RECHERCHE DES FACTEURS SUSCEPTIBLES D'EMPÊCHER LA RÉALISATION DU CYCLE DE *SCHISTOSOMA MANSONI* DANS LES MARES DE LA GRANDE TERRE DE GUADELOUPE (Antilles françaises).

A. THERON* et J.-P. POINTIER**

RÉSUMÉ. Des enquêtes effectuées dans les mares et étangs de la Grande-Terre de Guadeloupe ont montré l'absence de transmission de *Schistosoma mansoni* malgré la présence de conditions de milieu apparemment favorables.

Quatre hypothèses expliquant l'absence de toute transmission ont été envisagées et étudiées : 1 - Présence de populations de *Biomphalaria glabrata* non susceptibles à l'infestation par *S. mansoni*. 2 - Conditions de milieu défavorables à la survie des Mollusques parasités. 3 - Conditions de milieu défavorables à la production, à la survie et à l'infectivité des cercaires de *S. mansoni*. 4 - Processus empêchant la contamination des Mollusques.

Les résultats obtenus montrent que la transmission de la schistosomose à *S. mansoni* est possible dans les mares et étangs de Grande-Terre. Seul, le comportement humain est responsable de l'absence de transmission actuelle dans les collections d'eau de cette région. L'homme interrompt le cycle parasitaire en préservant au maximum les mares et étangs de toute pollution fécale.

Researches on factors responsible for the non-transmission of *Schistosoma mansoni* in the ponds of Grande Terre of Guadalupe (French West Indies).

SUMMARY. Different surveys which have been conducted in ponds and pools in the Grande Terre of Guadalupe, have demonstrated the absence of *Schistosoma mansoni* transmission in spite of apparent favourable ecological conditions.

Four hypotheses can explain this absence of transmission : 1 - the presence of *Biomphalaria glabrata* populations non-susceptible to the infestation by *S. mansoni*. 2 - Ecological conditions unfavourable to the survival of parasitized snails. 3 - Ecological conditions unfavourable to the production, survival and infectivity of the *S. mansoni* cercariae. 4 - Factors causing the non-contamination of the snails.

The results show that the transmission of schistosomiasis mansoni is possible in the ponds and pools of Grande Terre. Only human behaviour is responsible for the absence of actual transmission in the waterbodies of this area. Man breaks the life-cycle of the parasite by avoiding all fecal pollution and therefore all snail contamination.

* Département de Biologie animale (Dir. C. Combes), Université, F 66025 Perpignan Cedex.

** Laboratoire de Biologie marine et malacologie (Dir. B. Salvat), École Pratique des Hautes Études, 55, rue Buffon, F 75231 Paris Cedex.

Accepté le 30 août 1984.

Introduction

Dans les régions d'endémie bilharzienne, certains biotopes potentiellement aptes à transmettre la parasitose (présence de tous les éléments nécessaires à la réalisation du cycle) ne fonctionnent pas comme des sites actifs de transmission. Une telle situation est généralement fréquente en limite des zones d'endémie où l'aire de répartition des hôtes intermédiaires et définitifs dépasse celle du parasite, mais elle peut également se rencontrer au cœur même des foyers bilharziens. Le problème qui est alors posé est celui des facteurs limitant la transmission parasitaire dans des milieux à priori favorables.

Le foyer guadeloupéen de schistosomose intestinale à *S. mansoni* offre un bon exemple de ce type de situation. Les enquêtes épidémiologiques (Rioux *et al.*, 1977 ; Golvan *et al.*, 1981) ont en effet mis en évidence une répartition très inégale des sites de transmission entre les deux grandes régions de l'île, la Basse-Terre à l'ouest et la Grande-Terre à l'est. En Basse-Terre, région arrosée, montagneuse et volcanique, les sites de transmission étaient nombreux et répartis sur l'ensemble de l'île. En Grande-Terre, région sèche, plate et calcaire, les sites de transmission restent limités à une étroite zone de marécages situés en arrière des mangroves du Grand Cul-de-Sac Marin, alors que les mares et étangs très nombreux sur le reste de l'île (*fig. 1*) ne fonctionnent pas comme sites de transmission malgré la présence du Mollusque vecteur *Biomphalaria glabrata* (Pointier *et al.*, sous presse).

Quatre hypothèses, exclusives ou non les unes des autres, peuvent être envisagées pour expliquer cette absence de transmission de *S. mansoni* dans les mares et étangs de la Grande-Terre de Guadeloupe :

- 1 — Présence de populations de *B. glabrata* non susceptibles à l'infestation par *S. mansoni*.
- 2 — Conditions de milieu défavorables à la survie des Mollusques parasités par *S. mansoni*.
- 3 — Conditions de milieu défavorables à la production, à la survie et à l'infectivité des cercaires de *S. mansoni*.
- 4 — Processus empêchant la contamination des Mollusques.

Ces quatre hypothèses ont été testées expérimentalement ou dans les conditions naturelles d'une mare de Grande-Terre.

Matériels et méthodes

- 1 — Susceptibilité des *B. glabrata* vis-à-vis de *S. mansoni*.

Les *B. glabrata* sont originaires de 8 localités de la Grande-Terre (Grands Fonds, Jabrun, Hermitage, Bébien, Balin, Claret, Devarieux, Caillebot). Les tests ont été réalisés sur des jeunes mollusques ($\varnothing$ 5 mm) de la première génération nés au labora-

FIG. 1. — Répartition des mares et étangs de la Grande-Terre de Guadeloupe.
 o mares prospectées ; • mares hébergeant
Biomphalaria glabrata (*Schistosoma mansoni* n'a jamais été trouvé dans ces mares).

toire. Les mollusques ont été exposés individuellement à 5 miracidiums d'une souche guadeloupéenne, d'origine humaine de *S. mansoni*.

2 — Survie des mollusques parasités par *S. mansoni*.

La survie de *B. glabrata* a été étudiée sur des mollusques placés dans des cages flottantes immergées (jusqu'à 30 cm) dans une mare de la Grande-Terre. Trois cages ont été utilisées : la première contenait 62 *B. glabrata* sains ; la seconde 53 *B. glabrata* parasités par *S. mansoni* en période pré-patente ; la troisième, 37 *B. glabrata* parasités par *S. mansoni* en période d'émission cercarienne. Les mollusques ont été régulièrement nourris avec des feuilles de laitue et de *Colocasia*. Pendant toute la durée de l'expérience (4 semaines) la température de l'eau de la mare a été enregistrée en surface (5 cm de profondeur) et au fond (40-60 cm).

3 — Survie des cercaires.

La survie des cercaires de *S. mansoni* a été mesurée à 26°, 30° et 36° C. Les cercaires prélevées à 14 h dans le bac d'émissions sont réparties par lots de 100 dans 10 cristallisoirs contenant 30 ml d'eau. Ces cristallisoirs baignent dans un bain-marie réglé à la température de l'expérience. Par tranches de 4 heures après l'émission et

jusqu'à 32 heures, les cercaires vivantes (cercaires nageantes) et les cercaires mortes (cercaires immobiles sur le fond) sont comptées séparément dans chaque cristalliseur. L'expérience est répétée 10 fois pour chaque intervalle de temps et pour chaque température.

4 — Infectivité des cercaires.

L'infectivité des cercaires est mesurée par l'évaluation du taux de maturation en schistosomes adultes chez des souris swiss OF₁. Les bains infestants ont été réalisés à la température de 20, 24, 28, 32 et 35° C. Tous les mollusques émetteurs de cercaires ont une parasitose d'âge identique pour éliminer les variations d'infectivité des cercaires liées à l'âge de la parasitose (Théron et Moné, 1984). Les cercaires fraîchement émises sont réparties par lots de 200 dans 20 cristalliseurs contenant 30 ml d'eau. La température de l'eau est maintenue constante pendant toute la période d'infestation des souris. Pour chaque température choisie, 20 souris sont exposées à l'infestation transcutanée au niveau abdominal selon la technique d'Erikson (1974). Cinq semaines après l'infestation, les souris sont perfusées pour le comptage des schistosomes adultes (technique de Duwall et Dewitt, 1967).

Résultats

1 — Susceptibilité des *B. glabrata* de la Grande-Terre à *S. mansoni*.

Nous avons testé la susceptibilité de 8 souches de *B. glabrata* de la Grande-Terre (2 souches de la région des Grands Fonds, 3 souches du secteur Nord et 3 souches du secteur Est), vis-à-vis d'une souche guadeloupéenne de *S. mansoni* (tableau I).

Sur un total de 1 092 *B. glabrata* exposés aux miracidiums de *S. mansoni* 292 ont été infestés à un taux de réussite global de $26,48 \pm 9,41$ %. Le taux de réussite d'infestation de *B. glabrata* de la région des Grands Fonds (21,02 %) n'est pas significativement différent de celui des secteurs Nord et Est (28,31 %). Ces taux sont comparables à ceux obtenus avec des *B. glabrata* de la Basse-Terre qui s'infestent à $33,66 \% \pm 8,72$ % et à ceux obtenus avec des Planorbes d'autres régions des Caraïbes ou de l'Amérique du Sud (Basch, 1976).

Nous concluons de cette expérience que les *B. glabrata* des mares de la Grande-Terre sont réceptifs à l'infestation par *S. mansoni* et donc ne sont pas responsables de l'absence de transmission dans ces biotopes.

2 — Survie des mollusques parasités par *S. mansoni*.

Une des principales différences qui existe entre les biotopes à *B. glabrata* de la Basse-Terre qui transmettent *S. mansoni* et ceux de la Grande-Terre qui ne transmettent pas, concerne les conditions de température de l'eau. Dans les mares de la Grande-Terre, l'eau de la strate superficielle (10 cm) subit d'importantes variations nycthémérales de la température (10° C en moyenne d'écart entre le jour et la nuit) et dépasse couramment 35° C entre 12 h et 16 h (fig. 2 A). Dans les couches d'eau plus profondes (40-60 cm) les températures restent encore élevées (maximum 33° C)

TABLEAU II. — Réceptivité de 8 souches de *B. glabrata* de Grande-Terre à une exposition à 5 miracidiums d'une souche humaine de *S. mansoni* (Gho).

Secteurs	Origine des <i>B. glabrata</i> (mares)	Nombre de <i>B. glabrata</i> exposés à <i>S. mansoni</i>	% de <i>B. glabrata</i> positifs à <i>S. mansoni</i>	Intervalle de confiance à 95 %
GRANDS FONDS	Grands Fonds	113	16,81	8-20
	Jabrun	107	25,23	17-34
	Hermitage	137	45,25	36-53
NORD	Bebian	241	24,06	19-30
	Balin	86	29,06	20-39
	Claret	110	10,90	7-19
EST	Devarieux	168	32,14	25-39
	Caillebot	130	28,46	20-36

FIG. 2. — Variations nycthérales de la température de surface (gros pointillés) et de profondeur (petits pointillés) dans deux mares de la Grande-Terre de Guadeloupe. A) Mare de Saint-François : absence de végétation aquatique et de couverture d'arbres (mai 1980). B) Mare ombragée de Céigny à végétation aquatique abondante (juin 1980).

lorsque la mare est dépourvue de végétation aquatique ou de couverture. Dans les mares qui hébergent une flore abondante ou qui sont ombragées, la température de l'eau du fond (26° C pour le maximum, 24° C pour le minimum) est très inférieure à celle de surface (fig. 2 B). Dans ce dernier cas les conditions thermiques sont alors très proches de celles observées dans les sites de transmission de la Basse-Terre.

Nous avons étudié pour des conditions de température élevée, la survie des mollusques sains et parasités, dans les conditions naturelles d'une mare de la Grande-Terre (Mare de St-François) dépourvue de végétation aquatique et de couverture d'arbres. Les variations nycthémérales moyennes de la température de l'eau pendant l'expérience sont représentées sur la figure 2 A. Les résultats obtenus (fig. 3) montrent :

- a) que les mollusques sains ont une mortalité faible, 75,8 % des Planorbes survivent après 4 semaines ;
- b) que la survie des Planorbes en période prépatente est fortement diminuée à partir de la 3^e semaine, ce qui correspond au début des émissions cercariennes ;
- c) que les mollusques en période de production des cercaires meurent régulièrement de la 1^{re} à la 4^e semaine où seulement 8,1 % des Planorbes sont encore survivants.

FIG. 3. — Courbes de survie de *Biomphalaria glabrata* dans les conditions naturelles d'une mare de Grande-Terre de Guadeloupe (Saint-François). 1) Mollusques sains. 2) Mollusques en période prépatente (infestation par *Schistosoma mansoni*). 3) Mollusques en période de production cercarienne.

On peut conclure de cette expérience que les conditions de températures élevées sont peu favorables à la survie des mollusques infestés par *S. mansoni* et qu'elles affectent particulièrement les mollusques en début d'émissions cercariennes. Cette conclusion doit cependant être atténuée compte tenu des conditions expérimentales imposées aux mollusques, en particulier le nombre élevé de miracidium (5) lors de l'infestation et le choix d'une mare dépourvue de végétation aquatique et de couverture d'arbres. Nous pensons donc que le facteur température ne peut être tenu pour responsable de l'absence de *S. mansoni* dans les mares ; rappelons par ailleurs que les enquêtes réalisées dans les autres mares de la Grande-Terre (Pointier *et al.*, 1985) ont montré que 8 espèces de Trématodes dont certains (*Gigantobilharzia*, *Strigea* très proches des schistosomes) réalisent leur cycle biologique dans ces biotopes.

3 — Production, survie et infectivité des cercaires de *S. mansoni*.

La production et la survie des cercaires ont été étudiées au laboratoire pour des températures de 26°, 30° et 36° C.

Concernant la production cercarienne, les résultats de travaux antérieurs (Théron, 1982) ont montré que la production qui est optimale pour une température de 30° C est fortement altérée lorsque les mollusques sont soumis à une température constante de 36° C (10 cercaires par jour et par mollusque seulement).

Concernant la survie des cercaires (*fig. 4*) l'expérience montre que la durée de vie diminue pour des températures supérieures à 26° C ; à 30° C la demie-vie des cercaires est de 18 heures ; elle n'est plus que de 10 heures à 36° C.

FIG. 4. — Survie des cercaires de *Schistosoma mansoni* en fonction de la température de l'eau (pourcentage $\pm$ T. Sm de cercaires survivantes).

Concernant l'infektivité des cercaires (*fig. 5*), la capacité de pénétration est optimale à 28° C (30 % de maturation des cercaires en Schistosomes adultes) et diminue pour des températures supérieures à 30° C. Pour un bain infestant à 35° C le taux de maturation des cercaires en adultes est seulement de 16 %.

On peut conclure de ces expériences que des températures élevées (jusqu'à 30° C) stimulent la production et favorisent l'infektivité des cercaires ; la survie de cercaires est par contre légèrement diminuée.

FIG. 5. — Taux de maturation des cercaires en schistosomes adultes en fonction de la température du bain infestant.

4 — Processus empêchant la contamination des *B. glabrata*.

Toutes les fois qu'il nous a été possible de le faire, nous avons mené une enquête auprès des personnes habitant à proximité immédiate des mares prospectées dans le but de préciser le comportement de ces habitants vis-à-vis des collections d'eau de la Grande-Terre. L'enquête a montré que les habitants de ces régions, par leur comportement, leur hygiène et l'éducation donnée aux enfants font en sorte d'éviter au maximum toute pollution des mares en particulier par le rejet de matière fécale. Cette attitude est facilement compréhensible car ces mares représentent dans de nombreux cas le seul point d'eau disponible pour les habitations isolées et dispersées de cette région. L'absence de rejet de matière fécale dans les mares minimise donc autant qu'il est possible les risques de transmission de *S. mansoni* dans les collections d'eau de la Grande-Terre.

Conclusions

Les résultats précédemment exposés nous amènent à conclure que la transmission de la Schistosomose à *S. mansoni* est possible dans les mares et les étangs de la Grande-Terre en Guadeloupe. Les collections d'eau de cette région hébergent des populations

de *B. glabrata* réceptifs à l'infestation par une souche guadeloupéenne de *S. mansoni*. Les conditions de milieu, caractérisées par des températures élevées de l'eau, ne représentent pas les conditions optimales pour la survie des mollusques infestés, pour la survie et l'infectivité des cercaires. Ces conditions ne sont cependant pas susceptibles d'empêcher totalement la transmission car il existe des milieux refuges (couches d'eau profonde, zones à forte densité de végétation aquatique ou de couverture) qui présentent localement des conditions tout à fait compatibles avec le développement du parasite.

L'absence de transmission dans les mares serait due d'après nos enquêtes au comportement humain vis-à-vis des collections d'eau de cette région de la Guadeloupe. En préservant au maximum les mares de toute pollution, l'homme par son comportement interrompt le cycle parasitaire en empêchant la contamination des *B. glabrata*. Ce comportement est très différent de celui des populations de la Basse-Terre qui considèrent les collections d'eau de cette région comme un exutoire pour les déchets domestiques et les matières fécales, ce qui explique les fortes prévalences d'infestation des *B. glabrata* mesurées dans les ravines et canaux de la Basse-Terre (Théron *et al.*, 1978). Nous avons avec ces deux situations un exemple de limitation d'une part, et de favorisation d'autre part de la transmission bilharzienne par le comportement humain en fonction de la perception du milieu hydrique par les populations concernées.

Les collections d'eau stagnantes des régions sèches sont perçues, compte tenu de leur caractère clos et de l'utilisation qui est faite de l'eau, comme des milieux à protéger ; le comportement humain a dans ce cas un effet très limitant sur la transmission bilharzienne.

Les milieux courants des régions arrosées sont au contraire perçus, compte tenu du renouvellement permanent des eaux et des lessivages en saison des pluies, comme des milieux pouvant servir à l'évacuation des déchets domestiques et des matières fécales. Le comportement humain est dans ce cas un facteur important de favorisation de la transmission bilharzienne.

En conclusion, il apparaît qu'au cœur même d'une région d'endémie, le comportement humain, fortement influencé par les conditions de l'environnement, peut être le seul facteur responsable de l'interruption de la transmission bilharzienne dans des biotopes qui possèdent tous les éléments nécessaires à la réalisation du cycle parasitaire.

REMERCIEMENTS. Ce travail a reçu le support financier de la DDA de la Guadeloupe et de UNDP/World Bank/WHO special programme for research and training in tropical diseases. Nous remercions également l'INRA (Station zoologique, Dir. : A. Kermarrec) et le CUAG (Laboratoire de Biologie animale, Dir. : A. Guyard) pour leur aide logistique.

BIBLIOGRAPHIE

- BASCH P. F. : Intermediate host specificity in *Schistosoma mansoni*. *Exper. Parasitol.*, 1976, **39**, 150-169.
- DUWALL R. H., DEWITT W. B. : An improved perfusion technique for recovering adult schistosomes from laboratory animals. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 1967, **16**, 483-486.
- ERIKSON D. L. : An efficient technique for exposure of rodents to *Schistosoma mansoni* or *Schistosoma haematobium*. *J. Parasitol.*, 1974, **60**, 553-554.
- GOLVAN Y. J., COMBES C., EUZEY J., SALVAT B. : Enquête d'épidémiologie écologique sur la schistosomose à *Schistosoma mansoni* en Guadeloupe (Antilles françaises). *Mem. Mus. Nat. Hist. Nat.*, 1981, **119**, 229 p.
- POINTIER J. P., THÉRON A., de VATHAIRE F. : Corrélations entre la présence du Mollusque *Biomphalaria glabrata* et quelques facteurs du milieu dans les mares de la Grande-Terre de Guadeloupe (Antilles françaises). *Mal. Rev.*, 1985 (sous presse).
- RIoux J. A., DECAMPS H., LANOTTE G., COMBES C., THÉRON A., POINTIER J. P., SEYTOR S., DELATTRE P., BOUGEROL C. : Écologie de la schistosomose en Guadeloupe. Analyse de système épidémiologique. Document pour un essai de modélisation. *Rev. Epid. Santé Pub.*, 1977, **25**, 483-519.
- THÉRON A. : Le compartiment cercaire dans le cycle de *Schistosoma mansoni* Sambon, 1907. Écologie de la transmission cercarienne en Guadeloupe. *Thèse de doctorat d'état*, Montpellier, 1982, 506 p.
- THÉRON A., MONE H. : Chronobiological aspects of the host-parasite relationships in the *Biomphalaria glabrata*-*Schistosoma mansoni* combination : cercariae production and infectivity, growth kinetics of the host. *J. Inv. Pathol.*, 1984, **44**, 209-213.
- THÉRON A., POINTIER J. P., COMBES C. : Approche écologique de la responsabilité de l'homme et du rat dans le fonctionnement d'un site de transmission de *Schistosoma mansoni* en Guadeloupe. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 1978, **54**, 43-56.
-