'eau. A partir de 14 h, lorsque l'émission des cercaires est insuffisante pour compenser leur passage vers les vasques inférieures, le taux cercarien diminue.

Dans la vasque II, la présence d'un courant un peu plus important (0,08 m/s) suffit à faire réapparaître le pic traditionnel de 12 h. Ce pic est suivi quelques heures plus tard par un second pic à 15 h qui traduit l'arrivée différée des cercaires accumulées en I.

Le même schéma se retrouve à la vasque III (courant 0,04 m/s), avec la présence de deux pics successifs, l'un à 12 h dû à l'émission sur place, l'autre à 16 h dû à l'arrivée de la seconde vague de cercaires. Le pic de 12 h de cette troisième vasque cumule la production des cercaires des vasques II et III, l'eau étant rapidement entraînée de II en III, alors qu'en III se produit un nouveau ralentissement.

L'observation des courbes obtenues permet de dégager deux caractéristiques du rythme de présence des cercaires en courant faible :

- l'acrophase du rythme de présence est retardée par rapport à celle du rythme d'émission ;

- on observe des courbes plurimodales liées à la combinaison d'une production sur place et d'une arrivée différée des cercaires.

II. — Evolution spatiale des densités cercariennes dans un courant.

Dans la mesure où un canal héberge des populations de Mollusques réparties de façon plus ou moins variable le long de son cours, la densité des cercaires dans une section donnée de ce canal dépend de deux processus antagonistes :

- un processus d'accroissement lié à la production des cercaires par les Mollusques ;

- un processus de réduction provoqué par la dilution et accessoirement par la perte de certains individus.

De la prépondérance de l'un ou de l'autre de ces processus le long d'un canal résulte une évolution (Δd) positive ou négative de la densité cercarienne.

Nous analyserons successivement les processus d'accroissement, les processus de réduction et les différents types d'équilibres réalisés.

1° *Processus d'accroissement.*

L'étude de ce processus le long d'un courant peut être réalisée dans une situation où la densité de vecteurs est importante et le débit faible, ce qui réduit au maximum la dilution et la perte. Nous avons analysé une telle situation dans la partie supérieure du canal de Marigot en saison sèche (juin) et en saison de pluies (novembre). La figure 3 schématise les relations densités de cercaires-effectifs de vecteurs en trois points (I, II, III) du canal où chaque graphique superpose les données des quatre analyses réalisées à quelques jours d'intervalle.

En I, les Mollusques positifs sont absents et l'eau en provenance de la rivière est dépourvue de cercaires.

Entre I et II, sont recensés en fin d'enquête 40 Mollusques parasités en juin et 10 Mollusques en novembre.

FIG. 3. — Evolution journalière des densités cercariennes (c/l) de *S. mansonii* en relation avec la répartition de *B. glabrata* parasités et la température le long du canal de Marigot. A : saison sèche. B : saison des pluies.

En II, la densité de cercaires à l'acrophase est de 3,5 à 5,5 c/l suivant les jours en juin, de 1,5 à 3 c/l en novembre.

Entre II et III, sont recensés en fin d'enquête 220 Mollusques parasités en juin, 240 Mollusques en novembre.

En III, la densité des cercaires à l'acrophase est de 15 à 55 c/l suivant les jours en juin et de 22 à 72 c/l en novembre.

Il existe donc une relation évidente entre l'accroissement des densités de cercaires et les populations de *B. glabrata*. Une relation mathématique précise est délicate à établir. On peut simplement déduire de nos données que dans le canal étudié (courant 0,18 m/s, débit 40 m³/h), un effectif de 100 *B. glabrata* parasités est responsable en moyenne d'un Δd de 25 c/l.

Les courbes de températures associées à nos graphiques font ressortir que dans un canal comme celui de Marigot, les variations entre saison sèche et saison humide sont très limitées et qu'elles ne semblent responsables d'aucune fluctuation des stocks de cercaires. Il est clair que cette conclusion ne saurait être extrapolée à des milieux tels que les mangroves palustres qui sont également des sites de transmissions (Nassi et al., 1976) et où les populations de Mollusques sont fortement influencées par les rythmes saisonniers (Pointier et Combes, 1976). Dans les milieux courants, l'existence de tels cycles de production n'a été clairement démontrée que dans des régions où les variations de température suivant la saison et l'altitude, sont très marquées. C'est le cas de l'Afrique du Sud (Pichford et al., 1969) et de la Rhodésie (Shiff et al., 1975) où l'été constitue une saison préférentielle de transmission des Schistosomiasés.

2° Processus de réduction.

La réduction de la densité cercarienne nous paraît être due à trois causes principales :

- les mouvements de l'eau et les mouvements propres des cercaires tendent à provoquer l'occupation maximale du milieu par ces dernières ;

- le nuage cercarien ainsi formé n'avance pas de façon homogène en raison des vitesses très variables de l'eau aux différents points de la section du canal. Ceci provoque l'étirement du nuage (les cercaires qui sont sur les bords pouvant avancer très lentement, même dans un canal à courant rapide) ;

- l'effectif de cercaires se réduit dans la mesure où certaines sont capturées par des prédateurs ou pénètrent chez l'hôte définitif.

Suivant qu'on se trouve dans un milieu à courant fort ou à courant très faible, la première cause a une importance variable : en courant fort, la dispersion des cercaires dans le milieu est considérable puisque la source d'émission est continuellement lavée par un flux neuf ; en courant très faible, la dilution est limitée au volume d'eau disponible et l'absence d'entraînement aboutit à une accumulation.

Deux séries d'observations en Guadeloupe nous permettent de démontrer les relations entre le débit de l'eau et la densité cercarienne.

En premier lieu, nous avons créé artificiellement dans un canal dépourvu de *B. glabrata* une source focalisée de cercaires. Le canal choisi avait un courant et un débit moyen (0,13 m/s et 37 m³/h respectivement). La source de cercaires était constituée par une cage grillagée contenant 60 Mollusques positifs. Des prélèvements heure par heure ont été effectués à 0,50 m (point I), 25 m (point II) et 50 mètres (point III) de la cage. Les résultats (fig. 4) sont les suivants :

- entre I et II, le taux de cercaires chute de 13 c/l à 2,6 c/l à 10 h et de 14 c/l à 3,5 c/l à 11 h (fig. 4). Cette diminution brutale du taux cercarien pendant les premiers mètres qui suivent l'émission résulte essentiellement de la dilution des cercaires dans l'eau qui lave continuellement la zone d'émission ;

- entre II et III, la diminution des densités cercariennes est beaucoup plus faible de 3,3 à 2,25 c/l à 10 h et de 2,6 à 1,7 c/l à 11 h.

On peut admettre que la diminution entre II et III est due conjointement à l'étirement du nuage et à une éventuelle perte de cercaires.

En second lieu, nous avons recherché dans des canaux présentant des débits très différents quelle doit être, lorsque le débit augmente, l'augmentation compensatoire du nombre de *B. glabrata* positifs pour obtenir une densité cercarienne équivalente.

Bien que dans ce cas la source d'émission ne soit pas ponctuelle comme dans notre expérience précédente et que les limites de la source d'émission soient même difficiles à obtenir, nous consignons dans le tableau suivant les analyses réalisées dans trois canaux :

TABLEAU I. — Effectifs de vecteurs nécessaires pour maintenir une densité cercarienne comprise entre 25 et 30 c/l pour des débits différents.

Stations	Débit	<i>B. Glabrata</i> Positifs	Densités de cercaires maximales
Tarare	2 m ³ /h	6	30 c/l
Marigot	40 m ³ /h	140	25 c/l
La Retraite	640 m ³ /h	1 500	27,5 c/l

FIG. 4. — Dilution le long d'un canal des cercaires de *S. mansoni* émises par une source ponctuelle de 60 *B. glabrata* parasites.

Il est clair qu'un même effectif de *B. glabrata* positifs aboutit à une densité cercarienne très différente suivant le débit. Si l'on se réfère aux travaux d'Upatham (1974) sur les relations entre le risque de contamination humaine et la densité cercarienne, il est clair qu'une enquête sur les populations de vecteurs infestés ne saurait à elle seule rendre compte de ce risque de contamination.

3° *Equilibres réalisés* (fig. 5).

Suivant la prépondérance du mécanisme de production ou du mécanisme de dilution des cercaires, l'évolution linéaire de la densité cercarienne le long du canal sera très différente.

Trois cas peuvent être envisagés :

— la charge cercarienne est inférieure à la dilution et à la perte : les densités cercariennes vont diminuer continuellement. L'expérience précédemment décrite et utilisant une source ponctuelle représente le cas extrême (fig. 5 A) de ce déséquilibre ;

— la charge cercarienne est suffisante pour compenser la dilution et la perte : les densités cercariennes se maintiennent à un taux relativement constant. Ce cas est représenté à la figure 5 B, par le canal de la Retraite (à fort débit) où des populations de 3 à 10 *B. glabrata* positifs par m² sont nécessaires pour maintenir un taux de cercaires compris entre 24 et 28 c/l sur les 300 mètres de canal étudiés ;

— la charge cercarienne est supérieure à la dilution et à la perte : les densités de cercaires vont aller en augmentant le long du canal. Dans les débits faibles, de petites populations de Mollusques (0,1 à 1,5 *B. glabrata* par m²) seront suffisantes pour faire augmenter le taux cercarien initial résultant d'une importante concentration de vecteurs. Les densités cercariennes augmentent alors que le nombre de *B. glabrata* parasités diminue ; c'est l'exemple de la section terminale du canal de Marigot (fig. 5 C).

Conclusion

Nous avons cherché à déterminer d'après quelques sites de transmission typiques de Guadeloupe quels sont les facteurs qui déterminent la densité cercarienne, donc le risque de contamination. Il apparaît que les périodes de densités maximum sont, à l'échelle d'un rythme circadien, directement dépendantes du rythme d'émission dès l'instant qu'on a affaire à un milieu courant. Les phénomènes d'accumulation qui peuvent être responsables d'un décalage du risque maximum vers la fin de la journée ne se produisent que pour des courants très faibles de l'ordre de 0,01 m/s. Dans un biotope déterminé et pour autant que les conditions hydriques se modifient peu, il semble que le risque varie lui-même peu, ceci étant probablement lié aux conditions thermiques peu variables du climat guadeloupéen.

En valeur absolue, la densité des cercaires dépend à la fois de l'effectif des vecteurs infestés (facteur de charge en cercaires) et du débit de l'eau (facteur de dilution). Ainsi, les canaux de Guadeloupe aux usages variés (irrigation, ménage, industrie

FIG. 5. — Evolution linéaire des densités cercariennes de *S. mansoni* le long d'un canal suivant la prépondérance de l'un ou de l'autre des mécanismes de production ou de dilution des cercaires. A. — Prépondérance du mécanisme de dilution: cas expérimental d'une source ponctuelle d'émission. B. — Equilibre des mécanismes de production et de dilution: cas du canal de La Retraite. C. — Prépondérance du mécanisme de production: cas du canal de Marigot (partie terminale).

sucrière) qui sont les sites privilégiés de transmission de la Schistosomiase sont-ils d'une importance très variable quant à l'efficacité de cette transmission. Nos mesures font apparaître que des sites à courant lent présentant des phénomènes d'accumulation peuvent être aussi dangereux que des sites à débit important contenant des populations considérables de Mollusques. Dans les exemples que nous avons étudiés, il semble qu'un canal comme celui de Marigot, de dimensions modestes, présente un risque supérieur à celui que présente le canal de la Retraite malgré les 40 millions de cercaires qui transitent journellement, d'après nos mesures, dans celui-ci.

Bibliographie

- ASCH (H. L.), 1972. — Rhythmic emergence of *Schistosoma mansoni* cercariae from *Biomphalaria glabrata*: control of illumination. *Exp. Parasitol.*, 31, 350-355.
- COMBES (C.), LÉGER (N.) et GOLVAN (Y.), 1975. — Le rôle du Rat dans la dynamique de l'endémie schistosomienne en Guadeloupe *C.R. Acad. Sci. Paris*, 28, sér. D, 1059-1061.
- COMBES (C.) et THÉRON (A.), 1977. — Rythmes d'émergence des cercaires de Trématodes et leur intérêt dans l'infestation de l'homme et des animaux. *Vol. in memoriam Prof. Caballero y C.* (sous presse).
- FAUST (E. C.) et HOFFMAN (W. A.), 1934. — Studies on *Schistosomiasis mansoni* in Puerto Rico. III. Biological studies. 1. The extra mammalian phases of the life cycle. *J. Publ. Health Trop. Med.*, 10, 1-97.
- GIOVANNOLA (A.), 1936 a. — Some observations on the emission of cercariae of *Schistosoma mansoni* (Trematoda: Schistosomatidae) from *Australorbis glabratus*. *Proc. Helm. Soc. Wash.*, 3, 60-61.
- GLAUDEL (R. J.) et ETGES (F. J.), 1973. — The effect of photoperiod inversion upon *Schistosoma mansoni* cercarial emergence from *Biomphalaria glabrata*. *Intern. J. Parasitol.*, 3, 619-622.
- GOLVAN (Y.), COMBES (C.), EUZÉBY (J.), HOUIN (R.), SALVAT (B.) et LANCASTRE (F.), 1974. — Résultats préliminaires d'une enquête écologique sur *Biomphalaria glabrata*, vecteur de *Schistosoma mansoni*, en Guadeloupe. *Proc. 3rd Int. Congr. Parasitol.*, vol. II, 821-822.
- HOUIN (R.), GOLVAN (Y.), COMBES (C.), DENIAU (M.) et PÉRIAC (P.), 1973. — Mollusques vecteurs de la Bilharziose en Guadeloupe. Approche physiologique des biotopes (étude préliminaire). *Halietis*, 3, 73-79.
- HOUIN (R.) et GOLVAN (Y.), 1975. — Field conditions of the transmission of *Schistosoma mansoni* in Guadeloupe (French West Indies). *International conference on Schistosomiasis*, Cairo, Egypt, 35-36.
- KUNTZ (R. E.), 1947. — Effect on light and temperature on emergence of *Schistosoma mansoni* cercariae. *Trans. amer. micr. Soc.*, 66, 37-49.
- LUTTERMOSER (G. W.), 1955. — Studies on the chemotherapy of experimental schistosomiasis. III. Harvest of *Schistosoma mansoni* cercariae by forced nocturnal emergence from *Australorbis glabratus*. *J. Parasitol.*, 41, 201-208.

- NASSI (H.), LANCASTRE (F.) et POIROT (J.-L.), 1975. — Rat et bilharziose en Guadeloupe. Nouvelles données. *Ann. Parasitol. hum. comp.*, 50, 731-733.
- PELLEGRINO (J.) et DE MARIA (M.), 1966. — Results of exposing mice to natural pound water harboring a colony of *Australorbis glabratus* highly infected with *Schistosoma mansoni*. *Amer. J. Trop. Med. Hyg.*, 15, 333-336.
- PITCHFORD (R. J.) et VISSER (P. S.), 1962. — Results of exposing mice to Schistosomiasis by immersion in natural water. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 56, 294-301.
- PITCHFORD (R. J.), MEYLING (A. H.), MEYLING (J.) et DU TOIT (J. F.), 1969. — Cercarial shedding patterns of various schistosome species under outdoor conditions in the Transvaal. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 63, 359-371.
- POINTIER (J.-P.) et COMBES (C.), 1976. — La saison sèche en Guadeloupe et ses conséquences sur la démographie des Mollusques dans les biotopes à *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818), vecteur de la bilharziose intestinale. *Terre Vie*, 30, 121-147.
- ROWAN (W. B.), 1958. — Daily periodicity of *Schistosoma mansoni* cercariae in Puerto Rican waters. *Ann. Trop. Med. Hyg.*, 7, 374-381.
- SANDT (D. G.), 1973. — Direct filtration for recovery of *Schistosoma mansoni* cercariae in the field. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 48, 27-34.
- SHIFF (C.-J.), EVANS (A.), YIANNAKIS (C.) et EARDLEY (M.), 1975. — Seasonal influence on the reproduction of *Schistosoma haematobium* and *S. mansoni* cercariae in Rhodesia. *Intern. J. Parasitol.*, 5, 119-123.
- THÉRON (A.), 1975. — Recherches sur les rythmes d'émergence des cercaires de Guadeloupe (parasites de *Biomphalaria glabrata*) et des Pyrénées. Thèse Université des Sciences, Montpellier, 149 p.
- UPATHAM (E. S.), 1974. — Studies on the effects of cercarial concentration and length of exposure on the infection of mice by St Lucian *Schistosoma mansoni* cercariae in a natural running-water habitat. *Parasitology*, 68, 155-159.
- UPATHAM (E. S.), 1974. — Dispersion of St Lucian *Schistosoma mansoni* cercariae in natural standing and running waters determined by cercaria counts and mouse exposure. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 68, 343-352.
- VALLE (C. M.), PELLEGRINO (J.) et ALVARENGA (N.), 1973. — Rhythmic emergence of *Schistosoma mansoni* cercariae from *Biomphalaria glabrata*: influence of the temperature. *Rev. inst. Med. Sao-Paulo*, 15, 195-201.
-