

SCHISTOSOMOSE EXPÉRIMENTALE III

Observations sur l'infestation de *Biomphalaria glabrata* par un miracidium de *Schistosoma mansoni*

F. LANCASTRE*, G. COUTRIS**, J. BOLOGNINI-TRENEY*, L. TRAORE* et G. MOUGEOT*
Collaboration technique : J. P. OUAGHLISSI*

RÉSUMÉ. L'infestation de 380 *B. glabrata* par 1 miracidium de *S. mansoni* a donné 87 positifs (22,9 %) dont 38 émettant des cercaires mâles et 49 des cercaires femelles. Les planorbes faisaient partie de 3 séries maintenues à 27, 22 et 24° C, sous éclairage continu, pendant 15 semaines. Leur étude nous a montré que s'il n'y avait pas de différences entre les proportions de mollusques émetteurs de cercaires mâles ou femelles, la survie des planorbes positifs était influencée par le sexe des formes larvaires hébergées, et favorisée par le sexe mâle. D'autre part, la production des cercaires femelles s'est révélée supérieure à celle des cercaires mâles, et les émissions cercariennes ont présenté des variations importantes, et d'allure périodique dans les deux sexes.

Il semble exister une certaine corrélation entre le sexe des cercaires, l'abondance des émissions cercariennes, leur fréquence et la longévité des planorbes parasités. Ces facteurs pourraient jouer un rôle dans l'épidémiologie de la schistosomose à *S. mansoni*.

Experimental schistosomiasis III. Infection of *Biomphalaria glabrata* with one miracidium of *Schistosoma mansoni*

SUMMARY. 380 *B. glabrata* infected with 1 miracidium of *S. mansoni* produced 87 positive snails (22,9%), 38 of which sending out male cercariae and 49 female cercariae. The snails belonged to 3 experimental series kept at 27° and 24° C for 15 weeks under continuous lighting.

There was no difference between the proportions of both sexes. The survival of the positive snails was favoured by the male sex. The shedding of female cercariae was greater than shedding of male. During those 15 weeks, the cercarial shedding of both sexes showed large and recurring changes.

A certain correlation seems to exist between the sex of cercariae, the abundance and the frequency of cercarial shedding, and the longevity of the parasitized snails. All those factors could take a part in the epidemiology of the schistosomiasis.

* Laboratoire de Parasitologie, pathologie et épidémiologie parasitaires, Faculté de Médecine Saint-Antoine, 27 rue Chaligny, F 75571 Paris Cedex 12.

** Laboratoire de Biophysique, Faculté de Médecine Saint-Antoine, Paris.

Accepté le 19 mai 1983.

En 1975 et 1976, nous avons étudié le rendement de l'infestation de plusieurs souches de *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818) (Recife, Brésil ; Porto Rico, Guadeloupe, Martinique) par une souche de *Schistosoma mansoni* Sambon 1907 (Recife). Les infestations avec 2 ou 6-10 miracidiums avaient permis de mettre en évidence :

- 1) des taux de résistance à l'infestation, et de mortalité, très variables mais toujours élevés dans les souches antillaises ;
- 2) un plus faible rendement en cercaires chez les mollusques de ces souches ;
- 3) des alternances de « fortes » et de « faibles » émissions de cercaires dans toutes les souches de planorbes parasités.

Les constatations 1 et 2 sont classiques et ont été maintes fois soulignées par les auteurs qui ont étudié les relations entre les souches de *S. mansoni* et de planorbes d'origines géographiques différentes (*in* Berrie 1970, Basch 1976). Quant à l'alternance de fortes et de faibles émissions de cercaires, déjà observée en 1974 par Mougeot et Golvan, nous l'avons décrite, aussi bien chez les planorbes infestés par 6-10 miracidiums (Golvan et coll. 1975) que chez ceux infestés par 2 miracidiums (Lancastre et coll. 1976).

La régularité et la singularité de ce phénomène, qui n'avait pas été observé auparavant, nous ont décidés à étudier des infestations par un seul miracidium, ceci pour éliminer les conséquences d'une éventuelle compétition sexuelle des sporocystes issus de miracidiums différents.

Conditions expérimentales

Dans les notes précédentes, nous avons décrit les conditions d'entretien des souches de *Biomphalaria glabrata* et de leur infestation par *Schistosoma mansoni*. La souche de *S. mansoni* et les mollusques sont brésiliens (Recife) comme dans nos publications de 1974, 1975 et 1976. Rappelons que les mollusques sont des albinos, et que leur élevage et leur maintien après infestation se font en chambre chaude, constamment éclairée.

Pour les monoinfestations, nous avons utilisé 380 planorbes répartis en 3 séries et mesurant 10 ± 2 mm de diamètre, gardés dans des boîtes individuelles en plastique, numérotées, contenant 100 ml d'eau du robinet « déjavellisée » par vieillissement pendant une semaine, et nourris avec de la laitue fraîche en excès. L'eau et la salade sont renouvelées chaque semaine.

Nous avons fait les tests hebdomadaires d'émission de cercaires à partir de la 3^e semaine suivant l'infestation. Tous les mollusques sont testés ensemble et à la même heure (12 heures). Chaque planorbe est placé dans un tube de Borrel contenant 5 ml d'eau vieillie, sous fort éclairage (lampe de 100 W placée à 40 cm au-dessus des tubes), pendant une heure et demie. Le nombre de cercaires a été déterminé par comptage des cercaires contenues dans 4 gouttes fournies par une pipette calibrée (20 gouttes pour 1 ml d'eau) et par multiplication de ce nombre par 25. Le sexe des cercaires émises par un mollusque est déterminé après infestation de 2 souris

blanches Swiss qui sont sacrifiées au bout de 7 à 8 semaines. Les schistosomes adultes sont récupérés par perfusion de la veine porte et facilement identifiés au microscope.

Dans les 3 séries expérimentales (*Tableau I*) dont nous exposons les résultats, nous avons étudié tous les mollusques pendant 15 semaines. La température de l'eau est maintenue à 26-28° C pour la première série, 20-24° C pour la série 2 et 23-25° C pour la série 3.

Résultats

I — Étude de l'infestation

Les résultats en nombre et en pourcentage pour l'ensemble des 3 séries expérimentales sont exposés dans le Tableau I. Le pourcentage de réussite d'ensemble est de 22,89 %, ce qui est comparable aux 23,70 % obtenus par Mougeot et Golvan (1974), mais très inférieur aux pourcentages obtenus avec des planorbes infestés par 6-10 miracidiums (89,30 %, Golvan et coll. 1975) et par 2 miracidiums (34,65 %, Lancaster et coll. 1976) avec les mêmes souches de mollusques et de schistosomes. Il est à remarquer que Jourdane (1980) trouve 52,3 % d'infestations monomiracidiales réussies avec le même couple homopatrique brésilien Schistosome-Planorbe, mais, dans son travail, l'auteur ne donne pas de renseignements sur les conditions expérimentales ni en particulier sur le nombre et la taille de *B. glabrata* utilisés. Le pourcentage des planorbes émettant des cercaires femelles apparaît légèrement supérieur à celui des planorbes émetteurs de cercaires mâles, mais il n'y a pas en fait de différence significative ($\alpha = 1,189$ au test de Student).

L'étude statistique des résultats a été faite suivant deux caractères qualitatifs à trois modalités chacun, qui sont :

1^{er} caractère : expérimentations dans les séries (1^{re}, 2^e ou 3^e)

TABLEAU I. — Répartition en nombre et en pourcentage des planorbes positifs dans les 3 séries étudiées.

Séries	Mollusques infestés	Mollusques positifs	Mollusques émetteurs					
			de cercaires mâles		de cercaires femelles			
			(a)	(b)	(a)	(b)		
1	120	28 (23,33 %)	12	10,00	42,85	16	13,33	57,14
2	170	33 (19,41 %)	15	8,82	45,45	18	10,58	54,54
3	90	26 (28,88 %)	11	12,22	42,31	15	16,66	57,69
Total	380	87 (22,89 %)	38	10,00	43,68	49	12,89	56,32

(a) : pourcentage exprimé par rapport aux mollusques infestés

(b) : pourcentage exprimé par rapport aux mollusques positifs.

2^e caractère : échec de l'infestation, *ou* infestation à cercaires mâles, *ou* infestation à cercaires femelles.

Il n'apparaît aucune différence significative entre, d'une part, l'échec ou la réussite de l'infestation et, d'autre part, l'appartenance des mollusques à l'une des trois séries (Test de $\chi^2 = 3,256$ pour 4 degrés de liberté.)

En outre, si l'on ne considère que les infestations réussies, on n'observe aucune différence de répartition dans les 3 séries, entre les mollusques porteurs de cercaires mâles et de cercaires femelles ($\chi^2 = 0,07$ pour 2 degrés de liberté).

II — Étude de la survie

1 - Effet du sexe des cercaires

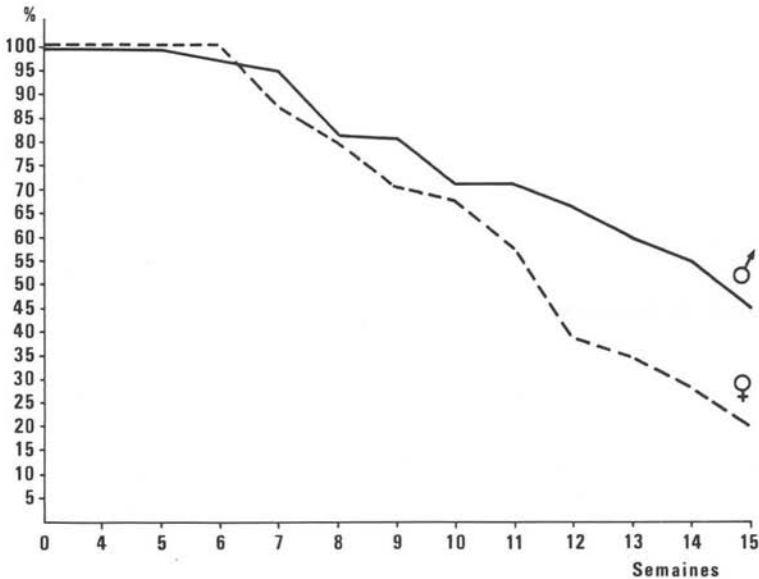
La répartition des infestations entre les trois séries ne présentant pas de différence significative, la survie des planorbes a été étudiée comparativement pour les mollusques émetteurs soit de cercaires mâles, soit de cercaires femelles, en regroupant dans un premier temps les mollusques des séries. Nous avons étudié les taux de survie comparés des planorbes émetteurs de cercaires mâles et émetteurs de cercaires femelles, de la 5^e à la 15^e semaine après l'infestation, soit sur 11 semaines d'émission (*tableaux II et III, graphique 1*). Nous n'avons constaté aucune différence dans les premières semaines de notre étude. Mais à partir de la 12^e semaine une différence significative apparaît dans la survie des deux populations de planorbes, et demeure jusqu'à la 15^e semaine. Cette différence est due à une survie moindre des mollusques parasités par des formes larvaires femelles.

TABLEAU II. — Survie des planorbes infestés

Semaines		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Mollusques émetteurs de cercaires mâles	vivants	38	38	37	35	31	31	27	27	25	23	21	17
	positifs	0	26	32	33	28	27	23	22	23	21	18	14
Mollusques émetteurs de cercaires femelles	vivants	49	49	49	43	39	35	33	28	19	17	14	10
	positifs	0	31	46	40	38	33	31	27	19	17	13	9
Total	vivants	87	87	86	78	70	66	60	55	44	40	35	27
	positifs	0	57	78	73	66	60	54	49	42	38	31	23

TABLEAU III. — Étude statistique de la survie des planorbes dans les 3 séries (émetteurs de cercaires femelles/émetteurs de cercaires mâles)

Semaines	Test χ^2
12 ^e	6,248 (significatif)
13 ^e	5,750 (significatif)
14 ^e	6,341 (significatif)
15 ^e	5,919 (significatif)



GRAPHIQUE I. — Survie des planorbes émetteurs de cercaires mâles et femelles.

2 - Survie dans les séries

Nous avons voulu tester les différences de survie des planorbes porteurs de cercaires mâles ou femelles, mais, dans la plupart des cas, les différences ne sont pas significatives, et les effectifs trop petits pour être testés.

3 - Survie entre les séries

Les proportions de planorbes porteurs de formes larvaires mâles ou femelles ne sont pas significativement différentes à l'origine pour chacune des trois séries. Aussi, malgré les indications des tests précédents qui montrent des survies différentes des planorbes émetteurs de cercaires mâles et ceux émetteurs de cercaires femelles, nous avons choisi de regrouper les mollusques d'une même série et de faire une étude comparée des survies dans les trois séries (*tableaux IV et V*).

- La 1^{re} série ne montre aucun décès avant la 9^e semaine mais une mortalité importante au-delà.

- La 2^e série présente un temps de latence avant les premières morts, puis le rythme des décès, rapide aux 6^e et 7^e semaines, se ralentit, et les courbes des séries 1 et 2 se croisent vers la 11^e semaines.

- Quant à la 3^e série, elle a une courbe d'allure intermédiaire mais assez semblable à celle de la 2^e.

L'étude de comparaison statistique des trois séries montre :

a) qu'il existe une différence réelle de survie entre les trois séries, différence essen-

TABLEAU IV. — Variation de la survie dans les séries

Semaines	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Série 1	nombre	28	28	28	28	28	27	23	20	11	10	7	5
	pourcentage	100	100	100	100	100	96,4	82,1	71,4	39,2	25,7	25	17,9
Série 2	nombre	33	33	32	25	21	20	19	18	16	16	13	13
	pourcentage	100	100	96,9	75,8	68,6	60,6	57,6	54,5	48,5	48,5	39,4	39,4
Série 3	nombre	26	26	26	25	21	19	18	17	17	14	13	9
	pourcentage	100	100	100	96,2	80,8	73,1	69,2	65,4	65,4	53,8	50	34,6

TABLEAU V. — Étude statistique des différences entre les séries de la 8^e à la 9^e semaine (Test χ^2)

Séries étudiées	1-2	1-3	2-3
8 ^e semaine	12,675 (S)	3,866 (Y)	2,08 (NS)
9 ^e semaine	10,992 (S)	4,121 (Y)	1,01 (NS)

(S) : Différence significative

(Y) : Différence significative avec la correction de Yates

(NS) : Différence non significative.

tiellement due au comportement de la série 1 qui se distingue de façon hautement significative de celui des séries 2 et 3.

b) qu'il n'existe pas de différence entre les séries 2 et 3 (tableau V).

Au total, deux facteurs apparaissent susceptibles d'influencer la survie des planorbes :

1) *Le sexe des cercaires* : les planorbes parasités par les formes larvaires mâles semblent mieux résister que leurs congénères porteurs de formes femelles.

2) *La température* : pour la 1^{re} série, elle s'est maintenue entre 26 et 28° C, alors qu'elle a été comprise entre 20 et 24° C, et 23 et 25° C pour les deux autres séries. Nous verrons les conséquences de ces différences sur la production de cercaires. Nous verrons aussi le lien entre la production et la survie.

III — Survie des *B. glabrata* non infestés

Pendant 15 semaines, en même temps que la série 1 et dans les mêmes conditions, nous avons gardé 30 *B. glabrata* non infestés. Sur ces 30 planorbes, 28 (93,33 %) ont survécu plus de 15 semaines. Le pourcentage de mollusques survivants à la fin de

l'expérimentation est donc très supérieur à celui des mollusques positifs survivants dans les 3 séries à la même époque (27 sur 87, soit 31,08 %).

IV — Survie de *B. glabrata* soumis à l'infestation, restés négatifs

Seuls ont été étudiés les planorbes de la série 3. Nous avons observé, à la 15^e semaine, 58 survivants sur 60 (96,66 %). Le pourcentage de survie est donc tout à fait comparable à celui des mollusques témoins non infestés.

V — Émission de cercaires

Nous avons étudié les émissions de cercaires mâles et femelles, semaine après semaine (de la 5^e à la 15^e semaine après l'infestation) en les comparant entre elles au sein de chaque série, et en comparant les émissions mâles et femelles (*tableau VI*).

Comme nous n'étudions que les mollusques survivants au moment du test, les effectifs sont souvent faibles, et ce facteur intervient pour limiter la mise en évidence de phénomènes statistiques. Néanmoins, on peut noter que :

- les différences vont toujours dans le même sens (planorbes à cercaires mâles émettant moins que ceux à cercaires femelles)
- dans les deux premières séries, ces différences dépassent 5 fois les limites de signification, et affleurent cette limite 5 autres fois.

Ainsi il semble exister une liaison entre le sexe du parasite et la quantité émise de ses larves. Cependant, l'origine de cette liaison n'est pas claire, d'autant moins que nous avons vu (§ II) que d'autres facteurs peuvent intervenir dans la production des cercaires.

L'étude des comparaisons entre les séries pour les cercaires de même sexe émises à la même semaine peut être globalement divisée en 3 périodes (*tableau VI*) :

TABLEAU VI. — Étude statistique des émissions mâles et femelles dans les 3 séries

Semaines ·	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Série 1	—	**	—	**	—	L	L	—	—	—	—
Série 2	—	**	—	L	*	*	L	L	—	—	—
Série 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$ (Significatif).

— : non significatif

L : limite de signification $0,05 < p < 0,10$

- 5^e et 6^e semaine

A cette période, qui marque le début des émissions, on constate que la 3^e série se différencie des deux autres. Les émissions cercariennes y sont moindres du fait d'une latence plus grande qui porte aussi bien sur les cercaires mâles que sur les femelles.

- 12^e semaine et au-delà

On ne note pratiquement plus de différences qui soient significatives. En fait, le faible nombre des planorbes survivants, et donc des émissions, rendent les tests statistiques peu puissants.

- Période intermédiaire (de la 7^e à la 11^e semaine)

Cette période de 5 semaines apparaît comme la plus riche en informations. En effet :

a) La série 1 présente des émissions plus abondantes que la série 2 aussi bien pour les cercaires femelles que pour les mâles.

b) D'autre part, l'étude des émissions dans toutes les séries fournit des résultats qui varient en fonction du sexe des cercaires. Les émissions de cercaires femelles sont plus abondantes dans la série 1 comparée aux séries 2 et surtout 3, alors qu'il n'existe que peu de différences entre les séries 2 et 3 (*tableau VII*). Les émissions de cercaires

TABLEAU VII. — Étude statistique des émissions de cercaires femelles

Semaines	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Comparaisons entre les séries											
1 / 2	—	—	**	**	**	**	**	—	—	—	—
1 / 3	**	**	**	**	**	**	**	—	—	—	—
2 / 3	*	**	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* : $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ (Significatif).

— : non significatif

TABLEAU VIII. — Étude statistique des émissions de cercaires mâles

Semaines	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Comparaisons entre les séries											
1 / 2	—	—	*	**	**	**	**	*	—	—	—
1 / 3	L	L	**	—	—	—	*	—	—	—	—
2 / 3	*	*	—	**	**	**	—	**	—	—	—

* : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$ (Significatif).

L : limite de signification $0,05 < p < 0,10$

mâles n'apparaissent pas réellement plus importantes dans la série 1 comparée à la série 3, alors qu'elles le sont dans la série 3 par rapport à la série 2, et surtout dans la série 1 par rapport à la série 2 (*tableau VIII*).

Discussion

1 - Peu d'auteurs ont étudié la dynamique de la production cercarienne chez le couple *B. glabrata* - *S. mansoni*, et très peu ont signalé ou décrit des variations dans les émissions de cercaires, suivies pendant plusieurs semaines ou plusieurs mois (Pitchford et coll. 1969, Mougeot et Golvan 1974, Golvan et coll. 1975, Lancaster et coll. 1976, Theron 1981 a et b, 1982).

Sur les infestations de *B. glabrata* par un seul miracidium d'une souche compatible (ou homopatrique), on dispose également de peu d'analyses. On sait depuis Cort (1921) qu'un miracidium donne naissance à des sporocystes qui eux-mêmes produisent des cercaires ayant toutes le même sexe. Nous citons, dans le *tableau IX* les auteurs qui ont fourni des renseignements significatifs sur des infestations monomiracidiales. On constate que, dans les conditions « normales » du laboratoire, la durée de la période prépatente, entre la mise en contact du miracidium avec le planorbe et la première émission de cercaires, varie de 4 à 6 semaines. Cette période de latence est théoriquement fonction de la température de maintien des mollusques infestés (Standen 1952, Stirewalt 1954, Anderson et May 1979). En fait, dans les trois séries

TABLEAU IX. — Infestations de *B. glabrata* par 1 miracidium de *S. mansoni*

Auteurs	Nb. de Planorbes infestés	Souches		1 ^{re} sem. de +	Planorbes + nb %	dernière semaine de +	Planorbes + nb %
		<i>B. glabrata</i>	<i>S. mansoni</i>				
Schreiber et Schubert (1949) (a)	127	Porto Rico	Porto Rico	4 ^e	6 8 %	10 ^e	10 8 %
(1949) (b)	121	Porto Rico	Porto Rico	5 ^e	17 14 %	10 ^e	17 14 %
Stirewalt (1951)	844	Porto Rico	Porto Rico	4 ^e	— —	14 ^e	79 9,3 %
Sturrock et Sturrock (1970)	20	Sainte-Lucie	Sainte-Lucie	5 ^e	16 80 %		
Mougeot et Golvan (1974)	38	Brésil (Recife)	Brésil (Recife)	6 ^e	7 18,4 %	10 ^e	9 23,7 %
Lancastre et coll. (1983)	380	Brésil (Recife)	Brésil (Recife)	5 ^e	57 15 %	15 ^e	87 22,9 %

que nous avons étudiées, aucun planorbe ne s'est révélé positif avant la 5^e semaine alors que les températures variaient de 20° C à 28° C. Signalons cependant qu'à cette date le pourcentage de planorbes positifs était de 18,33 % (22/120) pour la 1^{re} série, de 13,53 % (23/170) pour la 2^e série, et de 13,33 % (12/90) pour la 3^e série.

2 - Le *tableau IX* montre aussi des différences importantes dans les pourcentages de mollusques qui se révèlent positifs lors d'infestations par 1 miracidium. Le pourcentage (80 %) trouvé par Sturrock et Sturrock (1970) est étonnant, et se distingue très nettement de tous les autres. Les 3 groupes de planorbes étudiés dans notre travail ont fourni respectivement 23,33 %, 19,40 % et 28,98 % de positifs, à cercaires mâles ou femelles. Ces chiffres ne diffèrent pas significativement les uns des autres, non plus que le pourcentage de porteurs de larves mâles (43,68 %) ne diffère de celui des femelles (56,32 %).

Stirewalt (1951), sur 79 planorbes positifs étudiés en avait trouvé 45 à cercaires mâles et 34 à cercaires femelles. Dans sa thèse, Theron (1982), sur un lot de 19 mollusques positifs, dénombrait 11 émetteurs de cercaires femelles et 8 de mâles. Chez ces deux auteurs, il n'y a pas non plus de différence significative dans la proportion femelles/mâles.

Notons que les conditions de maintenance décrites (24,26 ou 28° C) ne paraissent avoir aucun effet sur la répartition entre les sexes lors de l'infestation.

3 - Nos expérimentations ont montré aussi que la survie des planorbes n'est pas la même selon qu'ils hébergent des formes larvaires mâles ou femelles. Ce fait est évident quelles que soient les séries que nous avons étudiées. Au total 44,73 % des planorbes à cercaires mâles survivent à la 15^e semaine, contre 20,41 % des planorbes à cercaires femelles (*tableau IV*). La température joue sûrement un rôle dans la survie globale, car l'ensemble du groupe 1 (température de maintenance $27 \pm 1^{\circ}$ C) a 17,9 % de survivants à la 15^e semaine contre 39,4 % et 34,6 % pour les groupes 2 et 3 (températures de maintenance $22 \pm 2^{\circ}$ C et $24 \pm 1^{\circ}$ C); mais, à l'intérieur de chaque groupe, il semble exister une plus grande fragilité des planorbes parasités par *S. mansoni* femelle. Quant aux planorbes infestés mais n'ayant jamais émis de cercaires, ils ont une survie très nettement supérieure et équivalente à celle des planorbes témoins non infestés.

4 - Cette différence de survie entre les planorbes émetteurs de larves mâles ou femelles pourrait être liée à la différence de production cercarienne, telle qu'elle apparaît dans le *tableau X*. On sait que la mortalité des mollusques positifs est fonction de l'intensité des émissions cercariennes, et nous avons trouvé une moyenne de 645 cercaires femelles par émission, calculée sur 304 émissions, contre 366 cercaires mâles par émission (267 émissions). La différence des émissions entre les sexes est d'ailleurs plus importante pour la série 1 que pour la série 2. Cependant elle est nulle pour la série 3 (*tableaux XI à XIII, graphiques 2 à 7*).

Cette différence entre les valeurs des émissions mâles et femelles, observée dans 2 séries sur 3, est significative. Il paraît juste d'insister sur cette singularité qui pourrait jouer un rôle dans l'épidémiologie de *S. mansoni*, et peut-être dans les autres

TABLEAU X. — Émissions cercariennes chez les planorbes monifestés Brésil

Semaines	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total des émissions	Moyenne des émissions
Mollusques émettant des cercaires mâles	26	32	33	28	27	23	22	23	21	18	14	267	
Moyenne des cercaires émises	118,26	167,18	371,21	408,92	647,22	548,91	385,22	376,08	509,52	247,22	237,50		366,01
Mollusques émettant des cercaires femelles	31	46	40	38	33	31	27	19	17	13	9	304	
Moyenne des cercaires émises	263,70	502,17	661,87	640,87	1139,39	930,64	737,03	731,57	604,47	200	108,33		645,14

TABLEAU XI. — Émissions cercariennes de la série I

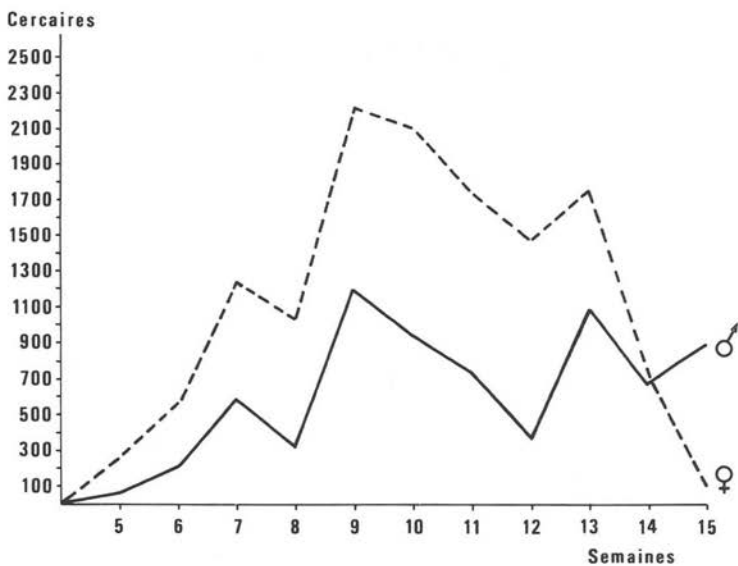
Semaines	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Planorbes émetteurs de cercaires mâles	9	12	12	12	12	10	10	8	7	5	3
Cercaires mâles par planorbe	72,22	208,33	616,66	327,08	1208,33	947,50	737,50	362,50	1092,85	690	891,66
Planorbes émetteurs de cercaires femelles	13	16	16	16	15	13	10	3	3	2	2
Cercaires femelles par planorbe	248,07	575	1240,62	1037,50	2223,33	2080,76	1757,50	1483,33	1766,66	725	116,66
Total planorbes	22	28	28	28	27	23	20	11	10	7	5
Total cercaires	3875	11700	27250	20525	47850	36525	24950	7350	12950	4900	3025
Moyenne générale	176,13	417,85	973,21	733,03	1772,22	1588,04	1247,50	668,18	1295,00	700,00	605,00
% des cercaires mâles	1,04	4,00	11,84	6,28	23,20	15,16	11,80	4,64	12,24	5,52	4,28
% des cercaires femelles	2,33	6,65	14,34	11,99	24,10	19,54	12,70	3,22	3,83	1,05	0,25
% des cercaires mâles + femelles	1,93	5,82	13,56	10,22	23,82	18,18	12,42	3,66	6,45	2,44	1,50

TABLEAU XII. — Émissions cercariennes de la série 2

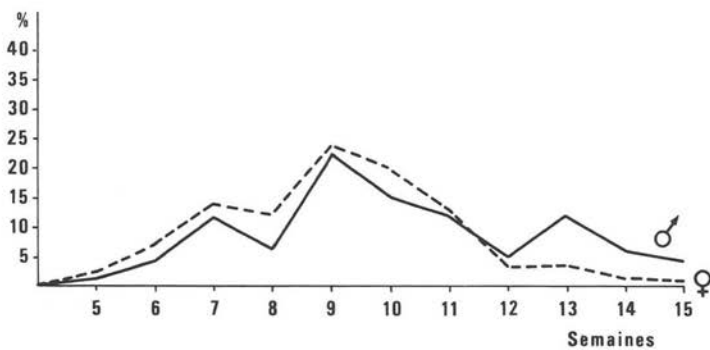
Semaines	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Planorbes émetteurs de cercaires mâles	11	11	10	7	7	5	4	7	7	8	7
Cercaires mâles par planorbe	197,72	190,90	302,50	57,14	46,42	50	93,75	114,28	160,71	90,62	25
Planorbes émetteurs de cercaires femelles	12	18	12	10	10	9	8	7	7	5	4
Cercaires femelles par planorbe	393,75	638,88	322,91	207,50	175,00	113,88	143,75	185,71	246,42	110	75
Total planorbes	23	29	22	17	17	14	12	14	14	13	11
Total cercaires	6900	13600	6900	2475	2075	1275	1525	2100	2850	1275	475
Moyenne générale	300	468,96	313,63	145,58	122,05	91,07	127,08	150	203,57	98,07	43,18
% des cercaires mâles	18,95	18,30	26,36	3,49	2,83	2,18	3,27	6,97	9,80	6,32	1,53
% des cercaires femelles	15,76	38,37	12,93	6,92	5,84	3,42	3,84	4,34	5,75	1,83	1,00
% des cercaires mâles + femelles	16,65	32,81	16,65	5,97	5,00	3,08	3,68	5,06	6,87	3,08	1,15

TABLEAU XIII. — Émissions cercariennes de la série 3

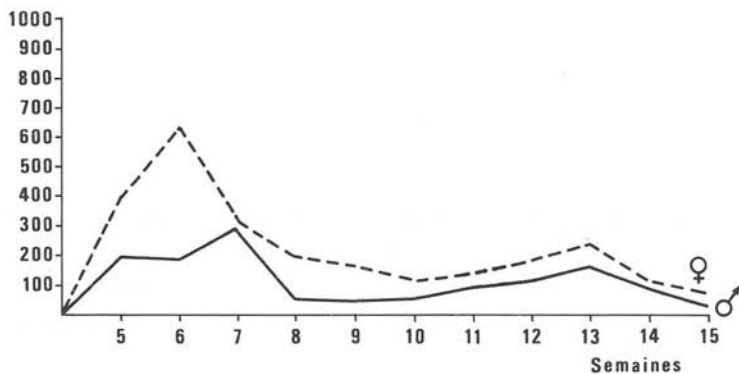
Semaines	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Planorbes émetteurs de cercaires mâles	6	10	11	9	8	8	8	8	7	5	4
Cercaires mâles par planorbe	25,00	75,00	165,90	791,66	331,25	362,50	90,62	618,65	275,00	55,00	118,75
Planorbes émetteurs de cercaires femelles	6	12	12	12	8	9	9	9	7	6	3
Cercaires femelles par planorbe	37,50	200,00	229,16	470,83	312,50	86,11	130,75	894,44	457,14	100,00	108,33
Total planorbes	12	22	23	21	16	17	17	17	14	11	7
Total cercaires	7375	3150	4575	12775	5150	3675	1900	13000	5125	875	8000
Moyenne générale	31,25	143,18	198,91	608,33	321,87	216,17	111,76	764,70	366,07	79,54	114,28
% des cercaires mâles	0,63	3,16	7,68	30,00	11,16	12,21	3,05	20,84	8,11	1,16	2,00
% des cercaires femelles	0,81	8,68	9,95	20,43	9,04	2,80	4,25	29,11	11,57	2,17	1,18
% des cercaires mâles + femelles	0,73	6,13	8,90	24,85	10,02	7,15	3,70	25,29	9,97	1,70	1,56



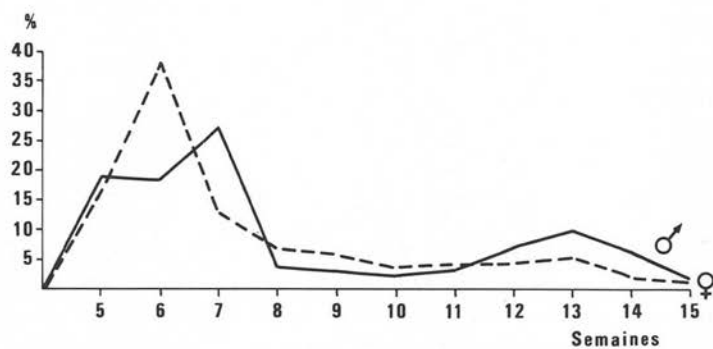
GRAPHIQUE 2. — Moyenne hebdomadaire des cercaires mâles et femelles de la série 1.



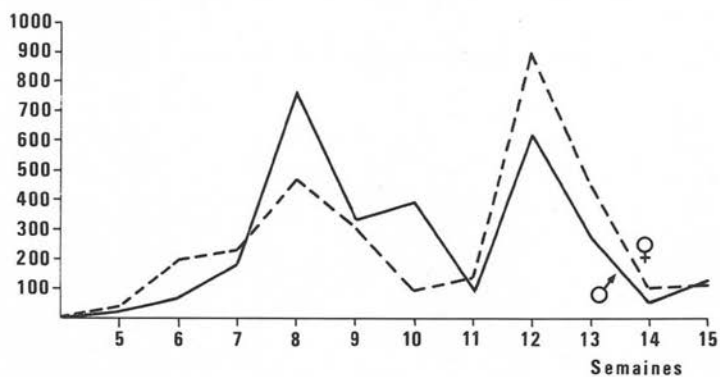
GRAPHIQUE 3. — Pourcentage hebdomadaire des cercaires mâles et femelles de la série 1.



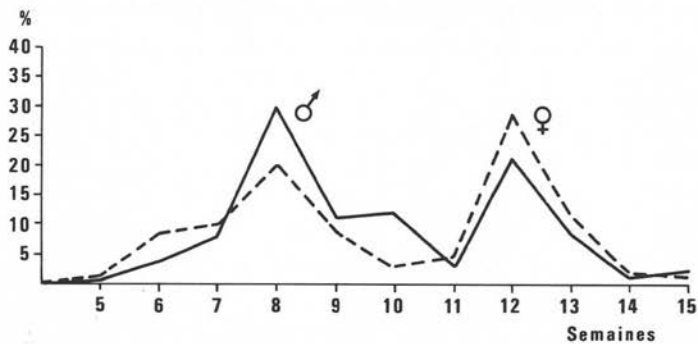
GRAPHIQUE 4. — Moyenne hebdomadaire des cercaires mâles et femelles de la série 2.



GRAPHIQUE 5. — Pourcentage hebdomadaire des cercaires mâles et femelles de la série 2.



GRAPHIQUE 6. — Moyenne hebdomadaire des cercaires mâles et femelles de la série 3.



GRAPHIQUE 7. — Pourcentage hebdomadaire des cercaires mâles et femelles de la série 3.

schistosomoses. Nous n'avons pas d'explication pour ce phénomène — sauf à parler d'une plus grande « virulence » des formes larvaires femelles, d'un meilleur équilibre entre sporocystes mâles et l'hôte intermédiaire, ou de réactions de défense différentes de celui-ci vis-à-vis du parasite. Cependant, la plus grande longévité des sporocystes mâles pourrait expliquer certains échecs rencontrés lors de tentatives d'isolement de schistosomes à partir de mollusques récoltés dans la nature. Une telle mésaventure est arrivée à Faust en 1927. Ayant trouvé 20 *Oncomelania hupensis* positifs sur 10 000 récoltés près de Pékin, à la saison sèche, il n'avait obtenu, à partir des émissions cercariennes de ces mollusques, que des *Schistosoma japonicum* mâles.

Des observations similaires ont été faites avec *B. glabrata* infestés par *S. mansoni*. Par exemple, en novembre 1979, Golvan et Combes (communication personnelle) ont récolté dans un canal lourdement contaminé, à Marigot, à la Guadeloupe, une centaine de *B. glabrata* destinés aux travaux de nos collègues de Perpignan. La vingtaine de Planorbes ayant survécu, ceux qui se révéleront infestés n'émettront que des cercaires mâles. On peut donc penser que les planorbes infestés par des larves femelles de Schistosome ou bien ont une longévité plus courte ou bien sont plus « fragiles » que ceux qui sont porteurs de larves mâles.

5 - Dès 1974, nous avons signalé des pics d'émissions cercariennes chez des planorbes brésiliens monoinfestés. En 1975 et 1976, nous avons observé ces alternances de fortes et de faibles émissions chez des mollusques brésiliens, mais aussi guadeloupéens, martiniquais et portoricains, infestés par 6-10 miracidiums. Ces pics d'émissions, aux valeurs significatives, survenaient toutes les trois semaines environ. Le présent travail confirme la réalité de ces variations qui correspondent sans doute à des variations dans la maturation des sporocystes. Du fait que les sporocystes présents dans les planorbes que nous avons étudiés sont tous issus d'un seul miracidium, nous pouvons éliminer d'éventuels phénomènes de compétition sexuelle et admettre que ces variations sont réelles et propres à *S. mansoni*.

En 1976, nous émettions l'hypothèse d'« une maturation successive ou cyclique des sporocystes issus d'un même miracidium et émettant leurs cercaires par vagues... ». Nous pensons toujours que les variations observées dans les 3 séries de planorbes infestés, et dans les émissions des deux sexes sont dues au caractère discontinu de la production cercarienne par les sporocystes secondaires. Quel que soit leur devenir chez le planorbe, ils s'épuisent sans doute, ou disparaissent même, mais en tout cas n'émettent pas continuellement au maximum de leurs possibilités. Theron a également observé une production rythmique des cercaires lors d'infestations monomiracidiales chez le même couple *B. glabrata*-*S. mansoni* (1981 a et b, 1982). Pour cet auteur, il existe normalement des reconversions de sporocystes cercariogènes en sporocystes répliqueurs, et c'est « le renouvellement périodique du matériel embryonnaire intrasporocystique et le synchronisme de la différenciation des cercaires (qui) sont à la base des fluctuations périodiques de la production cercarienne » (1982).

L'étude statistique montre que le phénomène des fortes et faibles émissions peut prendre une allure périodique, qui apparaît nettement dans les courbes d'autocorrélation des émissions mâles et femelles de la série 3. Dans cette série, sur une durée de

11 semaines (5^e-15^e), il existe une périodicité de 4 semaines, avec pour chacun des 2 pics significatifs la présence de 20 à 30 % de la totalité des cercaires émises.

Une production excessive de cercaires, qui aboutit plus rapidement à l'épuisement des mollusques, voire à leur mort rapide, peut causer des variations importantes mais anarchiques à l'échelle de tout un groupe. Cela pourrait expliquer les pics désordonnés très importants ou au contraire amortis, rapprochés ou éloignés de près de 2 mois, observés dans les émissions des deux sexes des séries 1 et 2. Ces séries sont justement celles où existent des différences significatives avec la série 3, pour la quantité de cercaires émises, quel que soit le sexe.

Il y a donc corrélation entre l'abondance des émissions cercariennes, leur fréquence, la longévité des planorbes hôtes et le sexe des formes larvaires hébergées.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON M. N., MAY R. M. : Prevalence of Schistosome infections within molluscan populations : observed patterns and theoretical predictions. *Parasitology*, 1979, 79, 63-94.
- CORT W. W. : The development of the Japanese blood fluke *Schistosoma japonicum* Katsurada in its final host. *Am. J. Hyg.*, 1921, 1, 1-38.
- EVANS A. S., STIREWALT M. A. : Variations in infectivity of cercariae *Schistosoma mansoni*. *Expl. Parasitology*, 1951, 1, 19-33.
- FAUST E. C. : The possible presence of male Schistosomes alone in experimental and natural infections. *J. Parasitol.*, 1927, 14, 62-63.
- GOLVAN Y. J., LANCASTRE F., BARRIÈRE L., DEROUIN F., TRENEY-BOLOGNINI J. : Schistosomose expérimentale I — Étude de la fécondité de *Schistosoma mansoni* en fonction de son adaptation à la souche de *Biomphalaria glabrata*. *Ann. Parasitol. Hum. et Comp.*, 1975, 50, 617-628.
- JOURDANE J. : Distribution binomiale des probabilités d'infestation du mollusque dans le couple : *Schistosoma mansoni* — *Biomphalaria glabrata*. *Haliotis*, 1980, 10, 74.
- LANCASTRE F., DEROUIN F., BARRIÈRE L., GOLVAN Y. J. : Schistosomose expérimentale II — Infestation de *Biomphalaria glabrata* par deux miracidiums de *Schistosoma mansoni*. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 1976, 51, 227-239.
- MOUGEOT G., GOLVAN Y. J. : Étude des relations entre la longévité de *Biomphalaria glabrata* et son infestation par *Schistosoma mansoni* (Étude de la variation quantitative de l'émission des furcocercaires). *Bull. Soc. Sci. Vet. Med. Comp. (Lyon)*, 1974, 76, 119-124.
- PAN C. T. : Studies on the host-parasite relationship between *Schistosoma mansoni* and the snail *Australorbis glabratus*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 1965, 14, 931-976.
- PITCHFORD R. J., MEYLING A. M., MEYLING J., DU TOIT J. F. : Cercarial shedding patterns of various schistosome species under outdoor conditions in the Transvaal. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 1969, 63, 359-371.
- SCHREIBER F. G., SCHUBERT M. : Experimental infection of the snail *Australorbis glabratus* with the Trematode *Schistosoma mansoni* and the production of cercariae. *J. Parasitol.*, 1949, 35, 91-100.
- SCHREIBER F. G., SCHUBERT M. : Results of exposure of the snail *Australorbis glabratus* to varying numbers of miracidia of *Schistosoma mansoni*. *J. Parasitol.*, 1949, 35, 590-592.
- STANDEN O. D. : Experimental infection of *Australorbis glabratus* with *Schistosoma mansoni*. I. Individual and mass infection of snails, and the relationship of infection to temperature and season. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 1952, 46, 48-53.
- STIREWALT M. A. : The frequency of bisexual infections of *Schistosoma mansoni* in snails of the species *Australorbis glabratus* (Say). *J. Parasitol.*, 1951, 37, 42-47.
- STIREWALT M. A. : Effect of the snail maintenance temperatures on development of *Schistosoma mansoni*; *Expl. Parasitol.*, 1954, 3, 504-516.
- STURROCK B. M., STURROCK R. F. : Laboratory studies of the host-parasite relationship of *Schistosoma mansoni* and *Biomphalaria glabrata* from St Lucia, West Indies, *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 1970, 66, 357-363.
- THERON A. 1981 (a) : Dynamics of larval populations of *S. mansoni* in *B. glabrata*. I. Rhythmic production of cercariae in monomiracidial infections. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 75, 71-77.
- THERON A. 1981 (b) : Dynamics of larval populations of *S. mansoni* in *B. glabrata*. II. Chronobiology of the intramolluscal larval development during the shedding period. *Ann. Trop. Med. Parasitol.* 75, 547-554.
- THERON A. : Le compartiment cercaire dans le cycle de *Schistosoma mansoni* Sambon 1907. Écologie de la transmission bilharzienne en Guadeloupe. *Thèse Doctorat Sciences Naturelles*, 1982, Perpignan.