

B U L L E T I N  
DE LA  
S O C I É T É  
DE  
PATHOLOGIE  
EXOTIQUE

FONDÉE EN 1908 PAR ALPHONSE LAVERAN  
PRIX NOBEL 1907

2004

**Schistosomoses**

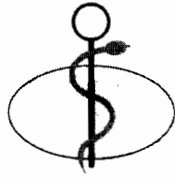
Coordination : J.-P. Chippaux & A. Massougbodji

*Varia*



T. 97, 2004, N° 1

Parution février 2004



BULLETIN DE LA  
SOCIÉTÉ DE PATHOLOGIE EXOTIQUE

Conseil scientifique

Les membres du conseil d'administration  
& C. Gras, B. Mafart, J. Mouchet

Directeur de la publication

Saliou P

Comité de rédaction

Chippaux A, Epelboin A & Pays JF, rédacteurs  
Alonso JM, Badoual J, Blanchy S, Boussinesq M,  
Caumes E, Charmot G, Chastel C, Feuillie V,  
Gras C, Huerre M, Léger N, Mouchet J, Moutou F,  
Nicand E, Nozais JP, Petithory JC,  
Rodhain F, Royer ME, Saliou P & Savey M

Comité de lecture 2003

Akogbeto M, Ancelle T, Andrieu JM, Aubry P, Aujard Y,  
Auregan G, Bajolet O, Balogou A, Barbier JP,  
Benefice E, Bequet, Beytout, Blanche S, Blanchy S,  
Boisier P, Bonnet D, Bouchaud O, Bouree P,  
Bourgeade A, Bouteille B, Boutin JP, Brasseur P,  
Breda Y, Brisebarre AM, Bruneel F, Carayon,  
Carbonnelle B, Carnevale P, Carniel E, Carnot F,  
Carpentier JP, Caumes E, Cavallo JD, Cazenave JC,  
Chabasse D, Charpentier P, Chevalier B, Chippaux JP,  
Chouc PY, Cohen J, Darde ML, Dairie H, Datry A,  
Decam C, Dedet JP, Del giudice P, Denis F, Deparis X,  
Derouin F, Desclaux A, Develoux M, Dormont,  
Dotou CR, Druilhe P, Ducorps M, Dumont A,  
Dupont B, Dupouy-Camet J, Durand P, Dutour O,  
Formenty P, Fortineau N, Fournier JM, Fromel D,  
Gachot B, Gaulard P, Gazin P, Geerts S, Georges AJ,  
Georges P, Gessain A, Giroit R, Goyffon M,  
Grimaldi A, Grimont F, Grosset J, Guerci A, Guilbert P,  
Houin R, Hovette P, Imbert P, Jaffre Y, Janier M,  
Jeandel P, Jouan A, Joussemet M, Koecq JL,  
Laveissiere C, Le Bras J, Le Bras P, Lepercq J, Maire B,  
Marjolet M, Martelli H, Martet G, Marty P, Mestre C,  
Michel R, Migliani R, Mollaret H, Montalembert (de) M,  
Monteil H, Moulin AM, Naas T, Pagès F, Paris L,  
Pasquet P, Perret JL, Perrimond H, Philippon A,  
Pialoux G, Piaroux R, Pichard E, Pinon JM, Pluot M,  
Poda JN, Preux PM, Raphael M, Rey JL, Ripert C,  
Riquet M, Robert V, Rogier C, Rotalier (de) P, Rual F,  
Sainte-Foie S, Saint-Maur (de) MP, Schlosser O,  
Sellier P, Smitis Leflohic AM, Strobel M, Taverne B,  
Tomasi M, Tournaire M, Vasile N, Vilde JL

Assistante de rédaction, P. A. O. & Webmaster  
Baltazard S

Traductions en langue anglaise  
Bellande H

Editeur

SOCIÉTÉ DE PATHOLOGIE EXOTIQUE,  
25, rue du Docteur-Roux, F-75015 Paris  
Tél. : (33) 1 45 66 88 69  
Fax : (33) 1 45 66 44 85  
E-mail : socpatex@pasteur.fr

site net : www.pasteur.fr/socpatex

Imprimeur

Imprimerie Barnéoud  
Bonchamp-Lès-Laval

Dépôt légal  
14777

N° commission paritaire  
0607 G 81799

# SOMMAIRE / CONTENTS

2004, tome 97, n° 1

## Table ronde "Schistosomose" (Lisbonne) / Round table on Schistosomiasis

Coord. : J. P. CHIPPAUX & A. MASSOUGBODJI

**3** Synthèse et recommandations de la table-ronde "Contrôle des schistosomoses en Afrique sub-saharienne". Synthesis and recommendations following the round table "schistosomiasis control in Sub-Saharan Africa".

*Chippaux JP & Massougboji A*

**7** Évaluation à long terme d'un traitement de masse par praziquantel sur la morbidité due à *Schistosoma haematobium* dans deux villages hyper-endémiques du Niger.

Long-term impact of a mass treatment by praziquantel on morbidity due to *Schistosoma haematobium* in two hyperendemic villages of Niger.

*Garba A, Campagne G, Tassie JM, Barkire A, Vera C, Sellin B & Chippaux JP*

**12** Pratiques hygiéniques et risques de contamination des eaux de surface par des œufs de schistosomes : le cas d'un village infesté dans le nord du Sénégal.

Hygiene practices and contamination risks of surface waters by schistosome eggs : the case of an infested village in Northern Senegal.

*Sow S, de Vlas SJ, Polman K & Gryseels B*

**15** Évolution récente des schistosomoses dans le complexe hydroagricole du Sourou au Burkina Faso.

Recent evolution of schistosomiasis in the water project of Sourou in Burkina Faso.

*Poda JN, Wango SP, Sorgho H & Dianou D*

**19** Hétérogénéité de la transmission de *Schistosoma haematobium* dans les périmètres irrigués du Niger.

Heterogeneity of *Schistosoma haematobium* transmission in irrigated fields.

*Ernould JC, Garba A, Labbo R, Kaman Kaman A Sidiki A, Djibrilla A & Chippaux JP*

**24** Modélisation de la sensibilité, spécificité et valeurs prédictives de la recherche d'une hématurie par bandelettes réactives dans le diagnostic de l'infection par *Schistosoma haematobium*.

Modelling sensitivity, specificity and predictive values of hematuria testing using reagent sticks in the diagnosis of *Schistosoma haematobium* infection.

*Etard JF*

**29** *Bulinus truncatus*, hôte intermédiaire de *Schistosoma haematobium* dans le bassin du fleuve Sénégal.

*Bulinus truncatus*, intermediate host of *Schistosoma haematobium* in the Senegal River Basin (SRB)

*Sène M, Southgate VR & Vercauteren J*

## Autres articles "schistosomose" Current articles related to schistosomiasis

**33** Gestion de l'espace et schistosomose urinaire à Daloa (Côte d'Ivoire). Land-use and urinary schistosomiasis in Daloa (Côte d'Ivoire).

*Fournet F, N'Guessan NA & Cadot E*

**37** Schistosomose urbaine au Cameroun : étude longitudinale de la transmission dans un nouveau site d'extension du foyer de schistosomose intestinale de Mélen, Yaoundé.

Urban schistosomiasis in Cameroon: A longitudinal study of its transmission in a new site of an extension of the intestinal schistosomiasis focus in Mélen, Yaoundé.

*Njiokou F, Onguene Onguene AR, Tchuem Tchuenta LA & Kenmogne A*

**41** Grossesse extra-utérine sur schistosomose tubaire due à *Schistosoma haematobium*. A propos d'un cas au Niger. (courte note)

Extra uterine pregnancy associated with a tubal schistosomiasis due to *Schistosoma haematobium*. A case report from Niger.

*Garba M, Almoustapha T, Garba A & Nouhou H*

## Société de pathologie exotique

founded by Louis Alphonse LAVERAN in 1907, the same year he was awarded the Nobel Prize in medicine.

Its main aims are to study:

- tropical diseases in man and animals,
- hygiene and sanitary measures for preventing the spread of epidemics and murrains of tropical origin,
- all problems linked to tropical medicine, biology, and health as well as those arising from expatriation and travel.

**President:** Saliou P

**Vice-Presidents:** Ambroise-Thomas P & Le Bras M

**Secretary General:** Buisson Y

**Assistant General Secretary:** Roux J

**Treasurer:** Nozais JP

**Honorary Members:**

Charmot G, Chippaux A, Pène P & Rodhain F

**Elected Members:** F. Bricaire, Coulaud JP, Delmont J, Dumas M, Kanga JM, Klotz F, Pays JF & Touze JE

**Secretary:** M. Hamon

**Benefactors Members:**

1960 - Mme A. Calmette \*

1965 - Mme E. Giraud \*

1978 - Pr. R. Deschiens \*

1979 & 1992 - M. & Mme les Dr M. & G. Noury-Lemarié †

1983 - Mme H. Rouyer-Mugard †

1986 - Comte H. de Brossard \*

**Benefactors associations:**

Stiftung zur Bekämpfung von Tropenkrankheiten, Zürich

## Bulletin de la SPE

**Editor:** Saliou P

**Publisher:** Société de pathologie exotique

**Editorial board:**

Chippaux A, Epelboin A & Pays JF

Alonso JM, Badoual J, Blanchy S, Boussinesq M, Caumes E,

Charmot G, Chastel C, Feuillie V, Gras C, Huerre M, Léger N,

Mouchet J, Moutou F, Nicand E, Nozais JP, Petithory JC,

Rodhain F, Royer ME, Saliou P & Savey M

**Assistant editor, Webmaster:**

Baltazard S

**Translations:** Bellande H

## 43 Étude expérimentale de la compatibilité entre *Schistosoma haematobium* et deux espèces de bulins au Cameroun.

Experimental study of the compatibility between *Schistosoma haematobium* and two species of *Bulinus* in Cameroon.

*Njiokou F, Teukeng F, Bilong Bilong CF, Njiné T & Same Ekobo A*

## 47 L'endémie bilharzienne au Burkina Faso.

Schistosomiasis endemic in Burkina Faso.

*Poda JN, Traoré A & Sondo BK*

## Varia

## 53 Mise en place de la méthode HACCP dans la ligne de production du sandwich artisanal à Phnom Penh, Cambodge.

Implementation of the HACCP system in the production line of the traditional sandwich in Phnom Penh City, Cambodia.

*Kruy Sun Lay, Ping Song, Keuth Merch, Phoeurng Sakona & Y. Buisson*

## 59 Les manifestations ORL et cervico-faciales de l'infection par le VIH en zone tropicale. A propos de 253 cas congolais.

Cervico-facial and ENT symptoms due to HIV infection in tropical area. About 253 congolese cases.

*Ondzotto G, Ibara JR, Mowondabeka P & Galiba J*

## Sociétés correspondantes

## 64 XVII èmes rencontres francophones de pédiatrie.

Samedi 11 octobre 2003 à Paris. XVII th franco-african meeting of pediatrics. 2003/10/11, Paris, France

*Gendrel D (org)*

## 6 Recommandations aux auteurs Instructions to authors

## 65 Informations générales General information

## 64 Prochains numéros Next issues

## Bulletin de la Société de pathologie exotique

## Abonnement/subscription

Je souhaite souscrire un abonnement d'un an (5 n°)  
/ I wish to subscribe for one year (5 issues):

Nom / Name : .....

Prénom / First Name : .....

Spécialité / Speciality : .....

Adresse / Address : .....

Code postal / Postal code : .....

Ville / Town : .....

Pays / Country : .....

• France: 90 € / 45 € \*

Vente au numéro: 21 €

• Autres pays (voie de surface):  
other countries (normal mail): 117 €

• Autres pays (voie aérienne):  
other countries (by plane): 155 €

Mode de paiement / Payment

par chèque bancaire ou postal, (ordre: Société de pathologie exotique)

par carte bancaire Carte bleue VISA, Eurocard, Mastercard :  
N° ..... date d'expiration : .....

Signature :

Envoyez moi un reçu / Please send me a receipt  
Numéro de commande / Number of order: .....

Nom et adresse de facturation / Name and address for invoice : .....

Date: ..... Signature:

Adressez votre commande et votre paiement à l'ordre de/  
Send your order and your payment to the order of:

SOCIÉTÉ DE PATHOLOGIE EXOTIQUE

SOCIÉTÉ DE PATHOLOGIE EXOTIQUE - Abonnements,  
25 rue du Docteur Roux, 75015 PARIS - FRANCE

Tél: (33) 1 45 66 88 69, Fax: (33) 1 45 66 44 85

Email: socpatex@pasteur.fr ; http://www.pasteur.fr/socpatex

• \* Tarif réduit sur justificatif: étudiants, internes de CHU et élèves inscrits au diplôme de spécialités / \* Students: to receive reduced rates, order must be accompanied by name of affiliated institutions and proof of status.

• Les abonnements sont mis en service dans un délai maximum de quatre semaines après réception de la commande et du règlement / Subscriptions begin 4 weeks following receipt of payment.

• Les abonnements partent du premier numéro de l'année / Subscriptions begin with the first issue of calendar year.

• Les réclamations pour les numéros non reçus doivent parvenir dans un délai maximum de six mois / Claims for missing issues must be submitted to the publisher for a period of six months after publication of each individual issue.

Numéros séparés de l'année et volumes antérieurs (jusqu'à épuisement des stocks) / Back issues and volumes: SOCIÉTÉ DE PATHOLOGIE EXOTIQUE (adresse ci-dessus/address above)

## Synthèse et recommandations de la table ronde "Contrôle des schistosomoses en Afrique sub-saharienne".

**J.-P. Chippaux (1) & A. Massougbojji (2)**

(1) Institut de recherche pour le développement, B. P. 1386, Dakar, Sénégal. E-mail : chippaux@ird.sn

(2) Faculté des sciences de la santé, Cotonou, Bénin. E-mail : AchilleM@avu.org

Manuscrit n° 2554/Lisb. 5. Reçu le 18 mars 2003. Accepté le 5 juin 2003. 3e congrès européen de médecine tropicale et santé publique, Lisbonne, Portugal, 8-12 septembre 2002.

**Summary:** Synthesis and recommendations following the round table "schistosomiasis control in Sub-Saharan Africa".

The Round Table organized by the Société de pathologie exotique during the 3<sup>rd</sup> European Congress on Tropical medicine and International Health held in Lisbon on September 9, 2002 has been attended by a hundred participants. Five communications were presented and followed by a debate concerning the main aspects of the epidemiology and the control of schistosomiasis in sub-Saharan Africa. The necessity of studying intermediate hosts to identify vectors, some of which being able to colonize new areas or to modify their susceptibility to parasites, has been emphasized. The population is infected during water contacts and POBA et al. showed the importance of water projects, necessary for the development of poor countries, but facilitating the transmission of schistosomiasis. Most current activities force the population to use stagnant water. However, it is well known that children are more infected, with severe clinical and functional consequences. The contamination of the environment is linked to hygienic practices. Sow et al. demonstrated that usually recommended solutions are inappropriate. Latrines, for example, are notably sub-used by some at risk groups because culturally unsuitable and considered as avoiding discretion or comfort. Besides the technical improvement which can be proposed, education by the parents and the teachers must begin from the youngest age. ERNOULD et al. showed the strong heterogeneity of schistosomiasis transmission in water projects due notably to the distance between habitations and transmission sites as well as modalities of use and maintenance of the irrigation system. In this respect, the communication of POBA et al. showed that schistosomiasis was underestimated by the health system due to the lack of training of health staff, poor equipment of health centers and low awareness of both populations and political authorities. GARBA et al. confirmed the efficiency of mass treatments with praziquantel, even with a low therapeutic coverage. The renewal of the treatment can be adapted to the intensity of the transmission. The modeling of the performances of the hematuria test described by ETARD allows to adjust the sample of population participating to a survey. Other indicators must be proposed to estimate the efficiency of the strategy of control and, possibly, to adapt it to local constraints. Ultrasonographic scores have been proved as faithful and specific indicators for clinical surveillance of complications. Several participants evoked the promising experimental results of candidate vaccines against schistosomiasis and noticed delay taken by clinical trials. The weakness of the financial support postponed considerably the development of the vaccines which interests a numerous population but unable to pay for them. Participants insisted on health education, hygiene, construction or modernization of infrastructures and sanitation which, together, will guarantee durability. Mass treatment with praziquantel appears as a method, certainly indispensable at this stage, but which must be transient. A wide consensus emerged in favor of a community based and integrated control strategies organized at peripheral level in association with technical services (health, hydraulics, agriculture, education) and local governments. Although schistosomiasis seems not to drain any more financial supports, restricting human and scientific resources mobilization of industrial countries, this Round Table underlined the dynamism of researches performed by sub-Saharan African scientists.

**Résumé :**

Lors du congrès de médecine tropicale de Lisbonne, la Société de pathologie exotique a organisé une table ronde sur le contrôle des schistosomoses en Afrique sub-saharienne. Une centaine de participants étaient présents. Cinq communications couvrant l'ensemble des aspects de l'épidémiologie et de la lutte contre les schistosomoses ont été présentées et suivies d'un débat qui a permis de souligner le dynamisme de la recherche opérationnelle sur les schistosomoses en Afrique. Parmi les recommandations, il a paru essentiel que les stratégies de lutte soient décentralisées avec les moyens nécessaires. Certaines améliorations des infrastructures ou équipements appropriés, conçus et décidés en concertation avec les populations, peuvent réduire les risques de contamination du milieu ou d'infection des populations. Les mesures de contrôle de l'endémie et l'évaluation de l'efficacité des interventions doivent être organisées au niveau du district par les équipes techniques concernées. Cette stratégie comprend, outre le traitement répété des groupes à risque par le praziquantel, qui peut bénéficier de l'expérience du traitement communautaire par ivermectine, l'éducation pour la santé, l'hygiène et l'assainissement.

schistosomiasis  
control  
operational research  
integration  
Sub-Saharan Africa

schistosomose  
contrôle  
recherche opérationnelle  
intégration  
Afrique sub-saharienne

La table ronde organisée par la Société de pathologie exotique au 3e Congrès européen de médecine tropicale et santé internationale de Lisbonne, le 9 septembre 2002, réunissant près d'une centaine de participants. Cinq communications ont été présentées et suivies d'un débat concernant les principaux aspects de l'épidémiologie et du contrôle des schistosomoses en Afrique sub-saharienne.

Plusieurs présentations, dont celles de SÈNE *et al.*, ERNOULD *et al.* et PODA *et al.*, rappelaient la nécessité d'étudier les hôtes intermédiaires des schistosomes, afin d'identifier correctement les vecteurs, dont certains sont capables de coloniser de nouvelles zones, voire peut-être de modifier leur susceptibilité aux parasites, pour renseigner les équipes chargées de la lutte et améliorer les stratégies de contrôle.

La population s'infecte lors de contacts avec l'eau dans des circonstances et à des endroits que l'on est aujourd'hui en mesure de caractériser. La communication de PODA *et al.* a souligné l'importance des périmètres irrigués, infrastructures indispensables au développement des pays pauvres, mais qui concentrent les facteurs propices à la transmission de nombreuses maladies dont, notamment, les schistosomoses. Les auteurs montrent également que ces conditions favorables à l'extension de l'endémie s'étendent aux zones environnantes, même si elles ne sont pas directement concernées par les infrastructures des périmètres irrigués. L'émergence et l'augmentation de prévalence de *Schistosoma mansoni* dans des zones exemptes jusqu'ici, notamment la basse vallée du Sénégal, le delta intérieur du Niger et le nord du Burkina Faso, en sont des exemples devenus classiques.

La plupart des activités courantes obligent l'ensemble de la population à utiliser l'eau de surface de façon régulière, sinon constante. Toutefois, il est bien établi que les enfants s'infectent davantage, avec les conséquences cliniques et fonctionnelles que l'on connaît.

La contamination du milieu est liée aux pratiques hygiéniques. SOW *et al.* relèvent que les solutions habituellement préconisées sont inappropriées. La construction de latrines, par exemple, est une mesure insuffisante puisque ces latrines sont sous-utilisées, notamment par certains groupes à risque. Les auteurs montrent que ces équipements sont culturellement inadaptés et ne respectent pas la pudeur ou le confort des populations pour lesquelles ils ont été construits, ce qui explique leur sous-utilisation. Outre l'amélioration technique que l'on peut apporter aux latrines, l'éducation par les parents et les enseignants doit être entreprise dès le plus jeune âge pour en expliquer l'importance et les modalités d'utilisation. Le rôle des linges souillés et lavés dans le marigot est envisagé par SOW *et al.* et doit encore être évalué; cette pratique dénote, au minimum, une méconnaissance des risques sanitaires qu'elle entraîne.

La présentation d'ERNOULD *et al.* modère le constat d'épidémie de schistosomoses dans les périmètres irrigués en montrant la forte hétérogénéité de la transmission. Cette hétérogénéité est dépendante des infrastructures, notamment de la distance entre l'habitat et le site de transmission, ainsi que des modalités d'utilisation et d'entretien des systèmes d'irrigation. Les auteurs insistent sur la nécessité de préciser certains paramètres par des études épidémiologiques ciblées pour adapter les stratégies de contrôle, mais aussi pour déterminer les zones et les groupes d'âge à traiter en priorité. La discussion a mis l'accent sur l'objectif résolument pragmatique de ces études et la collaboration qu'elles requièrent avec les services techniques (santé, hydraulique, agriculture, éducation) et les collectivités locales.

À cet égard, la communication de PODA *et al.* montre qu'au-delà de l'hétérogénéité, il y a une sous-évaluation globale des schistosomoses par le système de santé qui ne les dépiste pas, ou mal. Le constat général est que la responsabilité d'une telle situation est largement partagée: la formation du personnel de santé est défaillante, l'équipement des centres de santé ne permet pas la prise en charge des cas et, moins encore, leur prévention, la sensibilisation des populations et la volonté politique d'améliorer les infrastructures restent insuffisantes. L'utilisation du praziquantel dans la stratégie de contrôle de l'endémie permet d'éviter les lourdes complications anatomiques et fonctionnelles qui grèvent l'évolution des schistosomoses et réduit peut-être la transmission. GARBA *et al.* confirment l'efficacité du traitement de masse, même avec une couverture thérapeutique imparfaite. Le renouvellement du traitement peut être adapté à l'intensité de la transmission; un passage annuel est nécessaire, lorsque celle-ci est permanente et bisannuel, voire trisannuel, lorsqu'elle est saisonnière ou intermittente.

La modélisation des performances du dépistage de la schistosomose urinaire par l'hématurie décrite dans le travail d'ETARD permet d'ajuster l'échantillon de population sur lequel porte l'enquête, ce qui réduit les coûts en conservant une bonne sensibilité et une spécificité satisfaisante du test. D'autres indicateurs doivent être proposés pour évaluer l'efficacité de la stratégie de contrôle et, éventuellement, l'adapter aux contraintes ou aux limites observées localement. En effet, les résultats exposés par GARBA *et al.* et ERNOULD *et al.* suggèrent que les lésions échographiques, qui traduisent les complications vésicales, présentent une certaine inertie par rapport à l'infection ou la réinfection. Cela conduit à utiliser le score échographique comme un indicateur de surveillance fidèle et spécifique, ce qui compense sa médiocre sensibilité, toutefois suffisante pour les objectifs qu'on lui assigne.

Les études présentées à cet atelier ainsi que les débats qui ont suivi ont souligné l'importance du décalage entre, d'une part, les connaissances scientifiques et les outils épidémiologiques et thérapeutiques et, d'autre part, la faiblesse des activités sur le terrain. Il est frappant de constater qu'aucun pays d'Afrique de l'Ouest ne dispose à ce jour d'un programme de lutte opérationnel qu'il soit national ou décentralisé. Celui-ci doit se décomposer en deux étapes: d'abord, l'évaluation des besoins, notamment l'identification des populations nécessitant une prise en charge, afin de définir les priorités et les stratégies de contrôle et, ensuite, la mise en œuvre de programmes de lutte, de leur supervision et de leur évaluation.

L'hétérogénéité des faciès épidémiologiques est largement confirmée par l'ensemble des participants, ce qui pu pénaliser les stratégies de contrôle. Il a été rappelé à cette occasion que la technique du questionnaire, distribué dans les écoles à l'échelle nationale ou provinciale, permet un diagnostic communautaire de bonne sensibilité qui peut secondairement être précisé par des enquêtes ponctuelles. La cartographie des foyers d'endémie et des sites de transmission permettra de cibler les interventions. L'identification des populations à risque et leur recensement conduiront à préciser les besoins logistiques et médicamenteux.

Concernant les stratégies de lutte, plusieurs participants ont évoqué les résultats expérimentaux intéressants de certains candidats vaccins contre les schistosomoses et remarqué le retard pris par les essais cliniques. Après une période d'importants soutiens financiers, la réduction des crédits pénalise considérablement le développement d'un vaccin qui intéresse pourtant une population nombreuse mais non solvable. Il est

vrai que les propriétés du vaccin ne semblent pas apporter d'atouts décisifs dans les stratégies actuelles de contrôle des schistosomoses. Celles-ci mettent, en effet, l'accent essentiellement sur l'éducation pour la santé, l'hygiène, la construction ou la modernisation des infrastructures et l'assainissement qui, ensemble, constituent un gage de pérennisation. La chimioprophylaxie par praziquantel en campagne de masse apparaît aujourd'hui comme une méthode, certes indispensable à ce stade, mais que beaucoup engagent à envisager comme transitoire. Un large consensus s'est déclaré en faveur d'une stratégie de lutte décentralisée à base communautaire et organisée par le service de santé au niveau périphérique. Cela suppose des méthodes accessibles tant par leur coût que par la logistique nécessaire à leur utilisation. À cet égard, elle bénéficierait de l'expérience du traitement par ivermectine contre l'onchocercose sous directives communautaires (TIDC), acquise par l'Onchocerciasis Control Programme (OCP) en Afrique de l'Ouest. Toutefois, il reste indispensable de définir des indicateurs simples qui permettront l'évaluation et la surveillance parasitologiques, malacologiques, cliniques, écho-graphiques et socio-économiques.

Bien que l'intérêt pour les schistosomoses semble se réduire, au point de restreindre la mobilisation des ressources financières, humaines et scientifiques des pays industrialisés peu concernés, il est vrai, par ce problème, cette table ronde aura prouvé le dynamisme des recherches menées par les équipes des pays d'Afrique sub-saharienne. Les outils disponibles conservent leur efficacité, ce qui n'exclut pas d'en chercher de nouveaux, et s'insèrent parfaitement dans les stratégies de contrôle adoptées. Il reste à placer ces dernières à un niveau où elles joueront pleinement leur rôle. Elles doivent être décentralisées et intégrées pour mieux s'adapter aux contraintes locales et être maîtrisées par les collectivités locales. Leur appropriation par les populations est une condition première de la pérennisation du contrôle des schistosomoses.

#### Remerciements

Cette table ronde, organisée par la Société de pathologie exotique, a bénéficié d'un financement de l'Institut de recherche pour le développement (IRD) accordé au titre du réseau de lutte contre les schistosomoses en Afrique de l'Ouest (coordonnateur: J.-P. CHIPPAUX).

Cette table-ronde a été coordonnée et animée par J. P. CHIPPAUX (I.R. D., Dakar) et A. MASSOUBODGI (Faculté des sciences de la santé, Cotonou, Bénin); elle avait pour thème le "contrôle des schistosomoses en Afrique sub-saharienne". Nous avons réuni, avec l'aide de J. P. CHIPPAUX, les textes des présentations pour les proposer à nos lecteurs. Le comité de rédaction du *Bulletin* y a joint plusieurs articles reçus dans un autre contexte, le plus souvent et de préférence sur le même thème.

Nous remercions très chaleureusement les organisateurs, les auteurs, les participants et nous exprimons notre vive reconnaissance à l'Institut de recherche pour le développement (IRD, Paris) pour son aide précieuse à la réalisation de cette table-ronde.

La rédaction

# TABLE-RONDE "SCHISTOSOMOSE"

## Évaluation à long terme d'un traitement de masse par praziquantel sur la morbidité due à *Schistosoma haematobium* dans deux villages hyper-endémiques du Niger.

A. Garba (1), G. Campagne (1, 2), J. M. Tassie (1), A. Barkire (3), C. Vera (3, 4), B. Sellin (1, 4) & J.-P. Chippaux (1, 4)

(1) Centre de recherches médicales et sanitaires (CERMES), Ministère de la santé publique et de la lutte contre les endémies, BP 10887, Niamey, Niger.

Tél.:(227) 75 20 45. Fax.:(227) 75 31 80. E-mail : garba@cermes.ne.

(2) Ministère français des affaires étrangères, Niamey, Niger.

(3) Projet de lutte contre la bilharziose urinaire dans la vallée du fleuve Niger (PLBU) Tillabéri, Niger.

(4) Institut de recherche pour le développement (IRD, ex-ORSTOM), BP. 11416, Niamey, Niger.

Manuscrit n° 2536/Lisb. 1. Reçu le 20 février 2003. Accepté le 20 janvier 2004. 3e congrès européen de médecine tropicale et santé publique, Lisbonne, Portugal, 8-12 septembre 2002.

**Summary:** Long-term impact of a mass treatment by praziquantel on morbidity due to *Schistosoma haematobium* in two hyperendemic villages of Niger.

Although it is established that the treatment by praziquantel reduces the urinary lesions due to *Schistosoma haematobium*, the frequency of mass treatment necessary to maintain a low morbidity level remains poorly known. The objective of this work was to study the impact over three years of a single praziquantel mass treatment on schistosomiasis morbidity in two different systems of disease transmission in Niger.

The study was performed in 2 villages hyperendemic for schistosomiasis in the South-West of Niger presenting respectively 2 different systems of schistosomiasis transmission: Koutoukalé-Zéno (K Zéno), located close to an irrigated area of the Niger River Valley where the transmission is permanent, and Téguey located along a temporary pond where the transmission is seasonal. After the initial evaluation (1994), we carried out a survey 3 years later (1997) except in K. Zéno where an intermediate evaluation was performed 10 months after the initial survey (1995). Approximately 300 randomised people have been examined as follows: macroscopic examination of urine and reagent sticks for macro- and micro-haematuria, filtration and microscopic examination of urine for *Schistosoma* eggs, and ultrasound scan of the urinary tract for morbidity.

The therapeutic coverage has reached 69.9% in K. Zéno and 78.2% in Téguey. The prevalence of infestation decreased from 74.1% to 56.4% in K. Zéno ( $p < 0.001$ ) and from 65.3% to 30.4% in Téguey ( $p < 0.001$ ) at the end of the 3 years. The prevalence of heavy infestation (eggs  $\geq 50$ ) went in the same time from 9.9% to 12.8% ( $p = 0.3$ ) in K. Zéno and from 9.1% to 3.3% in Téguey ( $p = 0.01$ ). Using ultrasound scan, the prevalence of the bladder lesions reached its previous level in both villages. However, the prevalence of hydronephrosis decreased from 21.1% to 3.9% in K. Zéno ( $p < 0.001$ ) and from 12.6% to 4.2% in Téguey ( $p < 0.001$ ).

Three years after the single mass treatment, the morbidity did not reach the initial level. The effectiveness of the treatment is better in the pond system where the transmission is seasonal. The lesions of the upper tract decreased more slowly than the bladder lesions, but a long time after the treatment. The re-infestation induced the re-appearance of the bladder lesions sooner than the lesions of the upper tract. The periodicity of the treatment should be variable according to the transmission system. It should occur every 2 years in irrigated areas and could be delayed (3 years) in temporary ponds. The control was beneficial in the pond system and induced a significant reduction of the severe lesions.

### Résumé :

Bien qu'il soit établi que le traitement par le praziquantel fait régresser les lésions urologiques dues à *Schistosoma haematobium*, la fréquence du traitement de masse en vue de maintenir un niveau de morbidité bas dans les communautés demeure mal connue. Cette étude a pour objectif principal d'étudier l'effet sur trois ans d'un traitement de masse unique par le praziquantel sur la morbidité bilharzienne dans deux systèmes différents de transmission de *S. haematobium* au Niger.

L'étude s'est déroulée dans 2 villages hyper-endémiques du sud-ouest du Niger : Koutoukalé-Zéno (K. Zéno) situé près d'un périmètre irrigué de la vallée du fleuve Niger où la transmission est permanente, et Téguey situé en bordure d'une mare temporaire où la transmission est intermittente. Après l'évaluation initiale (1994), nous avons fait un contrôle 3 ans après (1997). K. Zéno a subi une évaluation intermédiaire à 10 mois (1995). Environ 300 personnes tirées au sort subissaient les examens suivants à chaque passage : un examen de l'aspect macroscopique des urines, un examen parasitologique des urines, un examen par bandelette réactive et une échographie de l'arbre urinaire.

La couverture thérapeutique du traitement a été de 69,9 % à K. Zéno et de 78,2 % à Téguey. La prévalence d'infestation est passée de 74,1 % à 56,4 % à K. Zéno ( $p < 0,001$ ) et de 65,3 % à 30,4 % à Téguey ( $p < 0,001$ ) au bout de 3 ans. La prévalence des infestations massives (ovurie  $\geq 50$ ) est passée dans le même temps de 9,9 % à 12,8 % ( $p = 0,3$ ) à K. Zéno et de 9,1 % à 3,3 % à Téguey ( $p = 0,01$ ). À l'échographie, la prévalence des lésions vésicales est remontée sensiblement à son niveau avant traitement dans les 2 villages. Par contre, la prévalence des hydronephroses est passée de 21,1 % à 3,9 % à K. Zéno ( $p < 0,001$ ) et de 12,6 % à 4,2 % à Téguey ( $p < 0,001$ ).

urinary schistosomiasis  
water project  
morbidity  
praziquantel  
pond  
mass treatment  
Koutoukalé-Zéno  
Téguey  
Niger  
Sub-Saharan Africa

schistosomose urinaire  
morbidité  
praziquantel  
mare  
périmètre irrigué  
traitement de masse  
Koutoukalé-Zéno  
Téguey  
Niger  
Afrique intertropicale

Trois ans après un traitement de masse unique, le niveau de morbidité n'a pas atteint le niveau initial. L'efficacité du traitement est meilleure dans le système de mare où la transmission est intermittente. Les lésions hautes régressent plus lentement, mais longtemps après le traitement. La réinfestation entraîne assez rapidement l'apparition de lésions vésicales, mais les lésions hautes mettent du temps à réapparaître. La périodicité du traitement doit être variable en fonction des systèmes de transmission. Elle doit être plus rapprochée dans les périmètres irrigués (tous les 2 ans) et prolongée au niveau des mares temporaires (3 ans). La lutte s'avère particulièrement rentable dans le système des mares temporaires et entraîne une réduction significative des lésions graves.

## Introduction

La stratégie actuelle de contrôle des schistosomoses est axée sur la réduction de la morbidité due à cette affection par la chimiothérapie dans les zones endémiques (8, 10). Toutefois, bien qu'il soit établi que le traitement par le praziquantel fait régresser les lésions urologiques dues à *Schistosoma haematobium* (2, 3, 7), la périodicité du traitement de masse en vue de maintenir un niveau de morbidité bas dans les communautés demeure mal connue.

La recherche sur les schémas de retraitement et les indicateurs appropriés au dépistage des sujets bilharziens après traitement dans une communauté soumise à la réinfestation est une priorité dans les zones d'endémie et a été préconisée par l'OMS (8, 9).

C'est pour contribuer à améliorer les connaissances sur la périodicité du traitement de masse que nous avons mené cette étude. Elle a pour objectif d'étudier, pendant 3 ans, l'effet sur la morbidité bilharzienne d'un traitement unique de masse par le praziquantel dans deux communautés situées l'une à côté d'une mare temporaire et l'autre à côté d'un périmètre irrigué.

## Population d'étude et méthode

### Lieux et populations de l'étude

L'étude s'est déroulée dans deux villages du sud-ouest du Niger appartenant à 2 systèmes épidémiologiques différents de transmission de *S. haematobium*.

Le village de Koutoukalé-Zéno (K. Zéno) est situé à 60 km au nord-ouest de Niamey, près d'un aménagement hydro-agricole (AHA) de la vallée du fleuve Niger. La population (1 316 habitants) est d'ethnie Zarma-Sonrhäi. L'activité est essentiellement agricole, avec culture de mil pendant la saison des pluies et riziculture sur l'AHA durant toute l'année. *Bulinus truncatus* est l'hôte intermédiaire principal de la bilharziose urinaire. *B. senegalensis*, *B. forskalii* et *B. globosus* jouent un rôle marginal. La période de transmission maximale va de janvier à mars. Elle se fait principalement au niveau des canaux d'irrigation de l'AHA, bien qu'il existe une mare temporaire dans le village.

Le village de Téguey est situé à 290 kilomètres au nord-ouest de Niamey, en bordure d'une mare temporaire. La population (1254 habitants) est composée de Sonrhäi et de Touareg. Les activités principales sont l'agriculture et l'élevage. La durée de mise en eau de la mare est de 9 mois, les années à pluviométrie normale (mai-janvier). Elle constitue la seule source d'approvisionnement en eau du village et sert pour toutes les activités nécessitant de l'eau. *B. truncatus* est l'hôte intermédiaire principal responsable de la transmission. *B. senegalensis* joue un rôle marginal. La période de transmission maximale est de 5 mois environ (de novembre à mars).

Le climat de la zone est de type sahélien très chaud et sec, caractérisé par 2 saisons : saison des pluies de mai à septembre et sèche d'octobre à avril. La pluviométrie annuelle moyenne est de 400 mm.

### Échantillonnage et chronologie des enquêtes

Après recensement de la population, un échantillon de concessions (groupement de familles vivant dans une même enceinte) représentant 300 sujets de tous âges a été tiré au sort dans chaque village en 1994 et en 1997. Un échantillon différent était donc examiné à chaque enquête. Un recensement complémentaire a été effectué en 1997 pour actualiser les données de 1994. Les enfants de moins de 4 ans n'étaient pas examinés.

L'enquête initiale a eu lieu en avril 1994 et l'enquête terminale en avril et mai 1997 dans les 2 villages. Une enquête intermédiaire a eu lieu en octobre 1995 à K. Zéno.

### Traitement de masse

Il n'y avait jamais eu de mesure de contrôle de la schistosomose urinaire auparavant dans les deux villages. La consommation individuelle de schistosomicides était négligeable.

Le village de K. Zéno faisant partie de la zone d'activité du Projet de lutte contre la bilharziose urinaire dans la vallée du fleuve Niger (PLBU), le traitement de masse de la population a été réalisé au cours de la campagne de traitement, en décembre 1994. La population de Téguey a été traitée immédiatement après l'enquête initiale. Tous les sujets se présentant ont été traités par 40 mg.kg<sup>-1</sup> de praziquantel (PZQ), sans tenir compte du statut parasitologique vis-à-vis de *S. haematobium*, dans les deux villages. Un recouvrement des coûts minime était instauré par le PLBU pour les plus de 15 ans à K. Zéno.

La couverture thérapeutique lors de traitement de masse a été de 69,9 % à K. Zéno (80 % chez les moins de 15 ans et 60,2 % chez les plus de 15 ans) et de 78,2 % à Téguey (86,6 % chez les moins de 15 ans et 70,4 % chez les plus de 15 ans). Des activités d'éducation sanitaire sur la bilharziose urinaire ont été menées parallèlement à K. Zéno par le PLBU entre 1994 et 1997.

### Méthodes

Tous les sujets sélectionnés subissaient les examens cliniques, parasitologiques et échographiques.

À l'examen macroscopique des urines fraîchement émises, les urines jaunes ou blanches et translucides étaient considérées comme normales; toutes les autres étaient jugées anormales, y compris les urines brunes, orangées ou franchement rouges, notées hématuriques.

La recherche de l'hématurie microscopique a été effectuée à l'aide de bandelettes urinaires (Néphur® 7-Test, laboratoires Boehringer, Mannheim). Le codage était le suivant : 0 = absence d'hématurie; + = traces; ++ et +++ = hématurie microscopique franche. Seule cette dernière catégorie a été considérée dans nos analyses.

L'examen parasitologique consistait en une filtration de 10 ml d'urine sur filtre Nytre!® à la recherche d'œufs de *S. haematobium* (entre 10 h et 14 h). Les forts excréteurs ont été définis comme les sujets excréteurs au moins 50 œufs.10 ml<sup>-1</sup> d'urine. L'intensité d'infestation a été définie par la moyenne géométrique de l'ovurie des sujets infestés.



L'examen échographique de l'appareil urinaire a suivi le protocole standard OMS (9) pour l'exploration de la morbidité due à *S. haematobium*. Le score attribué à certaines images a été pondéré afin de prendre en compte la sévérité relative des lésions et pour créer un index de sévérité par addition des différents scores.

Les images anormales de la vessie avaient un code défini. Tous les aspects normaux étaient notés 0. Forme: 2 = déformée; épaissement de la paroi: 1 = focalisé, 2 = diffus; irrégularité de la muqueuse: 1 = focalisée, 2 = diffuse; présence de masses ou de polypes (séparément): 1 = unique, 2 = multiples.

Pour le haut appareil urinaire, le codage était le suivant: uretères (chaque uretère séparément): 2 = dilaté, 3 = très dilaté; reins (chaque rein séparément): 4 = dilatation modérée, 6 = dilatation sévère. Le sinus rénal fusiforme était considéré comme une image normale. Le haut appareil était réexaminé après vidange de la vessie 30 minutes après le premier examen en cas d'anomalie, et seul le second examen était pris en compte.

L'index de sévérité échographique (ISE) était constitué par la somme des scores des images élémentaires. Il était au maximum de 26. Quatre catégories ont été créées à partir de l'ISE: ISE = 1 ou atteinte légère; ISE = 2-4 ou atteinte modérée; ISE = 5-9 ou atteinte sévère; ISE = 10 ou atteinte très sévère.

Un seul observateur (Garba A.) a pratiqué l'ensemble des examens échographiques sur un appareil Philips® SDR 1550 équipé d'une sonde sectorielle de 3 MHz.

## Analyses des données

Les données ont été analysées grâce au logiciel Statview II®. Le test du  $\chi^2$  a été utilisé pour comparer les proportions et le test non paramétrique de Man-Whitney pour comparer les ISE.

## Résultats

### Echantillon

Le nombre de sujets examinés dans les 2 villages lors des différentes enquêtes est présenté dans le tableau I. La proportion des sujets de moins de 15 ans examinés était globalement de

49,6 %, invariable au cours des 5 enquêtes ( $p = 0,3$ ). Dans cette tranche d'âge, le sex-ratio homme/femme était légèrement en faveur du sexe masculin (1,18), invariable au cours des 5 enquêtes ( $p = 0,7$ ). Chez les sujets de plus de 15 ans, les femmes étaient majoritaires, avec un sex-ratio de 0,74, invariable au cours des 5 enquêtes ( $p = 0,7$ ).

### Indicateurs indirects de morbidité

Le tableau I présente l'évolution de la prévalence des divers indicateurs indirects de morbidité pour les 2 villages en fonction du temps.

Le niveau d'infestation initial à K. Zéno était identique et indépendant du sexe dans les 2 tranches d'âge ( $p = 0,2$  pour les moins de 15 ans,  $p = 0,9$  pour les plus de 15 ans). L'intensité d'infestation initiale était cependant nettement plus élevée chez les moins de 15 ans. Globalement, tous les indicateurs avaient régressé 10 mois après le traitement de masse, de manière plus importante chez les plus de 15 ans. La moyenne géométrique de l'ovurie, quant à elle, a légèrement augmenté chez les sujets de plus de 15 ans. En 1997, la prévalence d'infestation n'avait globalement pas atteint le niveau initial ( $p = 10^{-3}$ ), mais la prévalence des sujets fortement infestés était identique à celle de 1994 ( $p = 0,3$ ) et l'intensité d'infestation était légèrement supérieure dans les deux tranches d'âge. Les prévalences de l'hématurie macroscopique et microscopique, en 1997, étaient inférieures à la prévalence initiale.

À Téguey, les sujets âgés de moins de 15 ans étaient nettement plus infestés que les plus de 15 ans lors du bilan initial de 1994 ( $p = 10^{-3}$ ). Il n'y avait pas de différence du niveau d'infestation selon le sexe ( $p = 0,08$ ). Trois ans après le traitement initial, la prévalence de tous les indicateurs indirects était largement inférieure à la prévalence initiale sauf pour l'hématurie macroscopique chez les sujets de plus de 15 ans où elle était identique.

### Indicateurs échographiques de morbidité

Le tableau II présente l'évolution de la prévalence des lésions observées par échographie et de l'ISE pour les 2 villages.

Tableau I.

Évolution de la prévalence des indicateurs indirects de morbidité dans 2 villages endémiques pour *S. haematobium* avant (1994) et après (1995/1997) traitement de masse par le praziquantel.  
Evolution of the prevalence of indirect indices of morbidity in 2 endemic villages for *S. haematobium* before (1994) and after (1995/1997) mass treatment by praziquantel.

village	prévalences (%)					
	Koutoukale Zéno			Téguey		
	1994	1995	1997	1994	1997	
effectifs	15 ans	112	93	113	105	109
	> 15 ans	120	108	91	117	104
	total	232	201	204	222	213
infestés	15 ans	75,0	53,7	60,7	88,5	38,3
	> 15 ans	73,3	27,7	51,1	44,4	22,3
	total	74,1	39,8	56,4	65,3	30,4
fortement infestés*	15 ans	15,3	9,6	17,8	17,3	6,5
	> 15 ans	5,0	3,7	6,6	1,7	0,0
	total	9,9	6,4	12,8	9,1	3,3
moyenne géométrique**	15 ans	15,4	11,5	17,9	21,4	11,1
	> 15 ans	7,0	10,0	10,7	10,9	3,9
	total	10,3	10,9	14,6	16,8	7,6
urines non translucides	15 ans	59,8	53,7	68,7	91,4	53,2
	> 15 ans	42,5	31,4	53,3	82,0	37,8
	total	50,8	41,7	61,8	86,4	45,7
hématurie macroscopique	15 ans	17,8	1,0	10,7	16,1	2,8
	> 15 ans	10,8	2,7	2,2	1,7	1,9
	total	14,2	1,9	6,9	8,5	2,3
hématurie microscopique 2+	15 ans	68,7	51,6	34,8	86,6	28,9
	> 15 ans	82,5	33,3	20,0	39,3	10,6
	total	75,8	41,7	28,2	61,7	20,0

\*ovurie = 50 œufs/10ml d'urine, \*\*ovurie géométrique moyenne pour 10ml d'urine

Tableau II.

Évolution de la prévalence des indicateurs échographiques de morbidité et de l'index de sévérité échographique (ISE) dans 2 villages endémiques pour *S. haematobium* après traitement de masse en 1994.  
Evolution of the prevalence of the ultrasonographic morbidity indicators and ultrasonographic indices of severity in 2 endemic villages for *S. haematobium* after mass treatment by praziquantel.

	prévalences (%)					
	Koutoukale Zéno			Téguey		
	1994	1995	1997	1994	1997	
au moins une lésion	15 ans	78,5	61,2	77,8	84,7	73,3
	> 15 ans	91,6	47,2	51,6	52,1	40,3
	total	85,3	53,7	66,1	67,5	57,2
dilatation uretéro-rénale	15 ans	23,2	7,5	4,4	20,9	4,5
	> 15 ans	19,1	2,7	3,3	5,1	3,8
	total	21,1	4,9	3,9	12,6	4,2
atteinte légère (ISE =1)	15 ans	5,3	30,1	29,2	14,2	32,1
	> 15 ans	7,5	18,5	29,6	17,0	26,9
	total	6,4	24,1	29,4	15,7	29,5
atteinte modérée (ISE =2-4)	15 ans	33,9	23,6	45,1	42,8	36,7
	> 15 ans	44,1	27,7	19,7	27,3	11,5
	total	39,2	25,6	33,8	34,6	24,4
atteinte sévère (ISE =5-9)	15 ans	21,4	5,3	0,8	16,1	2,7
	> 15 ans	29,1	0,9	2,2	4,2	0,9
	total	25,4	2,9	1,4	9,9	1,8
atteinte très sévère (ISE =10)	15 ans	17,8	2,2	2,6	11,4	1,8
	> 15 ans	10,8	0,0	0,0	3,4	0,9
	total	14,2	1,0	1,4	7,2	1,4
ISE moyen*	15 ans	6,6	2,3	2,2	4,7	2,1
	> 15 ans	5,4	1,9	1,7	3,0	1,9
	total	6,0	2,1	2,1	4,0	2,0

\* Sujets présentant au moins une lésion du tractus urinaire

À Koutoukalé-Zéno, le niveau de morbidité était identique quel que soit l'âge lors de l'enquête initiale ( $p = 0,05$  pour au moins une lésion et  $p = 0,4$  pour les dilatations urétéro-rénales,  $p = 0,5$  pour l'ISE).

La prévalence des sujets présentant au moins une lésion avait fortement diminué après le traitement initial, avant de remonter en 1997. Elle n'était pas significativement différente de celle de 1994 chez les moins de 15 ans ( $p = 0,8$ ), contrairement à ce qui était observé chez les plus de 15 ans ( $p = 10^{-3}$ ). La prévalence des dilatations urétéro-rénales avait globalement diminué de 77 % en 1995 (67 % chez les moins de 15 ans, 86 % chez les plus de 15 ans), restant stable jusqu'en 1997. L'évolution de l'index de sévérité était identique. Chez les moins de 15 ans en particulier, malgré une prévalence identique des lésions globales entre 1994 et 1997, l'ISE moyen montre que la gravité de celles-ci a fortement diminué, restant stable entre 1995 et 1997 ( $p = 0,5$ ). À l'évaluation initiale, 6,4 % des sujets examinés présentaient une atteinte légère, 25,4 % une atteinte sévère et 14,2 % une atteinte très sévère de l'appareil urinaire. En 1997, 29,4 % avaient une atteinte légère, 33,8 % une atteinte modérée et 1,4 % une atteinte très sévère.

À Téguey, le niveau de morbidité était plus élevé chez les sujets de moins de 15 ans lors de l'enquête initiale que chez les plus de 15 ans ( $p = 10^{-3}$  pour au moins une lésion,  $p = 4 \cdot 10^{-3}$  pour les dilatations urétéro-rénales et  $p = 10^{-2}$  pour l'ISE).

Entre 1994 et 1997, la prévalence globale des lésions et des dilatations urétéro-rénales a significativement diminué chez les moins de 15 ans ( $p = 4 \cdot 10^{-3}$  et  $p = 3 \cdot 10^{-4}$  respectivement), mais pas chez les plus de 15 ans ( $p = 8 \cdot 10^{-3}$  et  $p = 0,6$  respectivement).

Chez les sujets présentant au moins une lésion, l'ISE a régressé globalement ( $p = 10^{-2}$ ) et dans les 2 tranches d'âge. La proportion globale des sujets présentant une atteinte légère était passée de 15,7 % en 1994 à 29,5 % en 1997, celle des atteintes sévères de 9,9 % à 1,8 % et celle des atteintes très sévères de 7,2 % à 1,4 % sur la même période.

## Discussion

À notre connaissance, très peu d'études ont été réalisées sur la morbidité et la lutte contre la schistosomose due à *S. haematobium* dans le système des mares temporaires, bien que la morbidité y soit également élevée (4, 5, 12). ETARD et BOREL (4), en Mauritanie, ont montré que les villages de mares étaient parfois plus infestés que les villages de plaine alluviale. En plus du suivi de l'évolution des indicateurs indirects de morbidité, notre étude nous a permis, grâce à l'utilisation de l'échographie, de visualiser et de suivre l'évolution des lésions avant et après traitement par le PZQ.

Notre méthode d'échantillonnage a consisté à tirer à chaque fois un nouvel échantillon dans la communauté. C'est un suivi sous forme d'enquêtes transversales répétées qui se place dans une optique de santé publique privilégiant le suivi de la morbidité dans une communauté ayant atteint un taux de couverture thérapeutique acceptable. Elle est en conformité avec l'objectif actuel de l'OMS qui est la réduction de la morbidité due à la schistosomose par la chimiothérapie, avec une atteinte de couverture du traitement d'au moins 75 % de tous les enfants d'âge scolaire (10). Il est évident qu'un suivi des mêmes sujets aurait pu donner des données divergentes.

Les prévalences d'infestation initiales étaient globalement très élevées dans les deux villages. La distribution selon l'âge de la prévalence d'infestation avant traitement était variable selon

le type de système épidémiologique. En effet, au niveau des périmètres irrigués, la prévalence était identique entre adultes et enfants tandis qu'au niveau du village de mare, les enfants étaient plus infestés que les adultes. Cela confirme les observations que nous avons faites au Niger sur la distribution de la morbidité selon le système épidémiologique (5). Cette variabilité pourrait s'expliquer par les contacts limités des adultes avec l'eau du fait de l'absence d'activité agricole autour de la mare de Téguey, mais aussi par la durée de mise en eau de la mare. Les enfants, par leurs baignades, sont plus en contact avec l'eau et ont un niveau de morbidité comparable, quel que soit le système considéré.

À la suite du traitement, les différents indicateurs de morbidité ont globalement diminué dans les deux villages et sont à un niveau inférieur à celui qui prévalait avant l'intervention. Cette réduction de la prévalence des indicateurs indirects a été également observée dans les études antérieures au Congo, en Tanzanie et au Kenya (3, 6, 11). La diminution de tous les indicateurs est plus marquée à Téguey, où la transmission est intermittente, qu'à K. Zéno où la transmission est permanente.

Même quand la prévalence d'infestation remonte après traitement, la prévalence de l'hématurie macroscopique et microscopique demeure toujours à un niveau faible. Cela corrobore les observations de SAVIOLI et MOTT en Tanzanie (11) et KING *et al.* au Kenya (6).

Ces résultats confirment la fréquence élevée des lésions bilharziennes au niveau des périmètres irrigués de la vallée du fleuve Niger observée dans les études antérieures (1, 7). Nous avons en effet trouvé une prévalence de 43 % des hydronéphroses chez les enfants scolarisés, dans une autre étude réalisée dans la même région (1). À l'évaluation initiale, la prévalence des hydronéphroses était plus importante chez les sujets de moins de 15 ans que chez les sujets plus âgés. Du point de vue de l'évolution des lésions, la régression a été plus importante au niveau de Téguey, sans doute à cause du caractère intermittent de la transmission et de la stabilité des contacts de la population avec l'eau sur la période considérée. Les hydronéphroses, lésions graves de la bilharziose, continuent à régresser trois ans après le traitement unique au PZQ.

À K. Zéno, la situation est moins satisfaisante à cause de la situation épidémiologique particulière du village caractérisée par une multitude de sites de transmission. En effet, outre les canaux d'irrigation et les rizières, existe une mare temporaire située à proximité immédiate du village où se déroulent la majorité des activités des populations durant toute sa mise en eau. La réinfestation entraîne assez rapidement l'apparition de lésions vésicales, mais les lésions hautes mettent plus de temps à réapparaître. Malgré une réapparition des lésions après traitement, il faut noter que l'index de sévérité échographique s'est maintenu à un bas niveau. Ceci montre tout l'intérêt de l'utilisation de cet index dans les programmes de lutte. Il est en effet le reflet fidèle de l'évolution des lésions. Il indique une réduction globale du nombre de lésions élémentaires et de leur gravité. Il permet de mieux surveiller l'efficacité des mesures de lutte au niveau communautaire.

## Conclusion

Trois ans après un unique traitement de masse, le degré de morbidité n'est pas remonté à son niveau initial. L'efficacité du traitement a été meilleure à Téguey, village de mare temporaire, où la transmission est intermittente.

L'effet bénéfique du traitement se poursuit malgré la remontée des prévalences, avec une réduction continue des lésions

graves d'hydronéphrose 3 ans après le traitement. Notre objectif n'étant pas d'évaluer le traitement au niveau individuel mais plutôt au niveau communautaire, nous pouvons suggérer au vu de ces résultats dans un contexte de couverture thérapeutique incomplète mais acceptable :

- un traitement tous les deux ans des populations des zones de périmètre irrigué,
- un traitement tous les trois ans des populations des zones d'endémie situées à proximité des mares temporaires.

## Références bibliographiques

1. CAMPAGNE G, GARBA A, BARKIRE H, VERA C, SIDIKI A & CHIPPAUX JP - Suivi échographique prolongé d'enfants infestés par *Schistosoma haematobium* après traitement par praziquantel. *Trop Med Int Health*, 2001, **6**, 24-30.
2. DEVIDAS A, LAMOTHE F, DEVELOUX M, GAKWAYA I & RAVISSE P - Morbidité due à la bilharziose à *S. haematobium*. Relation entre les lésions vésicales observées à l'échographie et les désordres cystoscopiques et anatomo-pathologiques. *Acta Trop*, 1988, **45**, 277-287.
3. DOEHRING E, EHRICH JHH & BREMER HJ - Reversibility of urinary tract abnormalities due to *Schistosoma haematobium* infection. *Kidney Int*, 1986, **30**, 582-585.
4. ETARD JF & BOREL E - Epidemiological survey of urinary schistosomiasis in southeastern Mauritania. *Trop Med Parasitol*, 1987, **38**, 27-30.
5. GARBA A, CAMPAGNE G, BARKIRE A, TASSIE JM, VERA C *et al.* - Variations échographiques de la morbidité due à *S. haematobium* au Niger, 4<sup>ème</sup> Congrès de la Société Ouest Africaine de Parasitologie, Ouagadougou (Burkina Faso) du 5 au 9 décembre 1994.
6. KING CH, MUCHIRI E, OUMA JH & KOECH D - Chemotherapy-based control of schistosomiasis haematobia IV. Impact of repeated annual chemotherapy on prevalence and intensity of *Schistosoma haematobium* infection in an endemic area of Kenya. *Am J Trop Med Hyg*, 1991, **45**, 498-508.
7. LAURENT C, LAMOTHE F, DEVELOUX M, SELLIN B & MOUCHET F - Ultrasonographical assessment of urinary tract lesions due to *Schistosoma haematobium* in Niger after four consecutive years of treatment with praziquantel. *Trop Med Parasitol*, 1990, **41**, 139-142.
8. OMS - *Lutte contre la schistosomose*. Rapport d'un comité d'expert de l'OMS N°830, OMS, Genève, 1993.
9. OMS - *Meeting on ultrasonography in schistosomiasis. Proposal for a practical guide to the standardized use of ultrasound in the assessment of pathological changes*. TDR/SCH/ULTRASON/91.3, OMS, Genève, 1991.
10. OMS - *Prevention and control of Schistosomiasis and soil-transmitted helminthiasis*. WHO technical report series N°912, OMS, Genève, 2002.
11. SAVIOLI L & MOTT KE - Urinary schistosomiasis on Pemba Island: Low cost diagnosis for control in a primary health care setting. *Parasitol Today*, 1989, **5**, 333-337.
12. VERA C, SELLIN E, BREMOND P, MOUCHET F, SIDIKI A & SELLIN B - *Les systèmes épidémiologiques de la bilharziose urinaire au Niger*. Rapport n°4, CERMES, Niamey, 1992.

# Pratiques hygiéniques et risques de contamination des eaux de surface par des œufs de schistosomes : le cas d'un village infesté dans le nord du Sénégal.

S. Sow (1, 2, 3)\*, S. J. de Vlas (3), K. Polman (1) & B. Gryseels (1)

(1) Institut de médecine tropicale Prince Léopold, Anvers, Belgique. Tél.: 00 32 3 247 62 04. Fax 00 32 3 216 14 31. \*E-mail : Ssow@itg.be

(2) Projet ESPOIR, Région médicale de St-Louis, Sénégal.

(3) Département de santé publique, Erasmus MC, Centre médical universitaire, Rotterdam, Pays-Bas.

Manuscrit n°2537/Lib.2. Reçu le 20 février 2003. Accepté le 16 octobre 2003. 3e congrès européen de médecine tropicale et santé publique, Lisbonne, Portugal, 8-12 septembre

**Summary:** Hygiene practices and contamination risks of surface waters by schistosomae eggs: the case of an infested village in Northern Senegal.

The transmission of intestinal schistosomiasis presumes that faecal materials containing viable schistosome eggs reach natural water bodies infested with snail intermediate host. So far there is little knowledge about the contamination dynamics of streams with schistosome eggs. We conducted a pilot study on defecating behaviour and hygienic practices in an *Schistosoma mansoni* endemic focus in Northern Senegal. Questionnaires were used to obtain quantitative data on hygienic practices and the use of latrines in 59 children. Although the community was well endowed with pit latrines, most of the children declared that they usually defecated somewhere else, in particular near the streams where the vegetation offers hideouts. Observations based on mapping of defecation sites showed that a considerable number of stools were left just a few meters from the riverbank, thus bearing a high risk of being washed off into the water. All these practices can easily lead to contamination of water bodies with schistosomae eggs. In order to improve hygienic practices and reduce fecal pollution of the environment, a health education model respecting local beliefs and customs would be indispensable.

**Résumé :**

La transmission de la schistosomose suppose que des selles contenant des œufs de schistosome atteignent des eaux de surface habitées par des mollusques hôtes intermédiaires. À ce jour, il y a peu de connaissances sur les mécanismes réels d'infestation des cours d'eau. Nous avons conduit une étude pilote basée sur un questionnaire qui évoque les pratiques hygiéniques et l'utilisation des latrines chez 59 enfants dans une communauté au Nord Sénégal. Quoique les latrines furent présentes dans la plupart des cas, plusieurs enfants rapportent qu'ils défèquent ailleurs que dans les latrines, particulièrement au bord de la rivière dont la végétation offre des abris. Nous avons également effectué des observations basées sur la cartographie des aires de défécation, qui ont par ailleurs montré que beaucoup de matières fécales étaient déposées à quelques mètres seulement du cours d'eau. Toutes ces attitudes engendrent un risque considérable de contamination des cours d'eau par des œufs de schistosome. Pour lutter efficacement contre le péril fécal, l'éducation pour la santé centrée sur les comportements hygiéniques respectant les coutumes et croyances locales serait indispensable.

schistosomiasis  
hygiène  
fecal contamination  
water body  
Kassak  
Northern Senegal  
Sub-Saharan Africa

schistosomose  
hygiène  
pollution fécale  
contamination  
cours d'eau  
Kassak  
Nord Sénégal  
Afrique intertropicale

## Introduction

La continuité du cycle de vie des schistosomes africains les plus importants, *Schistosoma mansoni* et *S. haematobium*, dépend du dépôt d'œufs de schistosome dans de l'eau habitée par des mollusques hôtes intermédiaires. Ce phénomène est probablement la partie la moins comprise du cycle de vie du parasite (5). Pour *S. haematobium*, il est probable que les enfants et certains adultes urinent directement dans l'eau. Pour *S. mansoni* cependant, il est moins concevable que la défécation directe dans les cours d'eau joue un rôle très important. Vraisemblablement, des selles déposées près des cours

d'eau sont déversées vers les eaux par différents processus influencés par des facteurs humains, environnementaux, technologiques ou géographiques (6). Pour une bonne description de la transmission de *S. mansoni* mais aussi pour concevoir adéquatement des mesures d'assainissement pour réduire la transmission de la schistosomose, une bonne connaissance des mécanismes qui mènent à l'infestation des cours d'eau s'avère essentielle. À ce jour, seules quelques rares études ont été entreprises sur le sujet (1, 2, 4).

Ces études furent essentiellement basées sur des observations directes et par conséquent comportent un risque de biais d'interférence.

L'objectif principal de cette étude pilote était de déterminer comment certaines pratiques hygiéniques contribuent à la contamination des eaux de surface, afin de mieux comprendre un des aspects de la dynamique de transmission le moins étudiée.

## Méthodes

En mars 2002 (correspondant à la saison sèche), nous avons accompli une étude pilote dans le village de Kassak-Nord, situé près de l'épicentre d'une épidémie de schistosomose intestinale qui sévit dans la région de Saint-Louis au Nord Sénégal. Le village est situé sur la rive gauche du Lampsar, un défluent du fleuve Sénégal. La population est estimée à 1200 habitants, et 90% des concessions possèdent des latrines. La prévalence de la schistosomose due à *Schistosoma mansoni* est de 60 % chez les écoliers d'après les données du poste de santé du village.

Un questionnaire relatif aux comportements hygiéniques et aux pratiques de défécation qui pourraient éventuellement contaminer les cours d'eau a été appliqué à 30 écoliers (âgés de 6 à 12 ans) tirés au hasard à raison de 5 par classe dans une école qui en compte 6 au total. Pour comparer avec les pratiques de défécation des enfants d'âge préscolaire (âgés de 1 à 5 ans), nous avons interrogé le même nombre de mères de famille. Une fiche égarée a porté le nombre à 59 au lieu de 60. Les mères ont été également questionnées sur l'usage fait des couches des jeunes enfants.

Pour visualiser la pollution fécale de l'environnement, les aires de défécation à côté du cours d'eau ont été cartographiées. Chaque jour, pendant une semaine, les selles fraîches étaient comptés et matérialisées sur la carte et la distance des selles les plus proches de l'eau et celles les plus éloignées était mesurée quotidiennement.

## Résultats

Le questionnaire a révélé une moyenne de deux défécations par jour par individu (tableau). Aussi, 24 % des sujets interrogés admettent déféquer dans la nature. Tous les répondants ont déclaré qu'ils se nettoient après défécation. Les moyens de le faire varient, mais une majorité des répondants a affirmé utiliser de l'eau pour se nettoyer (81 %). La toilette intime était globalement observée dans les deux groupes d'âge, à la différence près que, chez les écoliers, certains se lavent aussi les mains (38 %). La baignade dans le marigot juste après défécation a été rapportée par 8 % des enfants. Les défécations au bord du marigot furent deux fois plus fréquentes chez les enfants d'âge scolaire que chez les plus jeunes. En plus, 44 % de tous les répondants affirmaient que certains de leurs camarades déféquent aussi à proximité du marigot. Pour ce qui est de la fréquentation des latrines, 69 % des écoliers ne les utilisent jamais ou alors rarement. Les raisons invoquées étaient très variées (tableau).

Interrogés sur les endroits où les couches des jeunes enfants sont lavées, 27 % des parents disent le faire dans le marigot, 20 % sur les berges, le reste à la maison (53 %).

La cartographie des sites de défécation a montré que toutes les selles suivies durant une semaine n'avaient pas été endommagées. Certaines étaient desséchées mais n'avaient pas totalement disparu. Elle a aussi montré que le risque de pollution fécale des eaux n'est pas négligeable. En effet, 22% des selles se trouvaient entre 0 et 2 mètres de la rive du cours d'eau, 37 % entre 2 et 10 mètres et 41 % au-delà de 10 mètres.

Tableau.

Les habitudes de défécation dans les deux groupes d'âge.  
(Les chiffres représentent des pourcentages.)  
Defecating behaviours in the two age groups.  
(Figures represent percentages.)

questions	jeunes enfants (n =30)	écoliers (n =29)	total (n =59)
<b>nombre de selles par jour</b>			
une selle	27	21	24
deux selles	57	52	54
trois selles	17	28	22
<b>lieux de défécation</b>			
à la maison	80	45	63
à l'école	7	21	14
dans la nature	13	35	24
<b>moyens utilisés pour se nettoyer</b>			
plantes/herbes	7	3	5
bouts de papiers	3	7	5
eau	83	79	81
bouts de bois	7	10	8
<b>parties nettoyées</b>			
parties intimes	80	55	68
mains et parties intimes	10	38	24
baignade	10	7	8
<b>défécation au bord de l'eau</b>			
oui	13	28	20
non	87	62	75
ne se rappelle plus	0	10	5
<b>d'autres enfants déféquent sur les berges</b>			
oui	47	41	44
non	40	17	29
ne sait plus	13	41	27
<b>fréquentation des latrines</b>			
toujours	-	31	31
quelquefois	-	24	24
jamais	-	45	45
<b>raisons de non utilisation des latrines</b>			
pas de latrine	-	15	15
la latrine est sale	-	25	25
souvent occupée	-	20	20
la phobie des latrines	-	20	20
utilise latrines de l'école	-	20	20

## Discussion

Cette enquête préliminaire n'a pas la prétention de décrire tous les aspects qui contribuent à la contamination des cours d'eau par des œufs de schistosome; ceux-ci font l'objet d'une étude plus exhaustive, actuellement en cours. Ici, il s'agissait simplement de mettre en évidence certains facteurs comportementaux qui pourraient contribuer à l'infestation des cours d'eau par des œufs de schistosome.

Il est remarquable de noter que 24 % des sujets déclarent déféquer dans la nature, particulièrement sur les berges des cours d'eau où la végétation offre des abris (tableau). Par conséquent, la probabilité que ces selles arrivent dans l'eau d'une manière ou d'une autre est considérable. Quoique tous les répondants aient affirmé se nettoyer après la défécation, on peut supposer qu'utiliser des plantes ou des bouts de bois n'enlève pas totalement les matières fécales qui adhèrent dans la zone péri-anale, de sorte que, lorsque ces personnes entrent dans le marigot pour quelque raison que ce soit, juste après la défécation, elles peuvent contribuer à la contamination du cours d'eau, comme ce fut décrit par HUSTING (4) et EL KATSHA & WATTS (3). Il est pratiquement certain qu'en saison de pluie, une partie des selles serait lessivée vers le marigot par les eaux de ruissellement.

Le village d'étude est relativement bien équipé en latrines mais leur utilisation reste insuffisante. Une bonne frange des enfants ne les utilise point parce qu'elles sont sales, ce qui pose des problèmes d'hygiène et de sur-utilisation. En effet, dans ces zones rurales, les familles sont larges; ainsi une concession peut contenir jusqu'à une soixantaine, voire plus d'individus. D'autre part, la conception des latrines n'assure pas une garantie de sécurité, surtout pour les jeunes enfants

dont certains ont peur d'y entrer; apparemment, elles ne conviennent pas au contexte socio-culturel. Il est aussi possible que les enfants ne voient pas un avantage à utiliser les latrines quand ils peuvent aller dans la nature où l'anonymat est assuré et où ils sont près de leurs aires de jeu ou de travail (champêtre ou autre). De plus, ils sont moins soumis à des règles de pudeur, ainsi ils peuvent se soulager dans n'importe quel environnement.

À côté du risque que constituent les baignades après défécation, un tiers des mères affirment laver les couches de leurs bébés dans le cours d'eau. Le même phénomène a été observé en Égypte (3). Évidemment, cela ne constitue un risque de contamination que lorsque de si jeunes enfants sont effectivement atteints par la maladie. En fait, dans une étude conduite dans la même zone, STELMA et coll (8) ont noté une prévalence autour de 30 % chez les enfants de 0 à 4 ans.

Il ressort de la présente étude pilote que la transmission locale est fortement déterminée par l'évacuation des excréta et les pratiques d'hygiène individuelles, constituant ainsi un risque majeur de pollution des eaux de surface. À ce propos, la cartographie des aires de défécation a mis en évidence une nette propension à se soulager dans la nature où l'anonymat est presque assuré. Il reste que ces attitudes découlent sûrement d'une méconnaissance du rôle des excréta dans la contamination des cours d'eau mais aussi d'une certaine perception communautaire de l'hygiène et de la propreté.

Les comportements hygiéniques des enfants d'âge scolaire méritent une attention singulière. En effet, le rôle des enfants dans la transmission est particulièrement préoccupant, surtout lorsque 20 % affirment qu'ils défèquent directement près des points d'eau, et que c'est ce groupe d'âge qui porte les plus intenses infections et qui produit un grand nombre d'œufs. En plus, ils jouent un rôle central dans la transmission de la schistosomose à cause de l'importance de leurs contacts avec les eaux infestées (7). Toutefois, la méconnaissance des liens entre le péril fécal et la schistosomose, mais aussi des attitudes et traditions des populations, nécessite des études plus approfondies pour une prise en charge appropriée.

La prévention des risques de pollution des eaux de surface par des œufs de schistosome passe nécessairement par un changement des comportements, en insistant sur les mesures

d'hygiène individuelles et la promotion de l'utilisation systématique des latrines à travers un modèle d'éducation pour la santé adapté au contexte local. Cependant, les autorités, les scientifiques, les ingénieurs et les autres intervenants doivent faire des efforts pour mieux adapter les interventions et les infrastructures aux attitudes, préoccupations et attentes des populations.

## Remerciements

La présente étude a été financée par WOTRO/NWO (Fondation néerlandaise pour l'avancement de la recherche tropicale) dans le cadre du programme pluridisciplinaire "Model based decision support for Schistosomiasis control in Ghana, Mali and Sénégal", et par la direction-générale pour la coopération au développement belge (accord cadre DGCD - IMT).

Nous remercions l'équipe de terrain, les autorités et la population de Kassak-Nord pour leur coopération et leur hospitalité, ainsi que M. VANVINCKENROYE (IMT) pour l'assistance cartographique.

## Références bibliographiques

1. CHANDIWANA SK - How *Schistosoma mansoni* eggs reach natural waterbodies. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 1986, **80**, 963-964.
2. CHEESMOND AK & FENWICK A - Human excretion behaviour in a schistosomiasis area of the Gezira, Sudan. *J Trop Med Hyg*, 1981, **98**, 101-107.
3. EL KATSHA S & WATTS S - Schistosomiasis in two Nile delta villages: an anthropological perspective. *Trop Med Int Health*, 1997, **9**, 846-854.
4. HUSTING EL - A probable method of transmission of *Schistosoma mansoni*. *Centr Afr J Med*, 1965, **11**, 330-331.
5. JORDAN P, BARTOLOMEW RK & PETERS PA - A community study of *Schistosoma mansoni* egg excretion assessed by the Bell and a modified Kato technique. *Ann Trop Med Parasitol*, 1981, **75**, 35-40.
6. ROSENFELD PL & BOWER BT - Management strategies for mitigating adverse health impacts of water resources development projects. *Prog Water Techn*, 1979, **11**, 285-301.
7. SCHALL VT - An interactive perspective of health education for the tropical disease control: the schistosomiasis case. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 1998, **93**, 51-58.
8. STELMA FF - Epidemiology of *Schistosoma mansoni* infection in a recently exposed community in northern Senegal. *Am J Trop Med Hyg*, 1993, **49**, 701-706.

# Évolution récente des schistosomoses dans le complexe hydroagricole du Sourou au Burkina Faso.

J.-N. Poda\*, S. P. Wango, H. Sorgho & D. Dianou

IRSS/CNRST, B.P. 7047, Ouagadougou, Burkina Faso. \*E-mail: podajnl@yahoo.fr

Manuscrit n° 2553/Lib. 3. Reçu le 20 février 2003. Accepté le 5 février 2004. 3e congrès européen de médecine tropicale et santé publique, Lisbonne, Portugal, 8-12 septembre 2002.

**Summary:** Recent evolution of schistosomiasis in the water project of Sourou in Burkina Faso.

In order to help the hydro-agricultural projects in the management of water resources together with a schistosomiasis control programme, it is important to evaluate the extent of the problem. This is the reason why parasitological and clinical surveys were conducted in schools associated with malacological surveys in transmission sites of several water projects including the one from Sourou.

The data-collecting for the research on molluscs was carried out in surface water and as for parasitologic investigations on school-aged children, urine filtration and Kato-Katz were used to evaluate the parasitic load.

The levels of prevalence were respectively in Guiédougou, Niassan, Di and Toma-île, in 2000, 60.5%, 40%, 48.8% and 51.9% for the urinary schistosomiasis, 5.3%, 0%, 6.9% and 50.6% for the intestinal schistosomiasis and in 2002, 56%, 51.9%, 51.6% and 43.4% for the urinary schistosomiasis, 10.1%, 8.2%, 22.7% and 90.8% for the intestinal schistosomiasis. The molluscs species collected and identified were: *Biomphalaria pfeifferi* for the intestinal schistosomiasis and *Bulinus truncatus rohlfsi* and *B. senegalensis* for the urinary schistosomiasis. *B. senegalensis* and *B. truncatus* were found naturally infested by *S. haematobium*.

Water projects constitute amplifying factors of the proliferation of the species and parasitic exchange. All the actors (developers, populations, scientists) are questioning the means at their disposal to reduce the development of schistosomiasis which decrease the expected benefit of hydro-agricultural installations.

**Résumé :**

Afin d'accompagner les pôles économiques que sont les hydroaménagements par un programme de lutte contre les schistosomoses, des enquêtes parasitologiques et de morbidité ont été menées au niveau des écoles, de même que des enquêtes malacologiques au niveau des sites de transmission de plusieurs aménagements hydro agricoles, dont le Sourou.

La collecte des données a concerné la recherche des mollusques et le suivi de leur effectif au niveau des plans d'eau de surface, la mise en œuvre des techniques de Kato-Katz et de filtration des urines pour évaluer respectivement les prévalences de la schistosomose intestinale et urinaire chez les enfants d'âge scolaire.

Les résultats des prévalences ont été respectivement à Guiédougou, Niassan, Di et Toma-île, en 2000, de 60,5 %, 40 %, 48,8 % et 51,9 % pour la schistosomose urinaire, de 5,3 %, 0 %, 6,9 % et 50,6 % pour la schistosomose intestinale et, en 2002, de 56 %, 51,9%, 51,6% et 43,4% pour la schistosomose urinaire, de 10,1 %, 8,2%, 22,7% et 90,8 % pour la schistosomose intestinale. Sur le plan malacologique, les espèces récoltées et identifiées sont : *Biomphalaria pfeifferi* pour la schistosomose intestinale, *Bulinus truncatus rohlfsi* et *B. senegalensis* pour la schistosomose urinaire. *B. senegalensis* et *B. truncatus* ont été trouvés naturellement infestés par *S. haematobium*.

Il ressort que les aménagements hydrauliques constituent des facteurs amplificateurs des parasitoses liées à l'eau et tous les acteurs (aménageurs, populations et scientifiques) sont interpellés quant aux moyens dont ils disposent pour atténuer, voire réduire le développement des schistosomoses qui amoindrissent le bénéfice attendu des aménagements hydroagricoles.

## Introduction

Peu dépistée dans le système de santé actuel, la bilharziose ou schistosomose est classée au Burkina Faso parmi les vingt premières affections les plus fréquemment rencontrées au niveau des formations sanitaires publiques. Au Burkina Faso, la schistosomose est présente sous ses deux formes. La schistosomose urinaire semble être la plus répandue; elle est signalée dans presque tout le pays, tandis que la schistosomose intestinale se retrouverait plutôt au sud et au niveau de

quelques hydroaménagements des régions du centre et de l'ouest. Pour faire face à cette situation, le Burkina Faso s'oriente vers la mise en place de nouvelles stratégies de lutte contre les schistosomoses à partir des formations sanitaires périphériques. La décentralisation des services de santé en cours devrait offrir un cadre adéquat pour la prise en charge des foyers bilharziens. En effet, le problème des schistosomoses est qu'elles apparaissent focalisées et, lorsqu'on accède au niveau national ou régional, leur morbidité est invisible ou plutôt voilée par d'autres problèmes de santé plus évidents.

schistosomiasis  
*Schistosoma mansoni*  
*Schistosoma haematobium*  
epidemiology  
irrigation  
Sourou  
Burkina Faso  
Sub-Saharan Africa

schistosomose  
*Schistosoma mansoni*  
*Schistosoma haematobium*  
épidémiologie  
Sourou  
Burkina Faso  
Afrique intertropicale

La région du Sourou (figure 1), jadis exempte de schistosomose intestinale, présente aujourd'hui un cumul de facteurs favorables à l'apparition et à l'extension de la forme intestinale. Elle offre l'opportunité d'études comparatives en raison de la juxtaposition d'espaces bien délimités et d'âges différents, destinés aux cultures irriguées, et de villages traditionnels qui subissent les effets de l'irrigation. Cette étude illustre bien les situations où les rapports des populations à leur milieu se trouvent brutalement transformés dans le temps et l'espace. Les résultats obtenus dans une quinzaine de localités, dont ceux concernant les cinq plus représentatives, sont décrits dans cette étude et peuvent étayer les stratégies de contrôle des schistosomoses et permettre au complexe hydroagricole du Sourou de servir de premier site d'essai de distribution communautaire de praziquantel. L'intérêt est de mieux comprendre l'évolution de cette parasitose et de dégager des mesures à l'attention des acteurs du développement et des promoteurs des hydroaménagements.

## Matériel et méthode

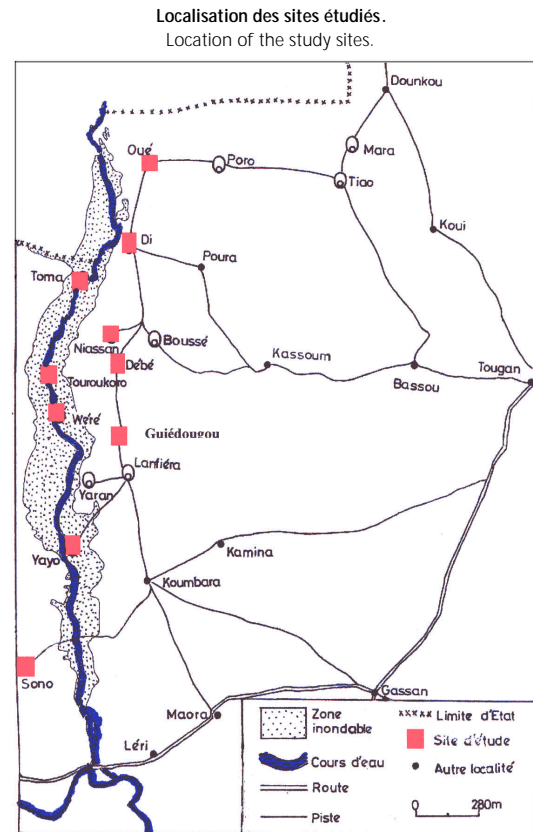
### Présentation de la zone du Sourou

Le Sourou est un affluent du cours d'eau Mouhoun jusqu'à la construction du barrage de Léry à sa confluence avec ce dernier en 1976. En 1985, l'aménagement d'un radier sur le Mouhoun et l'ouverture d'un canal impose le transit des eaux du Mouhoun venant du sud-ouest vers le Sourou. Cet aménagement permet le captage de grandes quantités d'eau pour les cultures irriguées. Ainsi, sur la rive gauche, se sont successivement mises en place de grandes coopératives autour des périmètres irrigués à Guiédougou en 1967, à Niassan en 1987, avec l'installation de producteurs venant de diverses régions du pays. Toma-île, un village de pêcheurs jadis au bord du fleuve, avant l'aménagement hydraulique, est aujourd'hui un îlot en permanence entouré d'eau. Di est un village traditionnel non aménagé au bord du Sourou. La population est en majorité constituée d'agriculteurs avec quelques villages de pêcheurs le long du Sourou. Le taux de scolarisation global est d'environ 33 % et de moitié pour les villages de pêcheurs. L'ensemble de la région est caractérisé par un climat nord soudanien avec des précipitations annuelles inférieures à 900 mm. Les eaux de surface sont représentées par les mares temporaires, le Mouhoun, la retenue du Sourou qui alimentent les canaux d'irrigation.

### Choix des villages d'étude et échantillonnage

La spécificité des villages par rapport à la proximité du plan d'eau et à l'âge de l'aménagement a justifié leur choix. Ainsi, ont été retenus pour cette étude Di, un village traditionnel au bord de l'eau avec une population d'agriculteurs, Toma-île, un village traditionnel de pêcheurs complètement entouré d'eau, Guiédougou, le premier village aménagé en 1967, et Niassan, le second village, aménagé à partir de 1987. Les villages et écoles à enquêter ont été prévenus plusieurs jours avant l'arrivée de l'équipe. Il s'agit d'une étude transversale descriptive chez les enfants des deux sexes tirés de façon aléatoire à partir de la liste de présence établie par l'enseignant, comportant leur âge, sexe, nom et prénom pour les écoles de Di, Niassan et Guiédougou. Pour Toma-île qui n'a pas d'école, le tirage s'est fait à partir du recensement de tous les enfants d'âge scolaire présents dans le village. Dorénavant, chaque enfant a un numéro d'identification pour le suivi de la réinfestation. L'importance des effectifs en 2002 est liée à une double enquête dont la seconde, avec l'équipe du Centre de recherches médicales et sanitaires (CERMES) au Niger, a associé l'évaluation de la morbidité par échographie et dont les données ne sont pas traitées dans ce document.

Figure 1.



### Collectes des données parasitologiques

Les enquêtes parasitologiques ont été réalisées en 2000 et en 2002 dans les écoles de Di, Niassan et Guiédougou et chez les enfants d'âge scolaire à Toma-île qui n'a pas d'école. Les techniques utilisées pour évaluer les prévalences de *Schistosoma mansoni* Sambon, 1907 ont été le Kato-Katz et la solution de la concentration parasitaire dans le merthiolate-iodure-formol (MIF) pour la rareté présumée de *S. mansoni* dans certains villages et la technique de la filtration des urines à travers un filtre Nytrex®, couplée avec l'utilisation des bandelettes réactives Hemastix®, (Bayer) pour évaluer les prévalences de *Schistosoma haematobium* Bilharz, 1852. Les lectures des lames ont été faites le même jour et tous les enfants déclarés positifs ont été traités avec le praziquantel à la dose de 40 mg•kg<sup>-1</sup> de poids corporel. Les niveaux de prévalence sont considérés hypoendémiques en dessous de 25 %, mésoendémiques entre 25 % et 50 % et hyperendémiques au-dessus de 50 %.

### Collectes des données malacologiques

Tous les systèmes aquatiques d'eau de surface (canaux d'irrigation, bas-fond, barrage, mares) sur un rayon de deux kilomètres à partir de l'école ont fait l'objet de prospections malacologiques qui se sont déroulées une fois par trimestre au cours des deux années de l'étude. Les mollusques, recherchés sur les supports (plantes aquatiques et tout objet baignant dans l'eau), ont été récoltés pendant trente minutes à l'aide de pinces souples. La densité de mollusques est faible si, par demi-heure, le nombre recueilli est de 1 à 10, moyenne de 11 à 50 et forte au-dessus de 50. Les mollusques ont été conservés dans des boîtes munies de coton mouillé et transportés au laboratoire à Ouagadougou dans une glacière à environ 20 °C pour l'identification et le suivi de l'infestation. Ils ont été identifiés selon la morphologie de la coquille (forme, taille, enroulement et ouverture). Les sites dans lesquels un ou plusieurs mollusques hôtes intermédiaires ont été récoltés au



moins une fois sont considérés comme positifs. L'ensemble des sites positifs a été classé en fonction des espèces récoltées. Pour évaluer l'infestation naturelle au laboratoire, chaque mollusque rapporté vivant est placé dans un pilulier contenant de l'eau de forage et exposé à une source lumineuse artificielle (néon de 36 watts), ce qui provoque la libération de cercaires de schistosomes chez les mollusques infestés.

## Résultats

Les résultats parasitologiques et malacologiques sont présentés dans les tableaux I, II, III, IV. L'enquête parasitologique a concerné 202 enfants en 2000 et 521 en 2002. Les sites de transmission sont constitués du lac de barrage du Sourou, des mares temporaires aux alentours des concessions et du système d'irrigation : canaux et parcelles inondées. Les espèces de mollusques récoltées et identifiées dans la zone sont *Bulinus senegalensis* Müller, 1781, au niveau de tous les sites de transmission, *Bulinus truncatus rohlfsi* Clessin, 1886 et *Biomphalaria pfeifferi* Krauss, 1848, au niveau du barrage et du système

Tableau I.

Sites de transmission et prévalences des schistosomoses chez les enfants scolarisés à Guiédougou (province du Sourou, Burkina Faso) en 2000 et 2002.

Sites of transmission and schistosomiasis prevalences in school children in Guiédougou (province of Sourou, Burkina Faso) in 2000 and 2002.

paramètres	2000		2002	
effectifs enquêtés	38	100%	184	100%
S.mansoni (S.m.)	2	5%	20	10%
S.haematobium (S.h.)	23	61%	103	56%
bi-parasitisme S.h.+ S.m.	1	3%	1	0,5%
sites de transmission	2 mares temporaires avec <i>B. senegalensis</i> , barrage du Sourou et canaux d'irrigation avec <i>B. truncatus</i> , <i>B. senegalensis</i> , <i>B. forskalii</i> et <i>B. pfeifferi</i> .			

Tableau II.

Sites de transmission et prévalences des schistosomoses chez les enfants scolarisés à Di (province du Sourou, Burkina Faso) en 2000 et 2002.

Sites of transmission and schistosomiasis prevalences in school children in Di (province of Sourou, Burkina Faso) in 2000 and 2002.

paramètres	2000		2002	
effectifs enquêtés	43	100%	128	100%
S.mansoni (S.m.)	3	7%	29	23%
S.haematobium(S. h.)	21	49%	66	52%
bi-parasitisme S. h.+ S. m.	2	5%	21	16%
sites de transmission	5 mares temporaires avec <i>B. senegalensis</i> , barrage du Sourou avec <i>B. truncatus</i> , <i>B. senegalensis</i> , <i>B. forskalii</i> et <i>B. pfeifferi</i> .			

Tableau III.

Sites de transmission et prévalences des schistosomoses chez les enfants scolarisés à Niassan (province du Sourou, Burkina Faso) en 2000 et 2002.

Sites of transmission and schistosomiasis prevalences in school children in Niassan (province of Sourou, Burkina Faso) in 2000 and 2002.

paramètres	2000		2002	
effectifs enquêtés	40	100%	135	100%
S.mansoni (S.m.)	0	0%	11	8%
S.haematobium (S. h.)	16	40%	70	52%
bi-parasitisme S. h.+ S. m.	0	0%	5	4%
sites de transmission	4 mares temporaires avec <i>B. senegalensis</i> , canaux d'irrigation avec <i>B. truncatus</i> , <i>B. senegalensis</i> , <i>B. forskalii</i> et <i>B. pfeifferi</i> .			

Tableau IV.

Sites de transmission et prévalences des schistosomoses chez les enfants d'âge scolaire à Toma-île (province du Sourou, Burkina Faso) en 2000 et 2002.

Sites of transmission and schistosomiasis prevalences in school-aged children in Toma-île (province of Sourou, Burkina Faso) in 2000 and 2002.

paramètres	2000		2002	
effectifs enquêtés	81	100%	76	100%
S.mansoni (S.m.)	41	57%	69	91%
S.haematobium(S. h.)	42	52%	33	43%
bi-parasitisme S. h.+ S. m.	23	26%	31	41%
sites de transmission	barrage du Sourou avec <i>B. truncatus</i> , <i>B. senegalensis</i> , <i>B. forskalii</i> et <i>B. pfeifferi</i>			

d'irrigation. *Bulinus forskalii* Ehrenberg, 1831 a été récolté mais il n'est pas reconnu comme hôte intermédiaire des schistosomes de l'homme. Les plus fortes densités sont constatées en saison des pluies (de juin à octobre) pour *B. senegalensis*; pour *B. truncatus*, elles sont moyennes à cette période mais très fortes à la saison fraîche de décembre à février. L'évolution des densités de *B. pfeifferi* est très proche de celle de *Bulinus truncatus*. Les tests de mise en évidence de l'infestation naturelle ont révélé que *Bulinus senegalensis* et *Bulinus truncatus* émettent des cercaires de *Schistosoma haematobium*.

## Discussion - conclusion

Dans la zone du Sourou, seule la schistosomose urinaire avait été mise en évidence dès 1954 avec une prévalence globale de 19 % chez les enfants d'âge scolaire (4). En 1987, les résultats de l'enquête réalisée au sein de la population par les services du ministère de la santé, à la demande de l'Autorité de mise en valeur de la vallée du Sourou (AMVS), avant l'aménagement à grande échelle de la zone, ont révélé une prévalence de *S. haematobium* de 32 % dans la population autochtone, 23% en milieu scolaire, 6% au sein de la population migrante et 3 cas isolés de schistosomose intestinale due à *S. mansoni* chez les migrants. Sur le plan malacologique, il avait été mis en évidence la présence de *B. truncatus* et de *B. forskalii*; *B. pfeifferi* n'avait pas été récolté (9).

Les résultats de nos enquêtes malacologiques conduites depuis 1986 ont confirmé la présence de *B. truncatus* au niveau de la retenue et dans les canaux d'irrigation. *B. forskalii* est présent mais ne transmet pas les schistosomes de l'homme. *B. senegalensis* est récolté dans les mares temporaires, la retenue du barrage et les canaux d'irrigation. Les tests d'infestation naturelle pour *B. senegalensis* et pour *B. truncatus* montrent que les deux espèces sont responsables de la transmission de *S. haematobium* dans la zone du Sourou. La présence de *B. pfeifferi*, seul hôte intermédiaire de *S. mansoni*, a été constatée à partir de 1990; elle pourrait être liée à l'aménagement du canal de Léry qui permet aux eaux venant de la région de Bobo-Dioulasso, où cette espèce est présente, de coloniser la retenue du Sourou. Les études en cours, faisant appel à la biologie moléculaire sur *B. pfeifferi* de différentes provenances, permettront de vérifier cette hypothèse. Les observations sur l'évolution des populations de *B. truncatus* et de *B. pfeifferi* au cours de deux périodes de fortes densités d'inégale importance (moyenne de juin à octobre et forte de décembre à février) et celle de *B. senegalensis* pour une seule période de forte densité (juin à octobre) corroborent les analyses antérieures qui indexent la spécificité des biotopes et des mollusques (6, 7). Ceci conduirait vers deux périodes de forte transmission avec *B. senegalensis* en saison des pluies et avec *B. truncatus* et *B. pfeifferi* en saison fraîche.

Les résultats de nos enquêtes parasitologiques, conduites à partir de 1997, ont montré que la région du Sourou est une zone d'endémie bilharzienne en forte progression, tant dans les zones aménagées que dans les villages traditionnels (8). Les niveaux de prévalence de la schistosomose urinaire variaient d'un foyer à l'autre selon l'ancienneté du site aménagé et la position par rapport au Sourou (3). Cette série d'enquêtes concerne une quinzaine de villages de la zone dont Guiédougou, Niassan, Di et Toma-île qui représentent les principales situations. Les données confirment les niveaux de prévalences hyperendémiques de *S. haematobium* dans les villages aménagés de Guiédougou, Niassan et les villages traditionnels de Di et Toma-île, avec respectivement 60,5 %, 40 %, 48,8 % et 51,9 % en 2000 et 56 %, 51,9 %, 51,6 % et 43,4 % en 2002. Les données mettent aussi en évidence l'émergence dans toutes les localités de *S. mansoni* dont les niveaux de prévalences ont sensiblement augmenté, passant de 5,3 %,

0 %, 6,9 % et 50,6 % en 2000 à 10,1 %, 8,2 %, 22,7 % et 90,8 % en 2002 et ce, malgré le renforcement de la disponibilité du praziquantel au niveau des services de santé de la zone. Le bi parasitisme (*S. mansoni* *S. haematobium*) assez répandu est dépendant du niveau de prévalence de *S. mansoni*. L'apparition de la schistosomose intestinale serait liée à trois facteurs :

- l'aménagement, en 1984, du canal reliant le Mouhoun au Sourou qui aurait favorisé l'introduction de *B. pfeifferi*, hôte intermédiaire de *S. mansoni*,

- la mise en place des canaux d'irrigation propices au développement de l'hôte intermédiaire, une fois parvenu au plan d'eau, - le déplacement des populations migrantes infectées par *S. mansoni* et qui aurait permis la colonisation de la zone par ce parasite.

L'augmentation des prévalences de la schistosomose intestinale, la plus redoutable, entre 2000 et 2002 dans les sites de Niassan, Di et Toma-île est remarquable. Nos résultats montrent que tous les villages riverains du plan d'eau du Sourou, sur la rive gauche, sont touchés par la forme digestive de la schistosomose, en plus de la forme urinaire déjà endémique auparavant. Les observations que nous menons actuellement semblent confirmer l'analyse (10) selon laquelle la proximité des villages par rapport à la retenue et les canaux d'irrigation favoriseraient les contacts homme-eau précoces et répétés des enfants : ceux-ci travaillent aux côtés de leurs parents dans les zones aménagées (Guiédougou, Niassan), de même que les jeunes filles que les activités ménagères mettent au contact prolongé avec le plan d'eau du Sourou (Di, Toma-île), sont plus infectés que les sujets du même âge dont les activités ne sont pas en rapport avec ces sites de contamination. En ce qui concerne la schistosomose urinaire (8), la prévalence à Guiédougou et Niassan était corrélée avec l'ancienneté des aménagements. Le village traditionnel de Di et l'îlot de Toma-île, bien que dépourvus de cultures irriguées, en subissent les effets amplificateurs.

L'évolution de la forme intestinale au sein des populations dans tous les sites liés ou à proximité des hydroaménagements indiquerait que les contaminations sont désormais autochtones ; les contaminations exogènes (5), que ce soit des contaminations individuelles de sujets en transit ou la prise en considération de migrants arrivés déjà parasités, ne pourrait en effet expliquer cette augmentation d'incidence rapide et intense. Les deux enquêtes réalisées en 2000 et 2002 mettent en évidence la progression de *S. mansoni* et le maintien de *S. haematobium* ; elles reflètent une transmission simultanée des deux schistosomes au niveau des canaux d'irrigation et du plan d'eau. Dans la vallée du Kou, le premier périmètre irrigué du Burkina-Faso aménagé en 1967, nos données indiquent que les prévalences ont évolué de 80 % en 1987 à moins de 1 % en 2002 pour *S. haematobium* et de 45 % à 48 % pour *S. mansoni* dans la même période, mettant ainsi en évidence une nette prédominance de la forme intestinale et la quasi-disparition de la forme urinaire. Cette situation rappelle celle du village de Noumousso, dans la même région, où la prévalence de *S. haematobium* a décliné de 39 % à 17 % en deux ans alors que la forme intestinale augmentait dans le même temps de 25 % à 60 % (1). Ce phénomène de substitution a été attribué à une supériorité de *B. pfeifferi* par rapport à *B. truncatus*. Ainsi, dans la vallée de la Volta au Ghana, où *S. mansoni* se développe dans une zone jusque-là dominée par *S. haematobium*, la mise en service du barrage d'Akosombo sur la Volta (dans la continuité de la majeure partie du réseau hydrographique burkinabè) a été suivie d'une brusque augmentation de la transmission de *S. mansoni*, tandis que celle de *S. haematobium* reculait (11). Si le développement simultané des deux parasites à l'issue d'une transformation de l'environnement souligne la similitude de leur relation avec l'environnement, l'asymétrie de leur évolution constatée dans

la vallée du Kou et à Noumousso signifierait un rapport différencié lié à la nature du milieu physique, aux comportements des populations humaines, aux interactions existant entre ces parasites et au dynamisme des hôtes intermédiaires (2).

## Conclusion

La zone du Sourou, où l'enquête de morbidité liée aux deux formes de schistosomes vient de s'achever et celles relatives aux aspects socio-économiques et culturels en rapport avec l'eau débutent, offre donc une situation modèle pour analyser les mécanismes de ces relations entre santé, environnement et société. Cette zone, jadis exempte de schistosomose intestinale, présente aujourd'hui un ensemble de facteurs favorables à son extension. Cette étude qui s'est focalisée sur l'évolution récente des schistosomes, surtout dans sa forme intestinale, montre qu'elle est préoccupante. Si les résultats obtenus nécessitent un suivi et un approfondissement, ils ont permis de montrer que les mesures préventives axées sur un traitement par chimiothérapie devraient être envisagées au-delà des enfants d'âge scolaire afin de réduire sensiblement les niveaux d'endémie des deux formes de schistosomes.

## Remerciements

Nous sommes reconnaissants à Aire développement (convention 01-3-BF-22-1), à l'Agence universitaire de la francophonie (jeune équipe de recherche 3005) et à l'unité de service de l'IRD (US/IRD 009) pour leur appui. Sur le terrain, nous avons bénéficié de l'appui de l'Au-

## Références bibliographiques

- COLLETE J, SELLIN B, GARRIGUE G & SIMONKOVICH E - Etude épidémiologique de la substitution de *Schistosoma haematobium* par *Schistosoma mansoni* dans une zone d'endémie bilharzienne d'Afrique de l'ouest (Haute-Volta). *Méd Trop*, 1982, **42**, 289-296.
- ERNOULD JC - *Epidémiologie des schistosomes humains dans le delta du fleuve Sénégal: phénomène récent de compétition entre Schistosoma haematobium Sambon, 1907 et S. mansoni (Bilharz 1652)*. Thèse de Doc Université Paris XII Val de Marne, Créteil, 1996.
- KABORE A - *Investigation étiologique d'une mortalité juvénile élevée dans le village de Yayo (Burkina Faso)*. Thèse Doc pharmacie, FSS/Univ Ouagadougou, 1998.
- MC MULLEN DB & FRANCOIS J - *Report on a preliminary survey by the WHO Bilharziasis Advisory team. Part III Upper-Volta*. WHO/Pa/78.61, OMS, Genève, 1960.
- MOTT KE, DESJEUUX P, MONCAYO A, RANQUE P & DE RAADT P - Parasitoses et urbanisation. *Bull OMS*, 1991, **69**, 9-16.
- PODA JN, SAWADOGO L & SELLIN B - Dynamique des populations de *Bulinus truncatus rohlfsi*, CLESSIN, 1886, dans le barrage de Dyoro en zone nord-soudanienne du Burkina Faso *Rev Agronom Afr*, 1996, **8**, 61-68
- PODA JN, SELLIN B & SAWADOGO L - Dynamique des populations de *Bulinus senegalensis*, MULLER, 1781, dans une mare temporaire de la zone nord-soudanienne du Burkina Faso. *Rev Elev Méd Vét Pays Trop*, 1994, **47**, 375-378.
- PODA JN, SORGHO H, DIANOU D, SAWADOGO B, KAMBOU T et al. - Profil parasitologique de la Schistosomose urinaire du complexe hydroagricole du Sourou au Burkina Faso. *Bull Soc Pathol Exot*, 2001, **94**, 21-24.
- SELLIN B, SIMONKOVICH E & DIARASSOUBA Z - *Mollusques hôtes intermédiaires des schistosomoses dans le secteur de Dori, Kaya, Ouahigouya et Dédogou (Haute Volta)*. Doc Tech n° 7357, OCCGE, Bobo Dioulasso, 1980.
- TAKOUGANG I, LOUIS JP, MIGLIANI R, NOUMI E, MOHOME N & SAME-EKOKO A - Quelques aspects comportementaux de l'exposition à la bilharziose dans les aménagements hydro-agricoles en zone sahélienne (extrême nord Cameroun). *Cahiers Santé*, 1993, **3**, 457-463.
- WEN ST & CHU KY - Preliminary schistosomiasis survey in the Lower Volta river below Akosombo dam, Ghana. *Ann Trop Med Parasitol*, 1984, **78**, 129-133.

torité de mise en valeur de la vallée du Sourou (AMVS), des services

de santé, de l'éducation et des populations des sites d'étude.

# Hétérogénéité de la transmission de *Schistosoma haematobium* dans les périmètres irrigués du Niger.

J.-C. Ernould (1, 2), A. Garba (1), R. Labbo (1), A. Kaman Kaman (1), A. Sidiki (1, 2), A. Djibrilla (1) & J.-P. Chippaux (1, 2)\*

(1) Centre de recherche médicale et sanitaire, Niamey, Niger

(2) Institut de recherche pour le développement, Niamey, Niger

\* IRD, B. P. 1386, Dakar, Sénégal. E-mail : chippaux@ird.sn

Manuscrit n° 2553/Lisb. 4. Reçu le 23 janvier 2003. Accepté le 3 juin 2003. 3e congrès européen de médecine tropicale et santé publique, Lisbonne, Portugal, 8-12 septembre 2002.

## Summary: Heterogeneity of *Schistosoma haematobium* transmission in irrigated fields.

Although irrigated areas exist since a long time in the Niger Valley, the distribution of the urinary schistosomiasis does not appear homogeneous, testifying to the existence of limiting or favourable factors. The identification of these factors could lead to a better definition of the distribution of the schistosomiasis risks and to optimise control programmes. The population of five villages about 1,900 inhabitants living in the same irrigated area (Sébéri) was examined at the end of 1999 before treatment and surveyed two and ten months after treatment by praziquantel in order to investigate re-infections. In parallel, the transmission sites were subject to a semi-monthly malacological follow-up from 1998 to 2001 and the water contacts were quantified in the sites of the main village during 2000.

Before treatment, schistosomiasis risks appeared related to the proximity between habitat and lateral canals: the infections concerning youngsters were all the more intense that the dwellings were close to the canal. The parasitological indices were the highest in the village lacking of other water sources. The morbidity indices followed a similar distribution with maximum values in the children of the 3 villages located to less than 1 km from the canal; however, morbidity was mainly observed in the adult population, in particular male, of the 2 villages which were the most distant from the canal. After treatment, the incidence of the re-infection between 2 and 10 months was comparable in the 3 villages close to the canal (28 %) but was significantly weaker in the 2 villages far from the transmission sites (5 %). In the villages bordering the canal, the incidence in the children was all the more high since the habitat was close to the canal. Between 1999 and 2000, the collected number of *Bulinus truncatus* decreased from 1.4 to 0.6 individuals per survey; moreover, no mollusc harbouring parasites was found, representing the decrease of the parasite burden. The abnormal weakness of re-infection, regarding this type of focus, could be explained by the repeated stop of water supply, inducing a complete drying out of the canal for 2 months during the year preceding the study. These repeated drying out also resulted in a reduction of the exposure. Whereas the average frequentation of the sites of the canal remained rather comparable between January (cold dry season) and May (dry hot season), it decreased dramatically in September (rainy season but canals were not irrigated this year) from 99 to 11 daily contacts. The use of the lateral canal when filled represented 80 % of the contacts. In the event of drying out, 80 % of the contacts were transferred in the ponds but not in the river (5 % of the contacts whatever the season).

These results confirmed (1) that the presence of canals reduced the use of natural sites and (2) that the drying out of the canals induced a total reduction of the contacts.

## Résumé :

En dépit de l'ancienneté des périmètres irrigués de la vallée du Niger, la distribution de la schistosomose urinaire n'y apparaît pas homogène. L'identification de facteurs limitants ou favorables peut permettre de mieux définir la distribution du risque bilharzien et d'optimiser les programmes de lutte. Afin de préciser ces facteurs, la population de cinq villages, environ 1900 habitants, exploitant le même périmètre a été examinée avant et après traitement par praziquantel afin d'analyser les réinfections. Parallèlement, les sites de contact homme-eau ont fait l'objet d'un suivi malacologique bimensuel et les contacts ont été quantifiés.

Avant traitement, la distribution du risque bilharzien apparaissait étroitement liée à la proximité de l'habitat par rapport aux canaux secondaires. Les indices de morbidité suivaient une distribution comparable. Élevée chez les enfants, la morbidité était maximale chez les adultes masculins. Après traitement, l'incidence des infections était comparable dans les 3 villages proches du canal (28 %) et significativement plus faible dans les 2 autres (5 %). Dans les villages distants de moins de 1000 mètres du canal, l'incidence chez les enfants était d'autant plus élevée que l'habitat était proche du canal. En revanche, l'impact de la distance habitat-canal paraissait moins marqué chez les adultes. Entre 1999 et 2000, le nombre de *Bulinus truncatus* récoltés a diminué et aucun mollusque n'a été trouvé parasité. L'anormale faiblesse des réinfections pourrait s'expliquer par l'arrêt répété de l'alimentation en eau du périmètre. Ces résultats illustrent le bénéfice d'assèchements répétés sur la transmission. Ces assèchements répétés se traduisent également par une diminution de l'exposition en déplaçant et en réduisant les contacts homme-eau.

Ces résultats confirment, d'une part, que la présence de canaux tend à marginaliser l'utilisation des sites naturels, et, d'autre part, que l'assèchement des canaux entraîne une réduction globale des contacts.

**Schistosoma haematobium  
water project  
control  
transmission  
Niger  
Sub-Saharan Africa**

**Schistosoma haematobium  
aménagement hydraulique  
contrôle  
transmission  
Niger  
Afrique intertropicale**

## Introduction

Les aménagements hydrauliques constituent un lieu privilégié de transmission des schistosomes. Les conditions environnementales, notamment la présence permanente ou prolongée d'eau, et le rassemblement d'une population humaine importante en raison de conditions économiques attractives, sont réunis pour assurer une transmission intense et pérenne (12). En outre, il apparaît que le comportement humain joue un rôle déterminant dans la transmission, autant en terme de contamination du milieu et de dissémination du parasite que d'infection individuelle et de complications morbides (6). Les périmètres irrigués de la vallée du Niger étudiés depuis plusieurs décennies (1, 3, 10, 11) ne font pas exception. En dépit de l'ancienneté de la plupart de ces aménagements, la répartition de la schistosomose urinaire n'y apparaît pas homogène, témoignant de l'existence de facteurs limitants ou favorables. Leur identification peut permettre de mieux définir la distribution du risque bilharzien et d'optimiser les programmes de lutte.

Afin de préciser ces facteurs, nous avons étudié la réinfection par *Schistosoma haematobium* dans l'ensemble de la population exploitant un même périmètre irrigué après un traitement par praziquantel.

## Population et méthodes

L'étude s'est déroulée dans le périmètre irrigué de Sébéri situé sur le fleuve Niger à 35 km en aval de Niamey. Ce périmètre a été créé en 1980 et réhabilité en 1988. La production rizicole y est assurée par deux campagnes annuelles. La population d'étude a concerné les villages exploitant la partie amont du périmètre de Sébéri. Cette population a été recensée en avril, octobre et décembre 1999, puis en avril et septembre 2000. La population initiale était de 1902 habitants répartis en cinq villages d'inégale importance (tableau I, figure 1). L'effectif des sujets participant à l'étude (1840 en octobre 1999) est précisé pour chaque intervention dans le tableau II. La localisation de l'habitat et la distance par rap-

Tableau I.

village	Caractéristiques socio-démographiques des populations étudiées et sources d'approvisionnement hydrique des villages.				
	Kollo-Kourteye	Kollo-Zarma	Kollo-Zongo	Ibba	Kollo-Peul
population	177	1009	436	102	116
sex-ratio F/M	1,11	1,24	1,05	1,08	1,19
enfants (<13 ans)	36,7 %	37,8 %	42,4 %	44,1 %	51,7 %
femmes adultes	37,3 %	34,5 %	30,3 %	26,5 %	31,0 %
hommes adultes	26,0 %	27,8 %	27,3 %	29,4 %	17,2 %
ethnie majoritaire	Zarma	Zarma	Haoussa/Zarma	Zarma/Peul	Peul
nb foyers	27	156	79	15	17
chef foyer scolarisé	15 %	13 %	6 %	27 %	6 %
7-12 ans scolarisés	81 %	71 %	38 %	50 %	27 %
chef foyer riziculteur	82 %	79 %	37 %	100 %	53 %
pompage/forage		4	2		
puits	0	7	8	2	4
dist.habitat-pompage	720 ± 80 m	120 ± 20 m	110 ± 20 m	1300 ± 210 m	1440 ± 120 m
dist.habitat-puits	630 ± 50 m	130 ± 20 m	250 ± 20 m	310 ± 150 m	210 ± 60 m
dist.habitat-canal	120 ± 70 m	250 ± 20 m	470 ± 30 m	1480 ± 170 m	1950 ± 110 m
dist.habitat-mare	320 ± 60 m	290 ± 30 m	650 ± 30 m	720 ± 180 m	710 ± 110 m
dist.habitat-fleuve	2000 ± 180 m	1230 ± 40 m	1300 ± 40 m	3160 ± 210 m	3160 ± 170 m

Tableau II.

Evolution des indices parasitaires par village avant, 2 mois et 10 mois après traitement.  
Evolution of parasitological indices before and after mass treatment.

village	Kollo-Kourteye	Kollo-Zarma	Kollo-Zongo	Ibba	Kollo-Peul
effectif novembre 1999	153	824	350	83	95
prévalence infections	64,1 ± 8 %	58,4 ± 3 %	54,6 ± 5 %	41,0 ± 11 %	27 ± 9 %
MGW (œufs/10ml)	6,2 [4 ; 9]	4,5 [4 ; 5]	3,7 [3 ; 5]	1,1 [1 ; 2]	0,9 [0 ; 2]
effectif janvier 2000	128	733	306	76	78
prévalence infections	11,7 ± 6 %	3,4 ± 1 %	10,5 ± 3 %	10,5 ± 7 %	25,6 ± 10 %
MGW (œufs/10 ml)	0,1 [0 ; 0]	0,0 [0 ; 0]	0,0 [0 ; 0]	0,0 [0 ; 0]	0,1 [0 ; 0]
effectif septembre 2000	98	618	220	66	55
prévalence infections	27,6 ± 9 %	28,8 ± 4 %	28,6 ± 6 %	4,5 ± 5 %	9,1 ± 8 %
MGW (œufs/10 ml)	0,4 [0 ; 1]	0,2 [0 ; 0]	0,1 [0 ; 0]	0,0 [0 ; 0]	0,1 [0 ; 0]

MGW =moyenne géométrique de l'ovivurie

port aux points d'approvisionnement en eau ou aux sites potentiels de transmission ont été établies par un appareil de positionnement par satellites (tableau I).

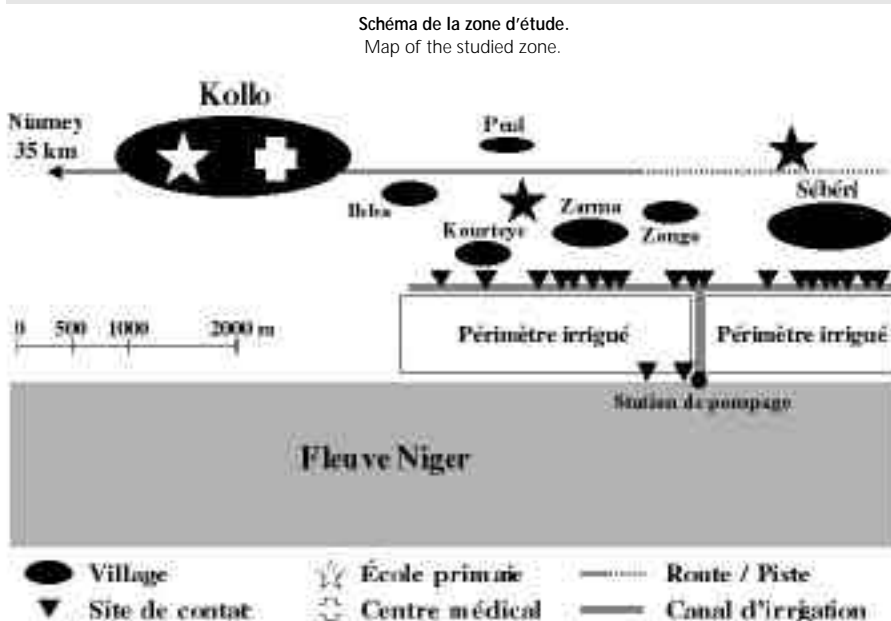
Un premier bilan parasitologique et clinique a été effectué en novembre 1999. Il comportait un interrogatoire clinique détaillé, un examen parasitologique des urines, avec une double filtration urinaire (5), et une échographie du tractus urinaire en utilisant le protocole défini à l'Atelier de Niamey (7) chez 639 sujets tirés au sort après stratification sur l'âge et le sexe dans chacun des villages d'étude.

Un traitement par praziquantel (40 mg·kg<sup>-1</sup>) a été administré à toute la population en novembre 1999.

Un suivi de cohorte a ensuite été mené comportant deux enquêtes, en janvier 2000, soit 2 mois après le traitement intéressant 1 209 personnes puis en septembre 2000, 10 mois après le traitement, chez 942 sujets.

Les enquêtes malacologiques ont concerné 26 sites de transmission potentielle. Les prospections ont été faites tous les 15 jours et ont consisté en une exploration manuelle de quinze minutes. Les mollusques ont été identifiés par leur morphologie et un test d'émission cercarienne a été effectué 24 heures après la récolte. Les parasites étaient déterminés à l'aide d'une technique iso-enzymatique décrite par BRÉMOND *et al.* (2). Le contact homme/eau a été mesuré en janvier, mai et septembre 2000 par observation directe. Les enquêteurs

Figure 1.



étaient postés à proximité de tous les sites fréquentés par la population du principal village (Kollo-Zarma); ils notaient l'identité et l'activité des sujets ainsi que l'importance, la nature et la durée du contact. Seule la fréquence des contacts a été prise en compte à ce stade de l'analyse. Cette mesure a été effectuée uniquement à Kollo-Zarma en raison de contraintes logistiques. Cette localité représente *a priori* une situation moyenne, représentative de l'ensemble du périmètre.

## Résultats

La population des 5 villages retenus et l'étude de leurs caractéristiques sont précisées sur le tableau I. Dans l'ensemble, l'ethnie zarma est prédominante, mais deux villages se distinguent par l'origine de la population, respectivement haoussa à Kollo-Zongo et peul à Kollo-Peul, ainsi que par l'approvisionnement en eau et l'éloignement des sites potentiels de contamination.

Les indices parasitaires et leur évolution avant et après traitement sont donnés dans le tableau II.

Avant traitement, la schistosomose urinaire est hyperendémique dans tous les villages sauf à Kollo-Peul qui est le plus éloigné des sites potentiels d'infection. L'intensité de l'infection prédomine chez les enfants, chez qui elle semble directement dépendante de la distance séparant l'habitat du canal secondaire (figure 2). Chez les adultes, la situation est similaire mais à un niveau de charge parasitaire moindre. Les indices échographiques montrent une forte morbidité chez les enfants et les adultes masculins, dans tous les villages, et une prévalence générale beaucoup plus élevée dans les trois villages voisins des points de transmission (tableau III).

Deux mois après le traitement, la faible prévalence et la densité ovulaire pratiquement nulle confirment l'efficacité du traitement. Dix mois après le traitement et après la saison de trans-

mission, la prévalence et les charges parasitaires sont remontées. Toutefois, la réinfection apparaît modérée dans l'ensemble, plus importante à Kollo-Kourteye, Kollo-Zarma et Kollo-Zongo qu'à Ibbba et Kollo-Peul les deux villages les plus éloignés des sources de contamination. L'incidence des réinfections par groupe d'âge et par sexe après traitement par praziquantel montre une forte disparité à Kollo-Kourteye où elle est 3 à 10 fois plus élevée chez les enfants et, dans une moindre mesure, à Kollo-Zarma, Ibbba et Kollo-Peul. Toutefois à Kollo-Zongo, elle est plus importante chez les adultes (figure 3). Après traitement par praziquantel, les scores échographiques sont considérablement réduits dans tous les villages, sauf Kollo-Kourteye le plus atteint au départ. Ces scores sont restés stables au cours des dix mois qui ont suivi l'intervention. L'incidence des lésions vésicales est dans l'ensemble plus forte chez les enfants, mais avec une très forte hétérogénéité selon les villages (figure 4). En revanche, chez les adultes masculins, l'incidence des lésions vésicales est plus homogène et, paradoxalement, proportionnelle à la distance séparant l'habitat des canaux secondaires d'alimentation des périmètres irrigués. En outre, on n'observe pas de liaison avec l'incidence des infections.

Les prospections malacologiques (tableau IV) ont mis en évidence une prédominance de *Bulinus forskalii*, espèce non

Figure 2.

Excrétion moyenne ovulaire par groupe d'âge et par village avant traitement.  
Mean of egg excretion related to age and village before mass treatment.

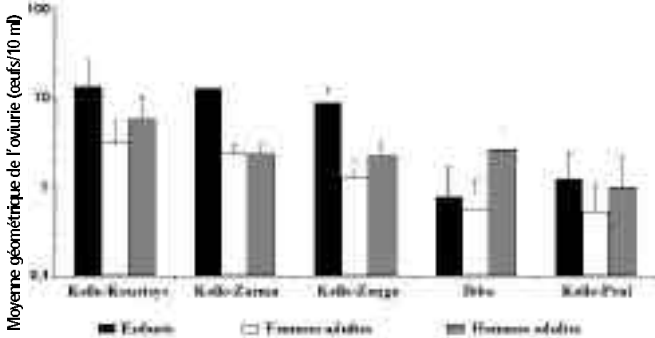


Tableau III.

Évolution des indices échographiques par village avant, 2 mois et 10 mois après traitement.  
Evolution of ultrasonographic indices in each village before and after mass treatment.

village	Kollo-Kourteye	Kollo-Zarma	Kollo-Zongo	Ibbba	Kollo-Peul
effectif novembre 1999	126	199 (*)	174 (*)	72	68
atteinte vessie enfant	68,8 ± 13 %	61,4 ± 10 %	67,7 ± 11 %	24,1 ± 16 %	21,6 ± 13 %
atteinte vessie femme	39,1 ± 14 %	28,1 ± 12 %	21,6 ± 11 %	9,5 ± 13 %	4,8 ± 9 %
atteinte vessie homme	81,3 ± 14 %	71,2 ± 12 %	60,3 ± 13 %	50,0 ± 21 %	30,0 ± 28 %
score vésical > 1	38,9 ± 9 %	37,7 ± 7 %	33,9 ± 7 %	13,9 ± 8 %	10,3 ± 7 %
score rénal > 0	10,3 ± 5 %	11,1 ± 4 %	1,1 ± 2 %	0 %	27 ± 5 %
effectif janvier 2000	112	689	272	70	66
score vésical > 1	35,7 ± 9 %	19,7 ± 3 %	4,0 ± 2 %	14,3 ± 8 %	0 %
score rénal > 0	8,0 ± 5 %	3,5 ± 1 %	0,7 ± 1 %	2,9 ± 4 %	6,1 ± 6 %
effectif septembre 2000	83	561	196	56	46
score vésical > 1	27,7 ± 10 %	16,6 ± 3 %	17,9 ± 5 %	7,1 ± 7 %	0 %
score rénal > 0	4,8 ± 5 %	1,8 ± 1 %	1,0 ± 1 %	1,8 ± 3 %	2,2 ± 4 %

(\*) échantillon stratifié sur l'âge et le sexe

Figure 3.

Taux d'incidence des infections entre 2 et 10 mois après le traitement.  
Incidence rate of schistosomiasis infection after mass treatment.

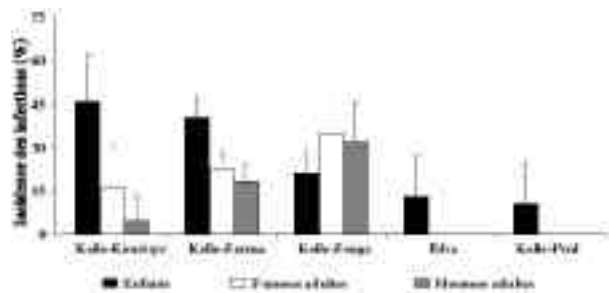


Figure 4.

Incidence des lésions vésicales par groupe d'âge et par village.  
Incidence of bladder lesions related to age and village.

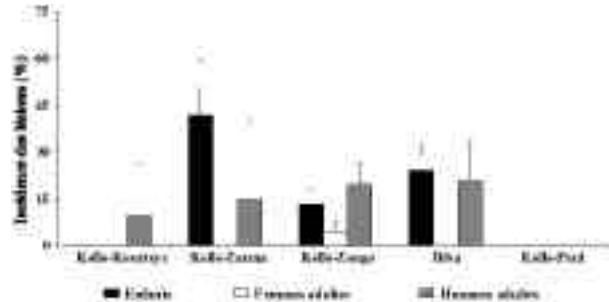


Tableau IV.

Évolution de l'effectif moyen de mollusques récoltés par site et par enquête au niveau du canal secondaire entre janvier 1998 et juin 2001.

Malacological results at the secondary canal level between January 1998 and June 2001.

année	nb sites suivis	nb BF / site	nb BG / site	nb BT / site	nb BTP / site+
portion amont canal II					
1998	3	3,6 ± 2,3	0,0 ± 0,0	2,7 ± 1,6	0,4 ± 0,2
1999	11	8,1 ± 3,8	0,0 ± 0,0	1,4 ± 1,2	0,6 ± 0,6
2000	11	6,5 ± 1,9	0,1 ± 0,1	0,6 ± 0,4	0,0 ± 0,0
2001	11	9,0 ± 3,0	0,4 ± 0,2	1,2 ± 0,5	0,2 ± 0,2
portion aval canal II					
1998	0	-	-	-	-
1999	5	1,0 ± 0,8	1,7 ± 2,0	3,8 ± 2,8	0,6 ± 0,7
2000	5	5,0 ± 2,1	11,4 ± 4,0	4,1 ± 1,4	0,2 ± 0,2
2001	5	8,5 ± 4,4	2,6 ± 1,9	0,9 ± 0,4	0,0 ± 0,0

(BF: *Bulinus forskalii* - BG: *B. globosus* - BT: *B. truncatus* - BTP: BT infecté par *S. haematobium*)

impliquée dans la transmission et une population de *B. truncatus* dont l'infestation moyenne variait entre 5 et 45 %. L'évolution des effectifs de bulins récoltés dans les canaux d'irrigation entre 1998 et 2001 est montrée sur la figure 5. La densité de mollusques présente une variation saisonnière fortement dépendante de l'assèchement du périmètre.

La variation saisonnière des fréquences de contact homme/eau en fonction des différents types de sites est donnée figure 6.

Figure 5.

Variation des effectifs moyens de *Bulinus truncatus* récoltés entre 1998 et 2001.  
Variation of *Bulinus truncatus* population between 1998 and 2001.

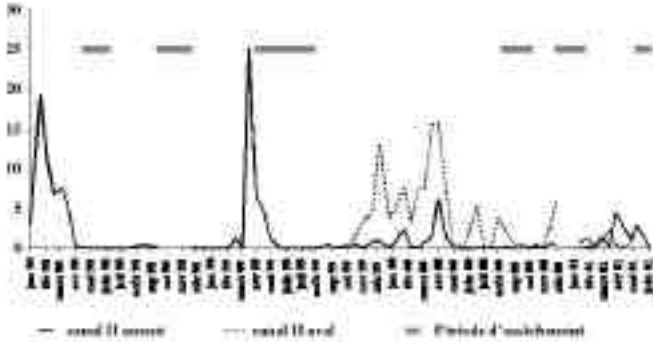
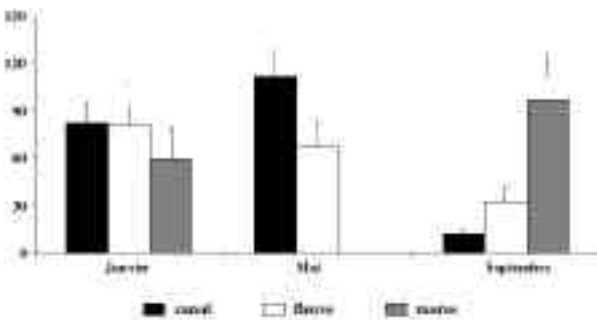


Figure 6.

Nombre de contacts quotidiens par type de site  
Number of daily man-water contacts related to the type of sites.



## Discussion

La forte prévalence des schistosomoses dans les zones d'aménagements hydrauliques, où par ailleurs sont réunies de fortes contraintes démographiques et socio-économiques, justifie de mettre en place un contrôle efficace de cette endémie. La situation épidémiologique générale observée dans le périmètre de Sébéri confirme l'hyperendémie bilharzienne, quoique d'un niveau moindre que dans la plupart des autres sites du fleuve Niger (1). En outre, il n'a pas été observé de schistosomose intestinale, comme c'est le cas dans de nombreux aménagements existants dans d'autres pays (4, 8, 9). L'hétérogénéité de la distribution de la schistosomose dans les aménagements hydrauliques constitue un défi majeur en terme d'évaluation, de stratégie de lutte et de surveillance.

L'identification des facteurs d'hétérogénéité et leur analyse exigent une bonne connaissance épidémiologique des modalités de transmission des schistosomoses. Les enquêtes doivent couvrir les différents champs: parasitologie pour mesurer l'intensité de la charge parasitaire et de la transmission, clinique pour apprécier les conséquences de l'endémie sur la morbidité, malacologie pour préciser les risques d'infection et sociologie, enfin, pour déterminer les facteurs humains intervenant dans la diffusion de l'endémie, tant en terme de contamination du milieu que d'infection des populations à risque.

Les méthodes de lutte doivent pouvoir être adaptées aux conditions locales de transmission pour atteindre des cibles bien individualisées. En outre, les interventions seront décentralisées pour bénéficier d'une prise en charge par des équipes de district aptes à les ajuster en fonction des facteurs intervenant sur la transmission. Les stratégies de contrôle communautaires pourront ainsi être privilégiées.

Les enquêtes préliminaires, indispensables pour définir et organiser les stratégies de contrôle, ne sont pas suffisantes. L'évaluation des interventions requiert des indicateurs dynamiques mesurant l'évolution de la situation épidémiologique (incidence, morbidité, indices de transmission), le fonctionnement des programmes de lutte (coût, adhésion de la population, participation des associations) et leur impact sur la transmission.

Avant toute intervention, la distribution du risque bilharzienne apparaît étroitement liée à la proximité de l'habitat par rapport aux canaux secondaires: l'intensité des infections et le jeune âge des sujets sont d'autant plus marqués que les habitations sont proches du canal. Il n'existe toutefois pas de différence significative entre villages distants de moins de 1000 mètres du canal. Les indices parasitologiques sont par ailleurs maximum dans le village dépourvu d'autres sources d'approvisionnement hydrique que le canal. Pour autant, ce facteur apparaît comme secondaire. Les indices de morbidité confirment ces observations en suivant une distribution comparable avec des valeurs maximales chez les enfants dans les 3 villages proches du canal (moins de 1 km).

Après traitement, l'incidence des infections entre 2 et 10 mois est similaire dans les 3 villages les plus proches du canal (28 %); elle est significativement plus faible dans les 2 villages plus éloignés des sites de transmission (5%), ce qui souligne l'hétérogénéité de l'infection et semble confirmer l'importance de la proximité des canaux d'alimentation du périmètre irrigué. À l'exception de Kollo-Zongo, l'incidence est toujours plus élevée chez les enfants que chez les adultes. La relation inverse entre l'incidence et la distance habitat-canal est très marquée chez les enfants alors que, chez les adultes, elle n'est pas univoque; le rôle protecteur de la distance habitat-canal paraît ainsi moins marqué chez eux. Ceci souligne la vulnérabilité des enfants, plus rapidement atteints que les adultes; les stratégies de lutte devraient cibler sur eux la surveillance du foyer ainsi que les interventions de contrôle. Par ailleurs, cela pourrait suggérer que, chez les adultes masculins, un autre facteur, comme l'activité par exemple, prédomine sur l'habitation. Notre protocole ne permettait pas de confirmer cette hypothèse et d'analyser plus précisément l'influence du sexe sur la contamination des adultes.

Nos résultats montrent une incidence plus faible que l'on ne pourrait s'y attendre dans un foyer de ce type. Cette anormale faiblesse des réinfections pourrait s'expliquer par la suspension répétée de l'alimentation du périmètre (panne mécanique par défaut de maintenance et suspension de l'alimentation électrique pour impayés), aboutissant à un assèchement continu du canal pendant 2 mois l'année précédant l'étude. Entre 1999 et 2000, dans la partie amont du canal où sont concentrés la plupart des sites de contact, le nombre de *B. truncatus* récoltés par site a ainsi diminué de 1,4 à 0,6 individu par prospection; en outre, aucun mollusque n'a été trouvé parasité, traduisant la baisse de la pression infestante. Ces résultats illustrent le bénéfice d'assèchements répétés sur la transmission.

Ces assèchements répétés se traduisent également par une diminution de l'exposition. En cas d'assèchement, la redistribution des contacts s'exerçait au profit des mares (80 % des contacts en septembre), mais pas au profit du fleuve (5 % des contacts quelle que soit la saison). Curieusement, on observe une réduction globale des contacts en cas d'assèchement du canal qui traduit l'absence de compensation lors de l'inaccessibilité de ce point de contact de l'eau sans augmentation proportionnelle de l'utilisation des sites naturels.

La distance habitat-canal doit être au centre de la stratégie d'ajustement des programmes de contrôle; l'attractivité du canal est majeure lorsqu'il est situé à moins de 500 m des habitations. Au-delà de cette distance, la gestion des ressources hydriques devient plus complexe, ce qui permet d'espérer un impact plus important d'équipements hydrauliques et, peut-être, des interventions d'assainissement. Il est sans doute plus facile de détourner les villages éloignés du canal de son utilisation. Pour les villages proches du canal, son assèchement répété permettrait de réduire les conséquences de son usage intensif.

## Conclusion

Cette étude confirme l'importance de la proximité du site de transmission et du comportement dans le risque d'infection. Dans un périmètre irrigué, comme probablement dans d'autres types d'aménagements hydrauliques, la présence d'infrastructures comme les canaux d'alimentation du périmètre tend à marginaliser l'utilisation des sites naturels de transmission et à réduire leur importance épidémiologique. Ceci peut s'expliquer par la proximité des infrastructures mais également par leur attractivité et leur facilité d'utilisation. De plus, et c'est un aspect essentiel pour les stratégies de contrôle, les aménagements hydrauliques peuvent plus facilement et plus efficacement être organisés ou entretenus, comme ici l'assèchement des canaux, en vue d'une meilleure exploitation et d'une réduction des risques épidémiologiques.

## Références bibliographiques

1. ABOUBAKAR A & GARBA A - Le projet de lutte contre la bilharziose urinaire dans la vallée du fleuve Niger. In: CHIPPAUX JP (Ed) - *La lutte contre les schistosomoses en Afrique de l'Ouest*. IRD, Paris, 2000, pp. 105-117.
2. BREMOND P, SELLIN B, SELLIN E, NAMEOUA B, LABBO R *et al.* - Arguments en faveur d'une modification du génome (introgression) du parasite humain *Schistosoma haematobium* par des gènes de *S. bovis* au Niger. *C R Acad Sc Paris*, 1993, **316**, 667-670.
3. CAMPAGNE G, VERA C, BARKIRE H, TINNI A, TASSIE JM *et al.* - Evaluation préliminaire des indicateurs utilisables au cours d'un programme de lutte contre la bilharziose urinaire au Niger. *Méd Trop*, 1999, **59**, 243-248.
4. DIARRA A, COULIBALY G & TRAORE M - Situation des schistosomoses au Mali. In: CHIPPAUX JP (Ed) - *La lutte contre les schistosomoses en Afrique de l'Ouest*. IRD, Paris, 2000, pp. 205-213.
5. ERNOULD JC, KAMAN KAMAN A, LABBO R, COURET D & CHIPPAUX JP - Recent urban growth and urinary schistosomiasis in Niamey, Niger. *Trop Med Int Health*, 2000, **5**, 431-437.
6. ERNOULT JC - Importance du comportement humain dans la transmission des schistosomoses. In: CHIPPAUX JP (Ed) - *La lutte contre les schistosomoses en Afrique de l'Ouest*. IRD, Paris, 2000, pp. 31-41.
7. GARBA A & CAMPAGNE G - Le score échographique pour l'évaluation de la morbidité bilharzienne à l'échelle communautaire. In: CHIPPAUX JP (Ed) - *La lutte contre les schistosomoses en Afrique de l'Ouest*. IRD, Paris, 2000, pp. 53-86.
8. NDIR O - Situation de schistosomoses au Sénégal. In: CHIPPAUX JP (Ed) - *La lutte contre les schistosomoses en Afrique de l'Ouest*. IRD, Paris, 2000, pp. 225-236.
9. PODA JN & TRAORE A - Situation de schistosomoses au Burkina Faso. In: CHIPPAUX JP (Ed) - *La lutte contre les schistosomoses en Afrique de l'Ouest*. IRD, Paris, 2000, pp. 177-195.
10. SELLIN B, MOUCHET F & LAMOTHE F - Recherches sur les schistosomoses au Niger. *Bull Soc Fr Parasitol*, 1988, **6**, 183-190.
11. SELLIN B, REY JL & MOUCHET F - Aménagements hydro-agricoles et schistosomiasis au Niger: recherche d'une méthode de lutte. In: *De l'épidémiologie à la géographie humaine*, Travaux et document de géographie tropicale n° 48, CEGET/CNRS, Bordeaux, 1983, pp. 215-218.
12. TRAORE M - Importance des aménagements hydrauliques dans la transmission des schistosomoses. In: CHIPPAUX JP (Ed) - *La lutte contre les schistosomoses en Afrique de l'Ouest*. IRD, Paris, 2000, pp. 23-29.



# Modélisation de la sensibilité, spécificité et valeurs prédictives de la recherche d'une hématurie par bandelettes réactives dans le diagnostic de l'infection par *Schistosoma haematobium*.

**J.-F. Etard**

Institut de recherche et de développement (IRD), BP 1386, Dakar, Sénégal. Tél.: 00 221 849 35 35. Fax : +221 832 43 07. E-mail : etard@ird.sn

Manuscrit n° 2555/Lisb. 6. Reçu le 18 mars 2003. Accepté le 18 septembre 2003. 3e congrès européen de médecine tropicale et santé publique, Lisbonne, Portugal, 8-12 septembre 2002.

**Summary: Modelling sensitivity, specificity and predictive values of hematuria testing using reagent sticks in the diagnosis of *Schistosoma haematobium* infection.**

Since its recognition as an effective tool to identify *Schistosoma haematobium* infection, haematuria detection has been used in several large scale control programs. However, large variations in performance between age groups, gender, prevalence and areas were observed. Correlation between the degree of haematuria and the intensity of infection and between intensity of infection with age and/or gender could partly explained these variations. Other factors, such as the circadian cycles and day-to-day variations of haematuria and egg excretion, a concomitant presence of blood in urine for another reason than schistosomiasis and the intrinsic characteristics of the reagents strips also contribute to the observed variations.

This study assessed the influence of age, gender and intensity of infection taken together on the performance of the diagnostic test by fitting logistic regression models.

During a socio-economic study of schistosomiasis, carried out between 1989 and 1991 in a rice-growing area located in Mali, West Africa, haematuria was detected by reagent strips among 2,873 six-year-old and more subjects randomly chosen from 14 villages. The "gold standard" of infection was provided by the parasite egg counts. Laboratory quality controls were implemented. Observed sensitivities, specificities, positive and negative predictive values were calculated by the standard two-by-two tables. The influence of age, gender, intensity of infection, measured in a continuous scale, on these parameters were studied by fitting two logistic models. The first one modelled sensitivity and specificity. The second one modelled predictive values. Goodness-of-fit tests were performed.

Large variations in the observed values of sensitivities, specificities and predictive values by age and gender were observed. The best fitted model for sensitivity and specificity included infection status, age, gender, intensity and an age by gender interaction. For the predictive values, the best model included haematuria, age, and an haematuria by age interaction.

Given the large variations in the performances across the covariates strata defined by cross-tabulation of the age/gender and intensity categories, this modelling approach provided a more realistic appraisal of the performances than using overall values obtained from a general two-by-two table. It allowed to assess the effect of the covariates of interest on the performances of the test and provided an adjustment of the performances on these covariates. The best fitted model was able to provide estimates of sensitivity for each age/gender stratum as a function of the intensity of infection, which could not be done by using the two-by-two table approach. A decrease in sensitivity adjusted for intensity of infection above 10 years of age among males is discussed. This modelling approach also uses all the information available and not only the data from the stratum of interest.

**Résumé:**

Depuis sa reconnaissance comme test de dépistage de l'infection due à *Schistosoma haematobium*, la détection d'une hématurie a été utilisée dans plusieurs programmes de lutte à grande échelle. Cependant, de grandes variations des performances selon l'âge, le sexe, la prévalence et les contextes épidémiologiques ont été observées, liées en partie aux corrélations entre l'hématurie et l'intensité de l'infection et entre l'intensité de l'infection et l'âge et/ou le sexe.

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'influence de ces facteurs pris ensemble sur les paramètres de performances de la recherche d'une hématurie dans le diagnostic de la schistosomose urinaire et de prédire les valeurs de ces paramètres en faisant appel à des modèles logistiques.

À l'occasion d'une étude socio-économique de la schistosomose dans une zone hydro-agricole au Mali, une filtration de 50 ml d'urines et une recherche d'une hématurie ont été réalisées sur un échantillon aléatoire de 2873 sujets, âgés de 6 ans et plus, appartenant à 14 villages. Le diagnostic de référence a été fourni par les comptes d'œufs. Deux modèles logistiques prenant en compte simultanément les co-variables âge, sexe et intensité de l'infection en variable continue ont été ajustés, l'un pour estimer sensibilité et spécificité, l'autre pour estimer les valeurs prédictives.

Outre le statut de référence, le modèle sensibilité et spécificité a nécessité l'introduction de toutes les co-variables étudiées et une interaction âge x sexe. Outre l'hématurie, le modèle valeurs prédictives a inclus l'âge et une interaction âge x hématurie.

Cette approche modélisatrice a permis de tester l'effet des co-variables sur les performances du test et d'ajuster les mesures sur ces co-variables. Elle a fourni une estimation de la sensibilité pour chaque catégorie d'âge/sexe en fonction de l'intensité de l'infection. Une sensibilité moindre du test chez les sujets de sexe masculin âgés de plus de 10 ans, à intensité d'infection égale, est discutée.

diagnostic  
validity  
modelling  
urinary schistosomiasis  
haematuria  
Mali  
Sub-Saharan Africa

diagnostic  
validité  
modélisation  
schistosomose urinaire  
hématurie  
Mali  
Afrique intertropicale

## Introduction

Depuis ses premières reconnaissances comme outil potentiel d'identification de l'infection à *Schistosoma haematobium* (2), le dépistage de l'hématurie utilisant des bandelettes réactives a été testé dans plusieurs pays africains (3, 5, 6, 7, 10, 17, 21, 23, 24, 25, 26) et utilisé à grande échelle dans un programme de chimiothérapie sélective (17, 18, 22).

De larges variations de sensibilité, spécificité et valeurs prédictives entre les zones endémiques, les groupes d'âge et le sexe, ont été observées. Ces variations ont justifié les recommandations d'évaluer les performances du diagnostic par bandelette réactive dans chaque contexte épidémiologique avant une utilisation à grande échelle (9, 20). La corrélation entre le degré de l'hématurie et l'intensité de l'infection mesurée par le nombre d'œufs pour une quantité donnée d'urine, d'une part (19), et la corrélation entre l'intensité de l'infection, l'âge et/ou le sexe, d'autre part (15), pourraient partiellement expliquer ces variations. D'autres facteurs tels que les cycles circadiens irréguliers de l'hématurie et de l'oviurie, avec leurs variations journalières déphasées, la contamination de l'urine par du sang d'une étiologie autre que bilharzienne et les caractéristiques intrinsèques des bandelettes, contribuent également aux variations observées (9).

Nous étudions ici l'influence simultanée de l'âge, du sexe et de l'intensité de l'infection sur les performances du diagnostic par bandelettes réactives en faisant appel à des modèles logistiques (4).

## Matériel et méthodes

### Protocole

Cette étude s'est déroulée dans le cadre d'une recherche sur l'impact socio-économique des schistosomoses dans une zone d'aménagement hydro-agricole au Mali, réalisée entre 1989 et 1992 (1). En décembre 1989, quatorze villages ont été sélectionnés et un échantillon aléatoire de 30 familles par village tiré. Les sujets âgés de 6 ans et plus ont été examinés et réexaminés un et deux ans plus tard. Un traitement de masse par du praziquantel (40 mg/kg) a été instauré dans sept villages en décembre 1989 et dans les autres en décembre 1990. Lors des visites annuelles de suivi après le traitement de masse, un nouveau traitement a été administré aux seules personnes excrétaut des œufs. Les données de la dernière visite (1991) ont été utilisées ici pour ajuster les modèles logistiques. Il a été demandé à chaque personne de fournir un échantillon complet d'urine entre 10 h et 15 h. L'hématurie a été recherchée immédiatement en utilisant des bandelettes Ecur Test® (Boehringer-Mannheim, Allemagne) et les résultats exprimés en 0, 1+, 2+ et 3+. Les quelques hématuries macroscopiques ont été combinées avec la catégorie 3+. L'examen de référence a été fourni par le nombre d'œufs par 10 ml d'urine. Une seringue 10ml a été employée pour mélanger l'urine en l'aspirant et en l'éjectant plusieurs fois. Un volume de 50 ml a été filtré sur papier Whatman n° 1 monté sur un support Millipore® de 25 millimètres. Le volume d'urine filtré et le nombre de filtres utilisés pour un examen ont été enregistrés. Après filtration, les filtres ont été colorés avec de la ninhydrine fraîchement préparée (3 %) et séchés. Le même jour, deux microscopistes ont compté le nombre d'œufs de *S. haematobium* à un agrandissement 10x après réhydratation du filtre. Le nombre d'œufs par filtre a été enregistré et, quand plusieurs filtres ont été utilisés pour un individu, les comptes ont été additionnés. Des œufs de *S. mansoni* ont parfois été trou-

vés mais n'ont pas été additionnés à ceux de *S. haematobium*. Les comptes des œufs ont été exprimés pour 10ml d'urine et une transformation Ln (compte œuf + 1) a été appliquée avant de calculer la moyenne géométrique dans chaque catégorie âge/sexe. L'intensité de l'infection a été classée en trois niveaux: nul, modéré (1-49 œufs/10 ml) et élevé (≥ 50 œufs/10 ml). Les récipients, les seringues et les supports de filtres ont été réutilisés après avoir été rigoureusement lavés avec un détergent. Deux contrôles de qualité ont été pratiqués: la distribution de fréquence du dernier chiffre des comptes d'œufs supérieurs à 19 œufs/10ml a été comparée à une distribution homogène et un échantillon aléatoire de 10 % des filtres a été réexaminé, après réhydratation, en janvier 1992, par un parasitologiste expérimenté. Quatre classes d'âge ont été créées: 6-9, 10-14, 15-19 et 20 ans et +.

### Modélisation

Pour chaque catégorie d'âge et de sexe, les sensibilités, spécificités et valeurs prédictives observées ont été calculées à partir des tableaux croisant la présence d'œufs dans les urines, servant de référence, avec celle de l'hématurie, test diagnostic (14). Deux variables binomiales ont été créées, Y, codant la présence d'une hématurie, et X, codant la présence d'œufs dans les urines. Les covariables ont été définies par p variables  $Z_i$  ( $i = 1, \dots, p$ ). Deux modèles logistiques ont été ajustés. Le premier modélise la probabilité d'observer un test diagnostic positif, conditionnellement à X et  $Z_i$ :

$$\text{logit } Pr(Y = 1 | X, Z_i) = \alpha + \beta \cdot X + \sum_{i=1}^p \gamma_i \cdot Z_i$$

Il a permis d'estimer la sensibilité,  $\text{Pr}(Y = 1 | X = 1, Z_i)$  et la spécificité,  $\text{Pr}(Y = 0 | X = 0, Z_i)$ .

Dans le second modèle, le rôle joué par Y et X est inversé et la probabilité d'observer des œufs dans les urines, conditionnellement à Y et  $Z_i$ , est modélisée:

$$\text{logit } Pr(X = 1 | Y, Z_i) = \alpha + \beta \cdot Y + \sum_{i=1}^p \gamma_i \cdot Z_i$$

Il a permis d'estimer les valeurs prédictives:

VP positive =  $\text{Pr}(X = 1 | Y = 1, Z_i)$

VP négative =  $1 - \text{Pr}(X = 1 | Y = 0, Z_i)$ .

BMDP a été utilisé pour toutes les analyses statistiques.

## Résultats

### Échantillon d'étude

L'échantillon éligible comptait 3752 individus et un prélèvement d'urines obtenu chez 2951 d'entre eux (257 refus et 544 pots à prélèvement retournés sans urine); 14 prélèvements ont dû être jetés du fait d'un volume inférieur à 10 ml. Plus de 75 % des individus ont fourni 50 ml d'urine et 10 sujets ont fourni seulement 10 ml. Les données étaient incomplètes chez 64 sujets (hématurie ou oviurie manquante). L'analyse a été faite sur 2873 observations, i.e. 76,5 % de l'échantillon éligible. La distribution par âge et sexe est donnée dans le tableau I. La distribution de l'âge et du sexe de l'échantillon étudié n'était pas significativement différente de celle de l'échantillon éligible ( $\chi^2$  ns). Les sex-ratios M:F étaient identiques (0,99 vs 0,98) et l'âge moyen non différent (28,0 vs 27,5 ans; t-test = 1,32 p = 0,09).

### Contrôle de qualité

Aucune préférence pour un dernier chiffre par les microscopistes n'a été relevée ( $\chi^2$  ns). Au seuil d'un œuf/10 ml, la

concordance entre les deux examens des 294 filtres aléatoirement choisis s'est révélée excellente ( $\chi^2$  McNemar non significatif, kappa = 0,80).

### Prévalence et densité de l'infection (tableau I)

La prévalence brute de l'infection était de 32,7 %. Prévalence et densité de l'infection ont montré un profil similaire vis-à-vis de l'âge. La prévalence diminuait avec l'âge dans les deux sexes ( $\chi^2$  de tendance linéaire,  $p < 10^{-3}$ ). De même, la densité d'infection était fortement corrélée à l'âge dans les deux sexes (test non paramétrique de Kruskal-Wallis,  $p < 10^{-3}$ ). Aucune différence de ces paramètres selon le sexe n'a été mise en évidence.

Tableau I.

Prévalence de l'infection par *S. haematobium* (P), prévalence de l'infection 50 œufs/10ml ( $P_{50+}$ ), moyenne géométrique des comptes d'œufs (MG), prévalence de l'hématurie (HU), sensibilités observées (Se), spécificités (Sp) et valeurs prédictives (VP) de la détection de l'hématurie (HU) par les bandelettes réactives selon le sexe et l'âge, 2873 sujets, Mali, 1991.  
Prevalence of *S. haematobium* infection (P), prevalence of infection 50 eggs/10ml ( $P_{50+}$ ), geometric mean density of infection (GMD), prevalence of haematuria (HU), observed sensitivities (Se), specificities (Sp) and predictive values (VP) of reagent stick haematuria detection by gender and age (years), 2,873 subjects, Mali, 1991.

sexe	âge (années)	n	P %	$P_{50+}$ %	MG	HU %	1+HU %	2+ %	Se %	Sp %	VP+ %	VP- %
M	6-9	153	66,7	9,2	3,9	62,7	28,1	78,4	68,6	82,3	61,4	61,4
	10-14	262	59,9	5,3	2,9	46,2	20,6	65,6	82,9	85,1	61,7	61,7
	15-19	212	36,8	2,4	1,7	29,7	15,6	55,1	85,1	68,3	76,5	76,5
	20+	797	15,9	0,1	1,2	17,7	5,4	41,7	86,9	37,6	88,7	88,7
	total	1424	32,6	2,5	1,6	29,6	12,1	60,1	85,2	66,3	81,6	81,6
F	6-9	143	68,5	8,4	3,9	58,0	32,9	70,4	68,9	83,1	51,7	51,7
	10-14	254	62,2	3,5	2,8	56,7	26,4	74,7	72,9	81,9	63,6	63,6
	15-19	173	40,5	1,7	1,7	50,3	21,4	75,7	67,0	60,9	80,2	80,2
	20+	879	17,2	0,5	1,2	29,0	8,9	51,7	75,7	30,6	88,3	88,3
	total	1449	32,9	1,9	1,6	39,3	15,8	66,7	74,2	55,9	81,9	81,9
total	2873	32,7	2,1	1,6	34,5	13,9	63,4	79,7	60,3	81,7	81,7	

### Prévalence de l'hématurie (tableau I)

La prévalence brute de l'hématurie était de 34,5 %, proche de la prévalence de l'infection. Hématurie et proportion de sujets infectés évoluaient parallèlement selon l'âge. Chez les sujets masculins, la prévalence de l'hématurie diminuait régulièrement avec l'âge ( $\chi^2$  tendance linéaire = 168;  $p < 10^{-3}$ ). Chez les sujets féminins, l'hématurie diminuait légèrement entre 6 et 19 ans puis fortement ( $\chi^2$  6-19 ans vs 20 ans +,  $p < 10^{-3}$ ).

### Sensibilités, spécificités et valeurs prédictives observées

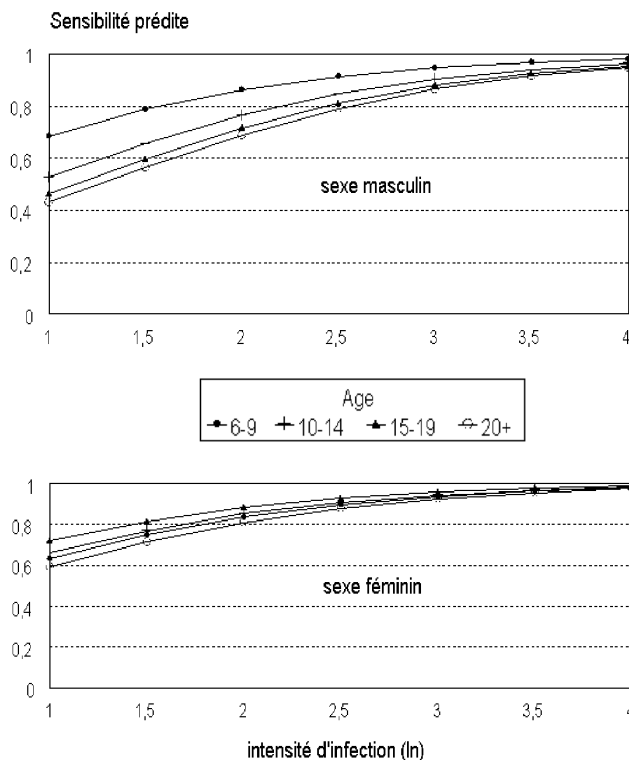
De larges variations des valeurs de ces paramètres ont été observées selon l'âge et le sexe et les valeurs globales ne peuvent s'appliquer à une strate âge/sexe particulière. La spécificité a montré une moindre variation par rapport aux autres paramètres et était globalement meilleure chez les garçons que chez les filles (85,2 % vs 74,2 %;  $\chi^2 = 36,3$ ;  $p < 10^{-3}$ ). La valeur la plus basse (67 %) a été relevée parmi les adolescentes de 15-20 ans. Les sensibilités plus élevées chez les sujets féminins comparés à celles des sujets masculins âgés de plus de 10 ans, avec par ailleurs une spécificité inférieure, indiquent une possible interaction sexe par âge. Comme attendu, la valeur prédictive positive de l'hématurie était parallèle à la variation de la prévalence avec l'âge tandis que la valeur prédictive négative évoluait dans la direction opposée. On n'a observé aucune différence importante des valeurs prédictives selon le sexe.

### Modélisation de la sensibilité et de la spécificité

Le modèle logistique final était ajusté sur l'âge (4 classes), le sexe et l'intensité de l'infection introduite en variable continue (Ln nombre d'œufs+1/10 ml). Une interaction sexe x âge était nécessaire à un bon ajustement du modèle. La sensibilité prédite par le modèle pour une intensité d'infection

Figure 1.

Sensibilité prédite par le modèle logistique final\* selon le sexe, l'âge et l'intensité de l'infection, 2873 sujets, Mali, 1991.  
Predicted sensitivity by best fitted logistic model\* according to gender, age and intensity of infection, 2,873 subjects, Mali, 1991.  
\* variable dépendante : hématurie; variable indépendante principale : infection (référence : non infecté); co-variables : âge (référence : 6-9 ans, 10-14, 15-19, 20+),



sexe (référence : M), interaction sexe.âge, Ln (nb œufs + 1/10 ml);  
déviance = 385, ddl = 434,  $p = 0,95$ ;  $\chi^2$  Hosmer-Lemeshow = 2,9, ddl = 8,  $p = 0,93$ .

donnée selon le sexe et l'âge est reproduite sur la figure 1. Par exemple, pour une faible intensité (Ln 2,5) et une forte (Ln 4), les sensibilités prédites atteignent respectivement 80 % et 90 % dans chaque strate âge/sexe. À intensité d'infection égale, la probabilité d'observer une hématurie était réduite de moitié dès l'âge de 10 ans dans le sexe masculin (tableau II). Dans le sexe féminin, cette diminution n'a été notée qu'après l'âge de 20 ans.

Tableau II.

Odd ratios de l'occurrence de l'hématurie par âge et sexe ajustés sur l'intensité de l'infection obtenus par le modèle logistique final sensibilité/spécificité, \* 2873 sujets, Mali, 1991.  
Odd ratio of the occurrence of haematuria by age and sex adjusted on intensity of infection, best fitted logistic model for sensitivity/specificity, \* 2,873 subjects, Mali, 1991.

âge (années)	M		F	
	OR	95% IC	OR	95% IC
6-9	1		0,79	0,46-1,37
10-14	0,51	0,31-0,84	0,89	0,56-1,42
15-19	0,40	0,23-0,67	1,17	0,70-1,94
20+	0,35	0,23-0,53	0,67	0,44-1,03

\* codage: cf. note figure 1

La spécificité prédite par le modèle pour chaque strate âge/sexe est très proche des valeurs observées (tableau III).

Tableau III.

Spécificités de l'hématurie dans le diagnostic de la schistosomose urinaire estimées par le modèle logistique final sensibilité/spécificité, \* 2873 sujets, Mali, 1991.  
Specificities of haematuria detection in the diagnostic of urinary schistosomiasis, best fitted logistic model for sensitivity/specificity, \* 2873 subjects, Mali, 1991.

sexe \ âge	6-9 ans	10-14 ans	15-19 ans	20 ans
masculin	0,69 (0,59-0,77)	0,81 (0,75-0,85)	0,84 (0,79-0,89)	0,86 (0,84-0,88)
féminin	0,73 (0,64-0,81)	0,71 (0,57-0,82)	0,65 (0,57-0,72)	0,76 (0,74-0,79)

\* codage: cf. note figure 1

## Modélisation des valeurs prédictives

Le modèle final était ajusté sur l'âge avec une interaction âge x hématurie significative (tableau IV).

Tableau IV

Valeurs prédictives de l'hématurie dans le diagnostic de la schistosomose urinaire estimé par le modèle logistique final,\* 2873 sujets, Mali, 1991.  
Predictive values of haematuria detection in the diagnosis of urinary schistosomiasis, best fitted logistic model,\* 2,873 subjects, Mali, 1991.

âge	6-9 ans	10-14 ans	15-19 ans	20 ans
VP+	0,83 (0,77-0,88)	0,84 (0,79-0,88)	0,64 (0,56-0,71)	0,33 (0,24-0,44)
VP-	0,56 (0,55-0,58)	0,62 (0,61-0,63)	0,78 (0,72-0,83)	0,89 (0,88-0,89)

\* variable dépendante : infection ; variable indépendante principale : hématurie (référence : pas d'hématurie) ; co-variables : âge (référence : 6-9 ans, 10-14, 15-19, 20+), interaction âge.hématurie (modèle saturé) ; déviance =4,19,ddl =7,p =0,76.

## Discussion

Cette approche de l'estimation des performances d'un test basée sur l'ajustement de modèles logistiques diffère de l'approche "classique" à partir des tableaux de contingence (4). Elle permet tout d'abord de tester l'effet de co-variables et d'ajuster les mesures sur ces co-variables. Ainsi, les effets de l'âge, du sexe et de l'intensité de l'infection ont été examinés pour ne retenir que ceux qui contribuent à une variation des performances du test. La prévalence de l'infection varie selon l'âge et le sexe, ce qui influe directement sur les valeurs prédictives. La sévérité de l'infection (intensité) ou un état de santé concomitant (sang dans l'urine d'une autre étiologie) peut modifier les valeurs de sensibilité et de spécificité. Ces variations nécessitent d'utiliser les valeurs des paramètres de performance pour chacune de ces strates, ce qui est plus juste que l'utilisation des valeurs globales obtenues à partir du tableau de contingence général. L'intérêt de la stratification par âge et sexe a d'ailleurs été relevé par d'autres auteurs (13). L'approche développée ici a estimé les paramètres de performance pour chaque strate d'âge et de sexe avec un ajustement sur l'intensité de l'infection pour certains d'entre eux. La sensibilité a été estimée pour chaque strate âge/sexe en fonction de l'intensité de l'infection introduite dans le modèle comme variable continue. Dans une approche "classique" par tableaux de contingence, une telle estimation n'aurait pu être qu'approchée en stratifiant simultanément sur l'âge, le sexe et l'intensité après catégorisation. Dans l'approche "classique", la taille de l'échantillon nécessaire pour obtenir des estimations réalistes augmente rapidement avec le nombre de strates. L'approche modélisatrice a alors l'avantage d'utiliser toutes les données à la fois, et pas seulement celles de la strate concernée par l'estimation. L'utilisation des données collectées est donc maximisée.

La plus faible spécificité et la plus forte sensibilité, à intensité d'infection égale, dans le sexe féminin à partir de l'âge de 10 ans, sont sans doute à attribuer à la présence de sang d'origine gynécologique (11, 12). Plusieurs hypothèses peuvent être examinées pour expliquer la fréquence moindre de l'hématurie après l'âge de 10 ans chez les sujets masculins à intensité d'infection égale: une heure de dépistage différente entre les plus jeunes et les plus âgés du fait d'activités différentes, conditionnant par ailleurs la forme du cycle circadien de l'hématurie (16); une co-morbidité, source d'hématurie supplémentaire telle qu'une infection urinaire, plus fréquente chez les plus jeunes; des remaniements histologiques survenus avec l'ancienneté de l'infection à l'origine de lésions moins hémorragiques; des lésions de l'arbre urinaire différant selon l'âge avec un potentiel hémorragique différent. Ces hypothèses

n'ont pas pu être examinées dans le cadre de cette étude ne comportant en particulier pas d'examen échographiques de l'arbre urinaire.

## Conclusion

Cette étude confirme de nouveau l'intérêt du dépistage de l'hématurie dans l'évaluation épidémiologique de l'endémie bilharzienne tout en soulignant les limites de sa généralisation à toutes les catégories d'âge, de sexe et d'intensité.

## Remerciements

Cette étude a reçu le soutien financier du FED, de l'UNICEF, de la Coopération française et de la GTZ. Nos remerciements vont aux Dr M. AUDIBERT, responsable de l'étude socio-économique (CNRS-INRSP, Bamako), A. DIARRA, M. TRAORE, S. TRAORE, S. KEITA (INRSP/Programme de lutte contre les schistosomes et Projet d'appui à la recherche en santé publique, Bamako), M. DIALLO (ENMP, Bamako). Le contrôle de qualité a été réalisé par le Dr E. BOREL (Université C. Bernard Lyon 1, France).

## Références bibliographiques

- AUDIBERT M & ETARD JF - Productive benefits after investment in health in Mali. *Econ Develop Cult Change*, 2003, **51**, 769-782.
- BRIGGS M, CHADFIELD M, MUMMERY D & BRIGGS M - Screening with reagent strips. *Brit Med J*, 1971, **iii**, 433-434.
- COOPAN RM, SCHUTTE CHJ, MAYET FGH, DINGLE CE, VAN DEVENTER JM & MOSESE PG - Morbidity from urinary schistosomiasis in relation to intensity of infection in the Natal Province of South Africa. *Am J Trop Med Hyg*, 1986, **35**, 765-776.
- COUGHLIN SS, TROCK B, CRIQUI MH, PICKLE LW, BROWNER D & REFFT MC - The logistic modeling of sensitivity, specificity, and predictive value of diagnostic. *J Clin Epidemiol*, 1992, **45**, 1-7.
- ELTOUM IA, SULAIMAN S, ISMAIL BM, ALI MMM, ELFATIH M & HOMEIDA MMA - Evaluation of haematuria as an indirect screening test for Schistosomiasis *haematobium*: a population-based study in the White Nile province, Sudan. *Acta Trop*, 1992, **51**, 151-157.
- ETARD JF, AUDIBERT M & DABO A - Age-acquired resistance and predisposition to reinfection with *Schistosoma haematobium* after treatment in Mali. *Am J Trop Med Hyg*, 1995, **52**, 549-558.
- ETARD JF & BOREL E - Epidemiological survey of urinary schistosomiasis in southeastern Mauritania. *Trop Med Parasitol*, 1987, **38**, 27-30.
- FELDMIEIER H, DOERING E & DAFFALLA AA - Simultaneous use of sensitive filtration technique and reagent strips in urinary schistosomiasis. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 1982, **76**, 416-421.
- FELDMIEIER H & POGGENSE G. Diagnostic techniques in schistosomiasis control. A review. *Acta Trop*, 1993, **52**, 205-220.
- GIGASE PL, MANGELSCHOTS E, BOCKAERT R, AUTIER P & KESTENS L - Indicateurs simples de la prévalence et l'intensité de la bilharziose urinaire au Tchad. (French). *Ann Soc Belge Méd Trop*, 1988, **68**, 123-132.
- GUNDERSEN SG, KJETLAND EF, POGGENSE G, HELLING-GIESE G, RICHTER J, et al. Urine reagent strips for diagnosis of schistosomiasis *haematobium* in women of fertile age. *Acta Trop*, 1996, **62**, 281-287.
- HALL A & FENTIMAN A - Blood in the urine of adolescent girls in an area of Ghana with a low prevalence of infection with *Schistosoma haematobium*. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 1993, **93**, 411-412.
- HAMMID TA, GABR NS, TALAAT MM, ORIEBY A, SHAWKY E & STRICKLAND T - Haematuria and proteinuria as predictors of *Schistosoma haematobium* infection. *Am J Trop Med Hyg*, 1997, **57**, 363-367.
- HENNEKENS CH, BURING JE & MAYRENT SL (Eds) - *Epidemiology in medicine*. 1st ed. Boston: Littke, Brown and Company; 1987.

15. JORDAN P & WEBBE G - In: JORDAN P, WEBBE G & STURROCK RF (Eds) - *Human schistosomiasis*. Wallingford: Cab International, 1993, pp. 87-158.
16. LENGELER C, KOMBA S & MORONA D - Urinary schistosomiasis: Influence of the circadian variation of haematuria and proteinuria on reagent stick testing. *Acta Trop*, 1991, **48**, 313-317.
17. LENGELER C, MSHINDA H, MORONA D & de SAVIGNY D - Urinary schistosomiasis: testing with urine filtration and reagent sticks for haematuria provides a comparable prevalence estimate. *Acta Trop*, 1993, **53**, 39-50.
18. LWAMBO NJS, SAVIOLI L, KISUMKU UM, ALAWI KD & BUNDY DAP - Control of *Schistosoma haematobium* morbidity on Pemba Island: validity and efficiency of indirect screening tests. *Bull OMS*, 1997, **75**, 247-252.
19. MOTT KE, DIXON H, OSEI-TUTU E & ENGLAND EC - Relation between intensity of *S. haematobium* infection and clinical haematuria and proteinuria. *Lancet*, 1983, **I**, 1005-1008.
20. MOTT KE, DIXON H, OSEI-TUTU E, ENGLAND EC, EKUE K & TEKLE A - Evaluation of reagent strips in urine tests for detection of *Schistosoma haematobium* infection: a comparative study in Ghana and Zimbabwe. *Bull OMS*, 1985, **76**, 125-133.
21. PUGH RN, BELL DR & GILLES HM - Malumfashi Endemic Diseases Research Project, XV. The potential medical importance of bilharzias in northern Nigeria: a suggested rapid, cheap and effective solution for control of *Schistosoma haematobium* infection. *Ann Trop Med Parasitol*, 1980, **74**, 597-613.
22. SAVIOLI L & MOTT KE - Urinary schistosomiasis on Pemba island: low-cost diagnosis for control in a primary health care setting. *Parasitol Today*, 1989, **10**, 333-337.
23. STEPHENSON LS, LATHAM MC, KINOTI SN & ODUORI ML - Sensitivity and specificity of reagent strips in screening of Kenyan children for *Schistosoma haematobium* infection. *Am J Trop Med Hyg*, 1984, **33**, 862-871.
24. TANNER M, HOLZER B, MARTI HP, SALADIN B & DEGREMONT AA - Frequency of haematuria and proteinuria among *Schistosoma haematobium* infected children of two communities from Liberia and Tanzania. *Acta Trop*, 1983, **40**, 231-237.
25. TAYLOR P, CHANDIWANA SK & MATANHIRE D - Evaluation of the reagent strip test for haematuria in the control of *Schistosoma haematobium* infection in schoolchildren. *Acta Trop*, 1990, **47**, 91-100.
26. WILKINS HA, GOLL P, MARSHALL TF & MOORE P - The significance of proteinuria and haematuria in *Schistosoma haematobium* infection. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 1979, **73**, 74-80.

# Bulinus truncatus, hôte intermédiaire de Schistosoma haematobium dans le bassin du fleuve Sénégal.

M. Sène (1)\*, V. R. Southgate (2) & J. Vercruyse (3)

(1) Programme ESPOIR, Région médicale de St Louis, B.P. 394, St Louis, Sénégal.

(2) Biomedical Sciences Theme, Department of Zoology, The Natural History Museum, Cromwell Road, South Kensington, London SW7 5BD, Royaume-Uni.

(3) Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Salisburylaan 133, B-9820, Merelbeke, Belgique.

\* Mariama Sène, B.P. 17688 Dakar-Liberté, Dakar, Sénégal. Fax: (221) 832 16 75. E-mail: senewade@refer.sn

Manuscrit n° 2591/Lisb.7. Reçu le 10 juin 2003. Accepté le 3 février 2004. 3e congrès européen de médecine tropicale et santé publique, Lisbonne, Portugal, 8-12 septembre 2002.

**Summary:** *Bulinus truncatus*, intermediate host of *Schistosoma haematobium* in the Senegal River Basin (SRB).

To assess the role of *Bulinus truncatus* in the transmission of urinary schistosomiasis in the Senegal River Basin (SRB), the relations between *B. truncatus* and *Schistosoma haematobium* were studied. The compatibility study shows that *B. truncatus* is susceptible to infection with *S. haematobium* in the Upper Valley of the SRB. The malacological follow up reveals the presence of *B. truncatus* naturally infected with schistosomes cercariae in the Middle Valley. The identification of these schistosomes as *S. haematobium* by the Single Strand Conformational Polymorphism technique (SSCP) confirms the participation of *B. truncatus* in the dynamic transmission.

**Résumé :**

Une étude des relations entre *Bulinus truncatus* et *Schistosoma haematobium* a été effectuée dans le bassin du fleuve Sénégal (BFS) pour évaluer le rôle de *B. truncatus* dans la transmission de la schistosomose urinaire au Sénégal. Les tests de compatibilité montrent une susceptibilité de *B. truncatus* à l'infestation par *S. haematobium* dans la Haute vallée du BFS. Le suivi malacologique révèle la présence de *B. truncatus* naturellement infestés dans la Moyenne vallée. En outre, l'identification de l'espèce *S. haematobium* chez ces bulins par la technique du Single Strand Conformational Polymorphism (SSCP) confirme la participation de *B. truncatus* dans la dynamique de transmission.

urinary schistosomiasis  
*Bulinus truncatus*  
*Schistosoma haematobium*  
Senegal River Basin  
Senegal  
Sub-Saharan Africa

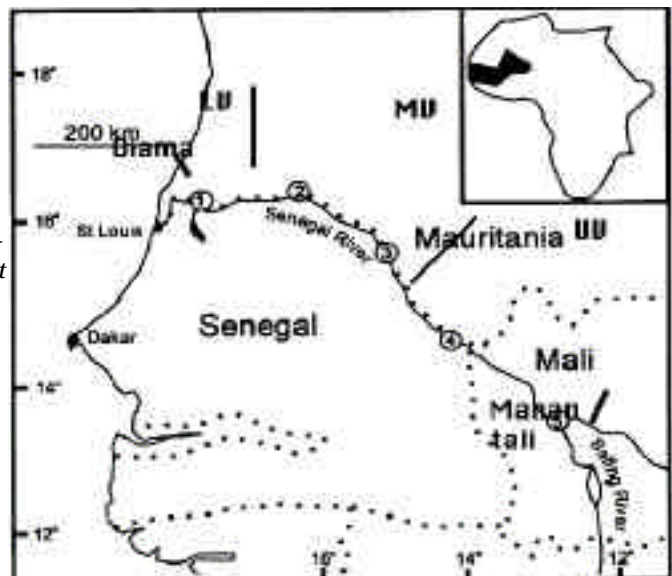
schistosomose urinaire  
*Bulinus truncatus*  
*Schistosoma haematobium*  
bassin du fleuve Sénégal  
Sénégal  
Afrique intertropicale

## Introduction

Le Sénégal est un pays sahélien situé en Afrique de l'Ouest et qui a connu des années de sécheresse pendant les années 70 (figure 1). C'est pour pallier à ce problème que les États du Mali, de la Mauritanie et du Sénégal ont créé l'Organisation de mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS) et entrepris de vastes projets de développement hydro-agricoles, notamment la construction des barrages de Diama et Manantali. Ces derniers ont entraîné des changements écologiques: l'une des conséquences a été la prolifération des bulins hôtes intermédiaires de *Schistosoma haematobium* et une expansion de la schistosomose urinaire. Parmi les cinq espèces de bulins (*Bulinus globosus*, *B. senegalensis*, *B. umblicatus*, *B. forskalii* et *B. truncatus*) rencontrées au Sénégal, les trois premières sont des hôtes intermédiaires confirmés et *B. truncatus* est la plus répandue dans tout le bassin du fleuve Sénégal. Cependant, cette espèce n'a jamais été considérée comme hôte intermédiaire de *S. haematobium* au Sénégal. Les études antérieures de terrain et de laboratoire sur les relations hôte/parasites (4, 9, 10) n'ont jamais mentionné la participation de *B. truncatus* à la transmission de la schistosomose urinaire au Sénégal; or cette espèce de bulin est un important hôte intermédiaire de *S. haematobium* dans beaucoup de pays africains et surtout dans la région sahélienne de l'Afrique de l'Ouest. Par exemple,

Figure 1.

Carte du Sénégal localisant les barrages et les villages où *Bulinus truncatus* et *Schistosoma haematobium* ont été isolés.  
Sketch map of Senegal showing the dams and villages where *Bulinus truncatus* and *Schistosoma haematobium* were isolated.



1 = Richard Toll; 2 = Podor; 3 = Matam; 4 = Bakel

COULIBALY & MADSEN (1) ont montré que *B. truncatus* est le principal hôte intermédiaire de *S. haematobium* au Mali. Pour la première fois, en 1996, ERNOULD a mentionné la présence de *B. truncatus* naturellement parasité par *S. haematobium* dans le delta du fleuve Sénégal (2). Il avait pu identifier l'espèce de schistosome par la méthode d'isoélectrofocalisation sur gel mince de polyacrilamide. Le rôle de *B. truncatus* dans la transmission de la schistosomose urinaire reste controversé. Pour élucider cette question, nous avons entrepris d'étudier le couple *S. haematobium*/*B. truncatus* sur le terrain et au laboratoire avec des approches variées.

## Matériel et méthodes

### Suivi malacologique

Un suivi malacologique a été effectué, par deux personnes, dans des villages du delta, de la Basse Vallée et de la Moyenne Vallée du fleuve Sénégal où des cas de schistosomose urinaire ont été signalés. Les prospections malacologiques se sont déroulées, une fois par mois, de décembre 1997 à décembre 1998, au niveau des principaux sites de contact (marigot, canaux d'irrigation, fleuve, rizière), à raison de 15 minutes par site.

### Infestation expérimentale

Des *Bulinus truncatus* collectés dans les Basse et Haute vallées, respectivement à Richard-Toll et Bakel (Sénégal) et Kayes (Mali), élevés au laboratoire, ont été exposés aux souches de *Schistosoma haematobium* isolées à partir des urines d'écoliers naturellement infestés à Nguidjilone (Matam, Moyenne vallée) et Aroundou (Bakel, Haute vallée). Les urines positives sont recueillies dans des verres à pied recouverts d'un papier aluminium et laissées à décanter. Après décantation, le liquide surnageant est pipeté et de l'eau minérale "Pierval" est ajoutée aux verres à pied qui sont ensuite exposés sous la lumière pour induire l'éclosion des miracidia. Les mollusques ont été exposés, individuellement, à cinq miracidia, pendant toute la nuit (7).

### Restriction Fragment Length Polymorphism analysis (RFLPs)

*B. truncatus* du Sénégal (code, NHM 1785) et *B. truncatus* du Mali (code, NHM 1797), élevés au laboratoire du Natural History Museum de Londres, ont été comparés par la technique du PCR-RFLP de la zone interne transcriptible du ribosome (ITS) en utilisant différentes enzymes de restriction (PstI, HindIII, EcoRI, BamHI, KpnI, BglII, ApaII, XbaI) selon la technique décrite par SENE & SOUTHGATE (6).

### Single Strand Conformational Polymorphism analysis (SSCPs) et séquençage de l'ADN

Les schistosomes à analyser sont isolés à partir de *B. truncatus* naturellement infestés et récoltés dans le fleuve Sénégal à Nguidjilone (Moyenne vallée). Les *S. haematobium* témoins ont été isolés à partir des urines d'écoliers infestés à Nguidjilone et passés chez *B. wrightii* élevé au laboratoire. La souche de *S. curassoni* également utilisée comme témoin, a été collectée dans les abattoirs de Dakar et conservée au laboratoire du Natural History Museum de Londres. L'identification, la caractérisation et le séquençage partiel de l'ADN des schistosomes ont été faits grâce à la technique de SSCP décrite par KANE *et al.* (3).

## Résultats

Le suivi malacologique, effectué de décembre 1997 à décembre 1998, montre la présence de *B. truncatus* naturellement infestés uniquement dans le fleuve Sénégal à Podor et Nguidjilone (Moyenne vallée). À Podor, *B. truncatus* naturellement infesté n'a été récolté qu'une seule fois, en juin 1998, avec une prévalence faible de 0,5 %. Par contre, à Nguidjilone, une augmentation de la prévalence de *B. truncatus* infesté a été observée de mai (10 %) à juillet 1998 (25 %).

Les résultats de l'étude des relations hôte/parasite sont résumés dans le tableau I. D'une manière générale, ils montrent une susceptibilité de *B. truncatus* à l'infestation par *S. haematobium* au Sénégal. Dans la Haute vallée, une assez bonne compatibilité est observée entre les souches malienne et sénégalaise de *B. truncatus* (Kayes, Mali; Bakel, Sénégal) et de *S. haematobium* (Bakel, Sénégal). Cependant, le taux de réussite à l'infestation est faible (3 %) et la période prépatente longue (huit semaines) chez les *B. truncatus* de la Basse vallée (Richard-Toll) exposés à *S. haematobium* de la Moyenne vallée (Nguidjilone, Matam). Le seul bulin trouvé parasité, huit semaines après infestation, émettait très peu de furcocercaires.

Tableau I.

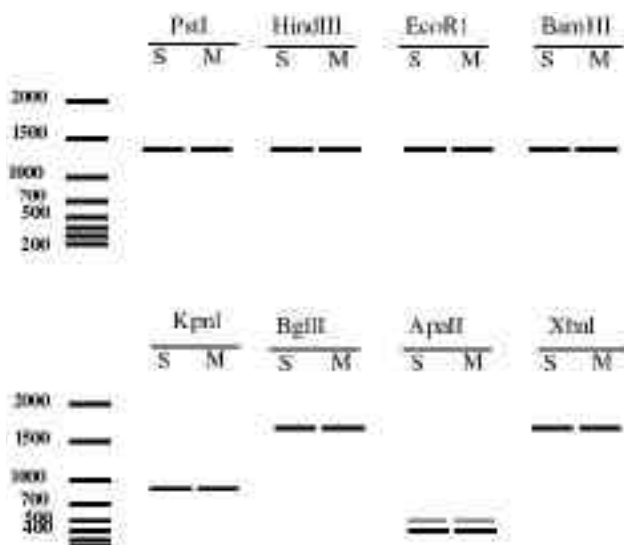
Compatibilité entre <i>Schistosoma haematobium</i> et <i>Bulinus truncatus</i> d'origine différente dans le bassin du fleuve Sénégal.					
Compatibility between <i>Schistosoma haematobium</i> and <i>Bulinus truncatus</i> of different origin in the Senegal River Basin.					
origine de		nb et prévalence (%) de <i>Bulinus truncatus</i> exposés			
<i>Schistosoma haematobium</i>	<i>Bulinus truncatus</i>	vivants	infestés	prépatente	(SAI)
Moyenne Vallée (Nguidjilone, Matam)	Basse Vallée (Richard-Toll)	40	39 (98)	1 (3)	8
Haute Vallée (Aroundou, Bakel)	Haute Vallée (Bakel)	40	25 (63)	11 (44)	4
Haute Vallée (Aroundou, Bakel)	Haute Vallée (Kayes, Mali)	40	23 (58)	5 (22)	4

SAI = semaine après infestation. / SAI = week after exposition.

La comparaison des souches malienne et sénégalaise de *Bulinus truncatus* par RFLPs ne montre pas de différence. Les huit enzymes (PstI, HindIII, EcoRI, BamHI, KpnI, BglII, ApaII, XbaI) utilisées présentent les mêmes sites de restriction quelle que soit l'origine de *B. truncatus* (figure 2).

Figure 2.

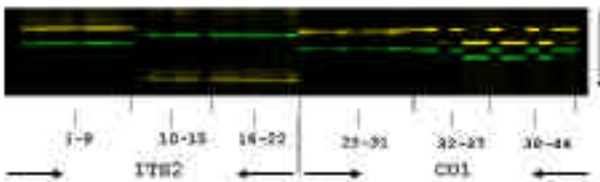
Gels d'agarose colorés au bromure d'éthidium montrant les sites de restriction des souches malienne et sénégalaise de *Bulinus truncatus* comparées par PCR-RFLP. Agarose gels stained with ethidium bromide showing the restriction sites of Malian and Senegalese strains compared by the PCR-RFLP technique.



L'image électrophorétique des schistosomes isolés à partir des *B. truncatus* naturellement infestés à Nguidjilone présente le profil typique de l'espèce *S. haematobium* pour SSCP. La bande d'avant (jaune) migre plus vite que la bande inverse (verte) pour l'ITS2 (16-22). Par contre, pour le cytochrome oxydase (CO1), la bande inverse (verte) migre plus rapidement (38-44). En outre, la figure 3 révèle que l'espèce de schistosome isolée à partir des *B. truncatus* naturellement infestés et collectés à Nguidjilone (ITS2 16-22; CO1 38-44) présente le même profil que *S. haematobium* isolé chez des écoliers vivant dans le même village et passé chez *Bulinus wrighti* (ITS2 10-15 et CO1 32-37).

Figure 3.

Single Strands Conformational Polymorphism analysis (SSCPs). image électronique des fragments ITS2 et CO1 de *Schistosoma haematobium*. Electronic image of the Single Strands Conformational Polymorphism (SSCP) profiles for the ITS2 and CO1 *Schistosoma haematobium* fragments.



La flèche indique le sens de la migration. / The arrow indicates the direction of migration. The numerical ranges represent the following isolates.  
 1-9 & 23-31 : *Schistosoma curassoni*  
 10-15 & 32-37 : *Schistosoma haematobium* témoin isolé chez des écoliers à Nguidjilone et passé chez *Bulinus wrighti* / *Schistosoma haematobium* control isolated from schoolchildren in Nguidjilone and passed through *Bulinus wrighti*  
 16-22 & 38-44 : *Schistosoma haematobium* isolé chez des *Bulinus truncatus* naturellement infestés à Nguidjilone. / *Schistosoma haematobium* isolated from naturally infected *Bulinus truncatus* in Nguidjilone

Le séquençage de l'ADN de *S. haematobium* des Moyenne et Haute vallées permet de classer les schistosomes en deux groupes selon la position des variations nucléotidiques (tableau II).

Tableau II.

Résumé des variations nucléotidiques chez *Schistosoma haematobium* de la Moyenne vallée (Nguidjilone) et de la Haute vallée (Aroundou, Sénégal et Kayes, Mali). L'amorce utilisée est le CO1.  
 Summary of the nucleotide variations among *Schistosoma haematobium* from the Middle Valley (Nguidjilone) and the Upper Valley (Aroundou, Senegal and Kayes, Mali). The primer used is the CO1.

position des séquences	Nguidjilone et Aroundou	Nguidjilone, Aroundou et Kayes
32	C	A
38, 45, 60	G	T
39, 62	T	A
47, 57, 59, 65, 68, 89, 114	A	G
49	G	C
50	A	T
74, 101	T	G
95	G	A
110	T	C

## Discussion

Les résultats obtenus sur le terrain et au laboratoire (infestations naturelle et expérimentale de *B. truncatus* par *S. haematobium*) nous ont permis de démontrer pour la première fois au Sénégal la participation de cette espèce de bulin dans la transmission de la schistosomose urinaire. Néanmoins, une variation du degré de susceptibilité de *B. truncatus* à l'infestation par *S. haematobium* en fonction de l'origine du parasite et/ou du mollusque, hôte intermédiaire a été observée. Les souches de parasite et de bulin, toutes deux de la Haute vallée, présentent une assez bonne compatibilité; or *B. truncatus* de la Basse vallée est très faiblement susceptible à l'infestation par *S. haematobium* de la Moyenne vallée. Cette variation de susceptibilité a été rapportée par d'autres auteurs.

ROLLINSON *et al.* (5) ont démontré expérimentalement que les populations de *B. truncatus* du Mali (Haute vallée) et du Sénégal (Basse vallée) sont compatibles avec *S. haematobium* du Mali (Haute vallée), mais incompatibles avec *S. haematobium* du Sénégal (Delta). Il faudrait noter que les souches de bulins utilisées par ROLLINSON *et al.* (5) sont les mêmes que celles analysées par SÈNE et SOUTHGATE (6) lors de la comparaison génétique des souches maliennes et sénégalaises de *B. truncatus* par RFLPs. SOUTHGATE *et al.* (8) ont montré que *S. haematobium* isolé à Diatar (département de Podor, Moyenne vallée) et dans les environs de la frontière Sénégal-Mali-Mauritanie sont compatibles avec *B. truncatus* du Mali (Haute vallée). Par contre, SÈNE *et al.* (7) ont rapporté que *S. haematobium* également récolté à Diatar et dans deux autres villages limitrophes (Guia et Ourou Madihou) est incompatible avec *B. truncatus* de la Basse vallée (Richard-Toll). En résumé, il ressort des études antérieures et de celle ci que :

- *B. truncatus* du Mali est compatible avec *S. haematobium* du Sénégal, quelle que soit son origine dans le Bassin du fleuve Sénégal (delta, Moyenne vallée et Haute vallée) ;
- *B. truncatus* du delta du fleuve Sénégal est compatible avec *S. haematobium* du Mali ;
- Au Sénégal, seules les souches de *B. truncatus* et de *S. haematobium* de la Haute vallée sont compatibles.

En raison de la ressemblance génétique observée entre les souches maliennes (Haute vallée) et sénégalaises (delta) de *B. truncatus* et du fait que ces mêmes souches de bulin présentent des différences de susceptibilité à l'infestation par *S. haematobium* du Sénégal, on pourrait penser qu'il existe un polymorphisme génétique du parasite. En effet, le SSCPs et le séquençage de l'ADN montrent ce polymorphisme parmi les isolats de *S. haematobium* récoltés à Nguidjilone (Moyenne vallée) et Aroundou (Bakel, Haute vallée).

Enfin, il ressort de cette étude que *B. truncatus* est bien un hôte intermédiaire de *S. haematobium* dans le bassin du fleuve Sénégal: il a été trouvé naturellement infesté dans deux localités et les infestations expérimentales avec des souches de la Haute vallée ont été positives. Les différences de compatibilité observées pourraient être dues au polymorphisme observé chez *S. haematobium*. Néanmoins, la diversité génétique de *B. truncatus* mérite également d'être approfondie.

## Références bibliographiques

1. COULIBALY G & MADSEN H - Seasonal density fluctuations of intermediate hosts of schistosomes in two streams in Bamako, Mali. *J Afr Zool*, 1990, **104**, 201-212.
2. ERNOULD JC - *Epidémiologie des schistosomes humains dans le Delta du fleuve Sénégal. Phénomène récent de compétition entre Schistosoma haematobium Sambon, 1907 et S. mansoni (Bilharz, 1852)*. Thèse Université Paris XII - Val de Marne, 1996.
3. KANE RA, BARTLEY J, STOTHARD JR, VERCRUYSE J, ROLLINSON D & SOUTHGATE VR - Application of single strand conformational polymorphism (SSCP) analysis with fluorescent primers for differentiation of *Schistosoma haematobium* group species. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 2000, **96**, supplement 1, S1/235-S1/241.
4. PICQUET M, ERNOULD JC, VERCRUYSE J, SOUTHGATE VR, MBAYE A *et al.* - The epidemiology of human schistosomiasis in the Senegal River Basin. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 1996, **90**, 340-346.
5. ROLLINSON D, DE CLERCQ D, SACKO M, TRAORE M, SÈNE M, SOUTHGATE VR & VERCRUYSE J - Observations on compatibility between *Bulinus truncatus* and *Schistosoma haematobium* in the Senegal River Basin. *Ann Trop Med Parasitol*, 1997, **91**, 371-378.



6. SÈNE M & SOUTHGATE VR - *Comparison of Bulinus truncatus from Mali and Senegal, West Africa, by restriction fragment length polymorphism (RFLP) analysis of the ribosomal internal transcribed spacer DNA (ITS)*. Proceedings of the workshop on Medical Malacology in Africa, Harare, Zimbabwe, September 22-26, 1997, 231-236.
7. SÈNE M, SOUTHGATE VR, DE CLERCQ D, LY A & VERCRUYSE J – Implication of *Bulinus truncatus* in the transmission of urinary schistosomiasis in Senegal, West Africa. *Ann Trop Med Parasitol*, 2002, **96**, 175-180.
8. SOUTHGATE VR, DE CLERCQ D, SÈNE M, ROLLINSON D, LY A & VERCRUYSE J - Observations on the compatibility between *Bulinus* spp and *Schistosoma haematobium* in the Senegal River Basin. *Ann Trop Med Parasitol*, 2000, **94**, 157-164.
9. SOUTHGATE VR, ROLLINSON D, ROSS G, KNOWLES RJ & VERCRUYSE J – On *Schistosoma curassoni*, *S. haematobium*, *S. bovis* from Senegal: development in *Mesocricetus auratus*, compatibility with species of *Bulinus* and their enzymes. *J Nat History*, 1985, **19**, 1249-1267.
10. VERLÉ P, STELMA F, DESREUMAUX P, DIENG A, DIAW O *et al.*- Preliminary study of urinary schistosomiasis in a village in the Delta of the Senegal River Basin, Senegal. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 1994, **88**, 401-405.

# AUTRES ARTICLES “SCHISTOSOMOSES”

## Gestion de l'espace et schistosomose urinaire à Daloa (Côte d'Ivoire).

F. Fournet (1), N. A. N'Guessan (2) & E. Cadot (1)

(1) Institut Pierre Richet, 01 BP 1500, Bouaké 01, Côte d'Ivoire.

(2) Centre d'études en entomologie médicale et vétérinaire, 01 BP 2597, Bouaké 01, Côte d'Ivoire.

Manuscrit n°2342. "Epidémiologie". Reçu le 6 août 2001. Accepté le 1<sup>er</sup> octobre 2002.

**Summary:** Land-use and urinary schistosomiasis in Daloa (Côte d'Ivoire).

The relation between agricultural land development of inland-valleys and health population has been studied in a town of the Ivorian forest area using urinary schistosomiasis as an indicator. Snails were collected during 4 months in rice fields and water holes used for market gardening of two urban inland-valleys (Batagnihi and Gakognihi). Prevalence of schistosomiasis was evaluated in two districts, Kennedy II and Fadiga, located close to the investigated inland-valleys.

Schistosomiasis risk was higher in the Batagnihi where rice cultivation was more developed and prevalence of urinary schistosomiasis was higher in the Kennedy II district which is close to this inland-valley, particularly among the Northern migrant people. The Kennedy II population has much more contacts with the inland-valley because of rice cultivation and social status. The higher socio-economic level of the Fadiga population limiting its contacts with the inland-valley can explain this result.

**Résumé :**

La schistosomose urinaire a été utilisée pour analyser les relations entre l'aménagement hydro-agricole des bas-fonds intra-urbains de Daloa, ville moyenne du centre ouest ivoirien, et la santé de la population. Les résultats révèlent des inégalités spatiales et sociales dans la distribution de la maladie. La présence des bulins infestés de schistosomes conduit à limiter les espaces à risque de transmission aux canaux d'irrigation des périmètres rizicoles. L'existence d'une prévalence plus élevée chez les habitants du quartier le plus ancien s'explique par le fait que la population a plus de contact avec les bas-fonds.

urinary schistosomiasis  
urban area  
urban agriculture  
Daloa  
Côte d'Ivoire  
Sub-Saharan Africa

schistosomose urinaire  
ville  
agriculture  
Daloa  
Côte d'Ivoire  
Afrique intertropicale

## Introduction

En Afrique, l'agriculture se pratique en ville depuis très longtemps mais, ces dernières années, l'augmentation des besoins alimentaires des citadins en a accru l'expansion (6).

En Côte d'Ivoire, où, du fait de sa rentabilité, la riziculture irriguée a été encouragée dès 1955 par l'administration coloniale, elle s'est développée aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain, notamment dans la partie forestière du pays, encadrée par différentes sociétés d'État (5). Dans cet espace caractérisé par une forte immigration liée à l'économie de plantation, certaines populations originaires des régions septentrionales comme les Malinké se sont appropriées ce mode de culture, alors que les populations autochtones restaient attachées à la riziculture pluviale (4).

À Daloa, capitale du centre-ouest forestier ivoirien, les bas-fonds ont fait l'objet de nombreux aménagements hydro-agricoles et les rizières succèdent aux cultures maraîchères jusqu'au cœur des quartiers les plus centraux. La population entretient des relations plus ou moins étroites avec les bas-

fonds, selon qu'elle participe à leur mise en valeur agricole ou qu'elle les utilise à des fins ménagères (lessive, vaisselle) ou ludiques (baignade, pêche). Or, l'aménagement de ces zones hydromorphes n'est pas sans conséquence potentielle sur la santé. C'est ainsi qu'en induisant la pérennisation de l'eau, les aménagements hydro-agricoles sont à l'origine du développement des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes, dans des milieux où il était jusqu'alors impossible (12), en milieu urbain comme en milieu rural (8, 9). Par ailleurs, les modalités du contact de l'homme avec l'eau peuvent évoluer de telle sorte que, devenant plus étroit, il facilite la circulation des parasites.

La schistosomose urinaire a ainsi été choisie pour analyser les relations entre l'aménagement agricole des bas-fonds intra-urbains de Daloa et la santé de la population. Les mollusques hôtes intermédiaires ont été recherchés dans deux bas-fonds de la ville pour identifier les espaces à risque bilharzien. Une enquête médicale a ensuite été conduite dans deux quartiers riverains de ces bas-fonds pour identifier les populations à risque.

## Matériel et méthodes

### Données géographiques et humaines

S'étendant sur une vingtaine de km<sup>2</sup>, Daloa (6°53'N, 6°27'W) compte 180 000 habitants répartis dans une trentaine de quartiers. Depuis les années 1960, avec l'essor de l'économie de plantation et l'intense migration qui en a résulté, les rizières et les cultures maraîchères se sont intensément développées dans les nombreux bas-fonds de la ville (figure 1). L'exploitation des bas-fonds est principalement le fait des migrants du nord du pays, du Mali ou du Burkina Faso, qui représentent plus de la moitié de la population de Daloa (52,5 %). À l'ouest de la ville, le bas-fond Batagnihi et ses tributaires (Gbobélé, Kpako, Banignihi, Gbolobolonihi) sont intensément exploités par les riziculteurs depuis 1969 (1). D'autres périmètres rizi-oles irrigués s'étendent sur les tributaires du Goré plus à l'est où le maraîchage est cependant largement dominant. Si la partie sud du bas-fond Gakognihi a été récemment aménagée, le Tétégebu, le Roro, le Gbokolo et le Kpignihi sont irrigués depuis 1970.

Dans les bas-fonds, riziculture, maraîchage, pêche, lessive et baignade sont les activités principales (3). Selon la proximité par rapport au bas-fond et l'activité, les modalités du contact des populations avec l'eau (durée, période du contact, fréquence d'immersion, type de collection d'eau fréquentée...) sont variables et les risques d'infestation par les schistosomes ne sont donc pas identiques pour tous ceux qui fréquentent les bas-fonds. Ainsi, alors que 61% des exploitants du Batagnihi habitent le quartier Kennedy II, les riziculteurs et les maraîchers du Gakognihi ne sont que 2,4 % à habiter à Fadiga. En revanche, 56,4% des exploitants du Batagnihi sont originaires des régions soudanaises, alors que, dans le Gakognihi, ils sont 92,7 %.

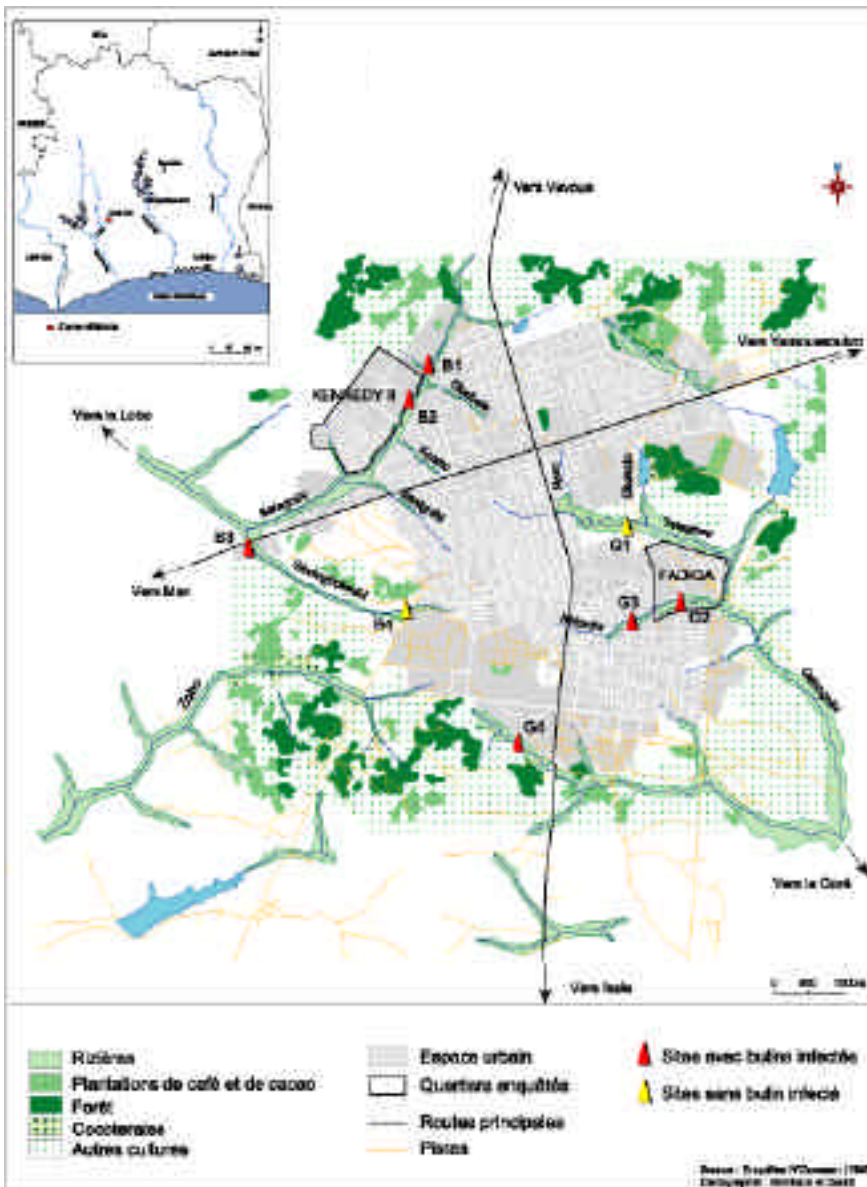
### Données malacologiques

Huit sites ont été choisis dans les bas-fonds, parmi les plus cultivés et les plus fréquentés, pour y rechercher la présence des mollusques: B1 à B4 dans le Batagnihi, G1 à G4 dans le Gakognihi (figure 1). Dans chacun de ces sites, le canal principal et le canal secondaire d'irrigation des rizières, ainsi que les casiers

rizi-oles et des mares d'arrosage des cultures maraîchères, ont été prospectés. Les sites B1, B2 et B3 comportaient un point de prélèvement dans le canal principal d'irrigation, un dans le canal secondaire d'irrigation, un dans un casier rizicole mais pas de point de prélèvement dans une mare d'arrosage du fait de l'absence de culture maraîchère. En B4 et G1, il y avait un point de prélèvement dans le canal principal d'irrigation, un dans le canal secondaire d'irrigation, un dans un casier rizicole et 3 points de prélèvement dans des mares d'arrosage. Les sites G2, G3 et G4 se caractérisaient par un point de prélèvement dans le canal secondaire d'irrigation et 3 dans des mares d'arrosage. Au total, les 33 points de prélèvement se répartissaient donc en 18 points "riziculture" (12 dans le Batagnihi et 6 dans le Gakognihi) et 15 points "maraîchage" (3 dans le Batagnihi et 12 dans le Gakognihi). Chaque point de prélèvement a été visité mensuellement entre mai et août 1997, période de grande fréquentation des bas-fonds, du fait des récoltes de paddy mais aussi des jeux des enfants. Les mollusques ont été identifiés et les individus appartenant à l'espèce *Bulinus globosus* hôte intermédiaire de *Schistosoma haematobium* agent pathogène de la forme urinaire, ont été comptabilisés puis maintenus au laboratoire afin de pouvoir évaluer l'émission de parasites. Chaque mollusque collecté a été exposé à la lumière artificielle dans des tubes contenant de l'eau déchlorée pour provoquer l'émission des cercaires. Les individus produisant des cercaires ont été soumis à une seconde exposition afin de déterminer l'espèce de schistosome en fonction de l'heure d'émission des cercaires (*S. haematobium* et *S. bovis* distinguées des autres espèces).

Figure 1.

Présentation de la zone d'étude.  
Study area.



## Investigations parasitologiques

Elles ont été conduites dans deux quartiers riverains des bas-fonds prospectés, Kennedy II et Fadiga. Kennedy II est un quartier ancien, loti en 1984, qui s'étend le long du Batagnihni. En 1988, lors du recensement général de la population et de l'habitat, il y avait 2682 personnes, dont 3 % de Bété et 44,9 % de personnes originaires des régions soudanaises. Situé entre le Tétégebeu et le Gakognihni, Fadiga est un quartier de moyen standing, construit et loti à la fin des années 1980. Il ne comptait que 216 habitants en 1988, dont 6,5 % de Bété et 37,5 % de Soudanais. Un échantillon de personnes a été choisi de façon aléatoire dans chaque quartier, après un recensement de la population visant à connaître les caractéristiques des ménages (nom, âge, sexe, rang dans la famille, profession de chaque membre du ménage).

Les œufs de *S. haematobium* ont été recherchés dans les urines après filtration (10). Les urines (10 ml) étaient collectées entre 10 heures et 14 heures, période d'excrétion maximale des œufs de *S. haematobium*. La prévalence de la schistosomose urinaire a été analysée selon le sexe, l'âge et le groupe ethnique. L'ovivurie a été relevée pour chacun des malades. Ces derniers ont été traités au praziquantel (Biltricide®) à 40 mg/kg en une prise unique.

## Résultats

### Espaces à risque

Au total, 3699 mollusques ont été récoltés. Parmi eux, 1586 (42,9 %) appartenaient à *Bulinus globosus*. La majorité de ces bulins (82,7 %) a été récoltée dans le Gakognihni où ils se localisaient préférentiellement dans les mares d'arrosage (84,5 %) plutôt que dans les rizières (15,5 %) (tableau I). La densité moyenne de bulins récoltés dans les 4 sites "riziculture" B1, B2, B3 et B4 du Batagnihni est de 69 bulins par site et de 51 dans le Gakognihni (G1, G2, G3 et G4). Dans le Batagnihni, *B. globosus* n'a été retrouvé que dans les rizières, jamais dans les mares d'arrosage. Avec respectivement 69,8 % et 48,2 % des récoltes, les stations B2 et G1 étaient les plus productives. Aucun bulin n'a été trouvé en B4.

Tableau I.

Répartition de *Bulinus globosus* dans les deux bas-fonds.  
Distribution of *Bulinus globosus* in the inland-valleys.

	rizières	mares d'arrosage	total
Batagnihni	274 (69)	0 (0)	274 (18)
Gakognihni	204 (51)	1108 (92)	1312 (73)
total	478 (60)	1108 (74)	1586 (48)

(Entre parenthèses, densités moyennes par point de prélèvement)

Dans les rizières, *B. globosus* a été récolté principalement dans les canaux secondaires d'irrigation (tableau II). La densité moyenne de bulins collectés dans les canaux secondaires d'irrigation est de 68 bulins par point de collecte dans le Batagnihni et de 51 dans le Gakognihni. La densité moyenne de *B. globosus* dans les mares d'arrosage du Gakognihni est de 92 individus par mare. La présence de *S. haematobium* a été retrouvée chez 12 individus. Le taux d'infection des bulins collectés dans le Batagnihni était de 1,8 % alors que, dans le Gakognihni, il était de 0,5 %. La différence n'était cependant pas significative ( $p > 0,06$ ). Les bulins infectés provenaient à 75 % des canaux d'irrigation secondaires (1 dans le B1, 3 dans le B2, 1 dans le B3, 2 dans le G2, 1 dans le G3 et 1 dans le G4). Seules les mares des sites G3 et G4 hébergeaient des bulins infectés (respectivement 2 et 1 bulins infectés). Aucun *B. globosus* infecté n'a été récolté en G1, où la majorité des hôtes intermédiaires a été trouvée dans les mares d'arrosage et pas

Tableau II.

Distribution des bulins dans les rizières.  
Distribution of *Bulinus globosus* in the rice fields.

	effectif	moyenne
Batagnihni		
canal principal	1	< 1
canaux secondaires	271	68
casiers rizicoles	2	< 1
total	274	23
Gakognihni		
canal principal	0	0
canaux secondaires	204	51
casiers rizicoles	0	0
total	204	34

dans les rizières. Avec 1,8 % et 1,9 % de taux d'infection pour les bulins collectés respectivement dans les canaux d'irrigation secondaires du Batagnihni et du Gakognihni, contre 0,3 % dans les mares du Gakognihni, les canaux d'irrigation secondaires peuvent être considérés comme les espaces les plus à risque de transmission de bilharziose urinaire.

### Populations à risque

Les examens ont porté sur 207 personnes à Kennedy II et sur 97 personnes à Fadiga. La présence de *S. haematobium* a été trouvée dans les deux quartiers avec une prévalence globale de 31,9 %. La prévalence enregistrée à Kennedy II (40,1 %) était significativement plus élevée que celle de Fadiga (14,4 %) ( $p < 0,0001$ ) (tableau III). Quel que soit le quartier, il n'existait pas de différence entre les sexes ( $p > 0,1$ ). Alors qu'à Kennedy II, tous les groupes d'âge étaient concernés, les plus de 15 ans représentaient 61 % des malades et étaient significativement plus affectés que les autres ( $p < 0,05$ ). À Fadiga, avec une prévalence de 64,3 %, ce sont les 10-14 ans qui étaient les plus atteints ( $p = 0,001$ ). La population originaire des régions soudanaises, essentiellement Malinké, présentait une prévalence de 29,2 % à Kennedy II et de 35,7 % à Fadiga.

Tableau III.

Prévalence de la schistosomose urinaire dans les deux quartiers.  
Prevalence of urinary schistosomiasis in both districts.

	Kennedy II			Fadiga		
	nb	nb+	%	nb	nb+	%
schistosomose urinaire	207	83	40,1	97	14	14,4

nb: nombre de personnes examinées; nb+: nombre de cas; %: prévalence.

En moyenne, l'ovivurie relevée chez les habitants de Kennedy II est de 298 œufs excrétés chez les femmes (par 10 ml d'urine) et de 58 chez les hommes. La différence est significative au seuil de 5 %. Elle traduit l'existence d'une forte transmission chez les femmes quand elle n'est que moyenne chez les hommes. À Fadiga, la différence existe également avec 102 œufs excrétés chez les femmes et 56 chez les hommes, mais elle n'est pas significative au seuil de 5 %. La transmission apparaît plus modérée dans les deux sexes.

Si l'on considère l'âge des malades, on constate qu'à Kennedy II, l'ovivurie des femmes de plus de 15 ans ( $n = 374$ ) est significativement plus importante que celle des hommes de plus de 15 ans ( $n = 41$ ). Ce résultat suggère que les femmes sont plus en contact avec l'eau que les hommes. Chez les moins de 15 ans, cette différence n'existe pas et cela nous conduit à supposer que, chez les plus jeunes, la contamination pourrait avoir lieu à l'occasion des jeux dans les bas-fonds et non pas dans le cadre de l'exploitation des périmètres rizicoles ou maraîchers. À Fadiga, il n'existe pas de différence entre les ovivuries des moins de 15 ans et celles des plus de 15 ans.

À Kennedy II, les ovivuries relevées chez les riziculteurs originaires de la forêt et chez ceux du nord sont respectivement

de 198 et de 171. La différence n'est pas significative. À Fadiga, bien que la différence soit plus importante (les gens de la forêt excrètent 98 œufs/10 ml alors que ceux du nord n'excrètent que 38 œufs/10ml), la différence n'est pas significative, alors même que la prévalence de la bilharziose urinaire chez les populations soudanaises est plus importante.

## Discussion

Les enquêtes ont permis de mettre en évidence la présence simultanée de *S. haematobium* et de son hôte intermédiaire, *B. globosus* dans la ville de Daloa. Avec 31,9 %, la prévalence globale est plus importante que celle rapportée par YAPI *et al.* (12) à Yamoussoukro et par TODESCO & REY (11) à Man. Ce taux masque cependant des disparités spatiales importantes qui peuvent être associées aux modalités d'usage des bas-fonds par les populations riveraines.

Nos résultats montrent que, si l'on se réfère au niveau d'infection des bulins, le risque d'infestation bilharzienne est plus important dans les espaces rizicoles que dans les jardins maraîchers. Bien que les bulins soient retrouvés en grand nombre dans les mares utilisées pour l'arrosage des cultures maraîchères, il est probable que la transmission ne s'y produit pas, les exploitants ne contaminant pas ces espaces par leurs urines alors qu'ils peuvent le faire dans les canaux secondaires où l'eau ne stagne pas.

La prévalence de la schistosomose urinaire est plus élevée dans le quartier Kennedy II où les relations avec le bas-fond apparaissent plus étroites : près des deux tiers des riziculteurs du Batagnihi résident à proximité et la moitié des cas dépistés à Kennedy II déclare exploiter des parcelles rizicoles dans le Batagnihi. Par ailleurs, la transmission est plus forte chez les femmes de Kennedy II que chez celles de Fadiga, alors que, chez les hommes, l'oviurie observée dans chacun des quartiers, très inférieure à celle des femmes, est comparable. Ces différences entre les deux quartiers peuvent être analysées à travers l'âge des malades. À Kennedy II, les malades sont plutôt des adultes en âge de travailler (âge moyen de 27 ans) contrairement à ce qu'on décrit habituellement (2, 7). Chez les plus de 15 ans, l'oviurie traduit effectivement une forte transmission. Il n'existe cependant pas de biais de recrutement puisque les plus de 15 ans ont été examinés dans les mêmes proportions que les moins de 15 ans. La contamination pourrait donc bien être liée à la riziculture. Les malades qui ont déclaré ne pas être des riziculteurs pourraient être en contact avec le Batagnihi par le biais d'autres activités comme la pêche, la baignade ou la lessive. À Fadiga, où les malades sont plus jeunes (âge moyen de 15 ans), la contamination ne peut pas être aussi facilement reliée à la riziculture. D'une part, ce sont surtout les cultures maraîchères, pour lesquelles le risque bilharzien est apparu plus faible, qui ont été développées dans le Gakognihi. D'autre part, les riziculteurs, comme les maraîchers, ne sont pas très nombreux à résider dans le quartier Fadiga et ils n'ont donc pas été examinés dans le cadre de notre enquête. Dans ce quartier, la transmission de la schistosomose urinaire concerne davantage les enfants qui, contrairement à leurs parents, entretiennent des relations étroites avec le bas-fond au travers de leurs jeux dans les canaux d'irrigation.

Nous remarquons que, dans chacun des deux quartiers, malgré les différences évoquées et discutées, environ un tiers des malades est d'origine soudanaise, et plus particulièrement Malinké. Cette population possède une maîtrise ancienne des techniques rizicoles (4). En revanche, si à Kennedy II les populations d'origine forestière comme les Gouro, pour qui la riziculture est aussi, depuis très longtemps, une activité productrice importante, sont encore affectées par la maladie,

ce n'est plus le cas à Fadiga. Cependant, c'est chez les personnes d'origine forestière de moins de 15 ans résidant dans le quartier Fadiga que la transmission est la plus élevée. Ces résultats viennent appuyer l'hypothèse selon laquelle, contrairement aux migrants soudanais, les autochtones et les allogènes forestiers comme les Gouro ont eu un accès plus aisé à la propriété, ont pu venir s'installer dans des quartiers de plus haut standing et se sont détachés des activités agricoles. Leurs enfants en revanche continuent d'entretenir des relations étroites avec les espaces à risque de schistosomose urinaire.

En conclusion, à Daloa, la schistosomose urinaire se révèle comme un bon indicateur sanitaire des relations qui se sont créées entre les bas-fonds et les populations. Dans les quartiers les plus anciens, toute la famille participe aux activités qui se pratiquent dans les bas-fonds et toutes les classes d'âge sont soumises au risque bilharzien. Au contraire, dans les quartiers plus modernes, les contacts de la population avec le bas-fond sont le fait des enfants et des jeunes adolescents. Dans ce type de quartier, les inégalités de santé persistent néanmoins au travers des populations allogènes qui continuent d'exploiter des parcelles agricoles pour des propriétaires absents.

## Remerciements

Les recherches ont été soutenues par un financement de l'IRD (ex-ORSTOM) et de l'OMS/OCP attribué à N. N'GUESSAN dans le cadre de la réalisation d'un DEA d'entomologie médicale et vétérinaire. Les auteurs tiennent à remercier le Dr F. BLÉDI, médecin-chef de la Base de santé rurale de Daloa, pour sa collaboration aux enquêtes médicales.

## Références bibliographiques

- BRENGUES J, LE BERRE R, EYRAUD M. & DEDEWANOU B - La trypanosomiase humaine en zone forestière de Côte-d'Ivoire (Foyers de Daloa et de Gagnoa). Rapport n°69, OCCGE, Bobo-Dioulasso, 1969.
- BUNDY DAP & GUYATT HL - Schools for health, focus on health, education and the school-age children. *Parasitol Today*, 1996, 12, 1-16.
- CADOT E, FOURNET F, N'GUESSAN N & SALEM G- Des "bas-fonds" dans la ville, l'impact sanitaire des aménagements agricoles à Daloa (Côte d'Ivoire). *Cahiers Agricultures*, 2000, 5, 424.
- CHAUVEAU JP, DOZON JP & RICHARD J- Histoires de riz, histoires d'ignames: le cas de la moyenne Côte d'Ivoire. *Africa*, 1981, 51, 621-658.
- DOZON JP- Impasses et contradiction d'une société de développement: l'exemple de l'opération "riziculture irriguée" en Côte d'Ivoire. *Cah ORSTOM, Sér Sci Hum*, 1979, 16, 37-58.
- FLEURY A & MOUSTIER P - L'agriculture périurbaine, infrastructure de la ville durable. *Cahiers Agricultures*, 1999, 8, 281-287.
- MOTT KE, DESJEU P, MONCAYO A, RANQUE P & DE RAADT P - Parasitic diseases and urban development. *Bull Org Mond Santé*, 1990, 68, 691-698.
- NOZAIS JP, DOUCET J & DUNAND J- Panorama de la bilharziose en Côte d'Ivoire. *Méd Trop*, 1980, 40, 41-44.
- PLOUVIER S, LE ROI JC & COLETTE J - A propos d'une technique simple de filtration des urines dans le diagnostic de la bilharziose urinaire en enquête de masse. *Méd Trop*, 1975, 35, 229-230.
- SHERIDAN D - L'irrigation. Promesses et dangers. *L'eau contre la faim ?* L'Harmattan (Eds), Paris, 1985.
- TODESCO A & REY JL - Enquête sur la prévalence de la bilharziose en milieu scolaire dans la région de Man (République de Côte d'Ivoire). *Méd Afr noire*, 1989, 36, 762-769.
- YAPI Y, REY JL, N'GORAN KE, BELLEC C & CUNIN P- Enquête parasitologique sur les schistosomoses à Yamoussoukro (Côte d'Ivoire). *Méd Afr noire*, 1988, 35, 60-65.

# Schistosomose urbaine au Cameroun : étude longitudinale de la transmission dans un nouveau site d'extension du foyer de schistosomose intestinale de Mélen, Yaoundé.

F. Njiokou, A. R. Onguene Onguene, L. A. Tchuem Tchuente & A. Kenmogne

Laboratoire de biologie générale, Faculté des sciences, Université de Yaoundé 1, BP 812, Yaoundé, Cameroun. E-mail : fnjiokou@uycdc.uninet.cm.

Article n° 2439. "Épidémiologie". Reçu le 4 juin 2002. Accepté le 26 novembre 2002.

**Summary:** Urban schistosomiasis in Cameroon: A longitudinal study of its transmission in a new site of an extension of the intestinal schistosomiasis focus in Mélen, Yaoundé.

In order to set up the present situation on schistosomiasis in the neighbourhoods around the University of Yaoundé I campus, a malacological survey (collection of freshwater snails, their identification and tests on cercarial emergence) was carried out monthly over 12 months in 2 water sources, followed by a parasitological diagnosis of intestinal schistosomiasis in subjects who acknowledge having come into contact with the infested water course.

The malacological survey revealed 4 freshwater gastropod species, two (*Bulinus globosus* and *Biomphalaria pfeifferi*) of which are intermediate hosts of schistosomes. *Biomphalaria pfeifferi* specimens from the former quarry pond of Ngoa-Ekellé neighbourhood showed an average infestation rate of 9.7%, and emitted schistosome cercariae throughout the whole period of study.

The parasitological diagnosis included 112 (81.2%) out of the 138 individuals identified, including 55 males and 57 females; 27 out of the 112 subjects had *S. mansoni* eggs in stools, making a prevalence rate of 24.1%. These patients were composed of 21 males and 6 females. The prevalence of *S. mansoni* is therefore significantly higher in males. The average parasitic load for our sample was 248 eggs/g of stools. It was much higher (384 eggs/g stools) for males (280 eggs/g stools) than for females (136 eggs/g stools).

The differences of prevalences and parasitic loads between sex can be explained in part by the varying activities of interest according to the different groups in the infested watering places.

## Résumé :

Pour établir la situation de la schistosomose dans le quartier environnant le campus de l'Université de Yaoundé I, une enquête malacologique (récolte des mollusques d'eau douce, identification et test d'émission cercarienne) a été menée une fois par mois et pendant 12 mois dans deux collections d'eau, suivie d'un dépistage parasitologique de la schistosomose intestinale chez les habitants du quartier ayant eu un contact avec ces collections d'eau.

L'enquête malacologique a permis de dénombrer 4 espèces de gastéropodes d'eau douce dont deux (*Bulinus globosus* et *Biomphalaria pfeifferi*) sont des hôtes intermédiaires de schistosomes. Des spécimens de *Biomphalaria pfeifferi* de la mare de l'ex-carrière de Ngoa-Ekellé ont émis des cercaires de *Schistosoma* pratiquement pendant toute la période du suivi, le pourcentage moyen mensuel de ces gastéropodes infestés étant de 9,7 %.

Cent douze sujets sur 138 recensés ont pris part au dépistage parasitologique, soit un taux de participation de 81,2 %. Cet échantillon est composé de 55 individus de sexe masculin et 57 de sexe féminin; 27 sujets sur 112 (21 de sexe masculin et 6 de sexe féminin) éliminaient des œufs de *S. mansoni*, soit une prévalence de 24,1 %. La prévalence de *S. mansoni* est alors apparue significativement plus élevée pour le sexe masculin. La charge parasitaire moyenne par individu était de 248 œufs/g de selles. Elle est plus élevée pour le sexe masculin (280 œufs/g de selles) que dans le sexe féminin (136 œufs/g de selles).

Les différences de prévalences et de charges parasitaires entre les sexes sont, au moins en partie, expliquées par un écart important entre le temps mis par ces différents groupes humains pour effectuer leurs activités quotidiennes dans le point d'eau infesté.

## Introduction

Le Cameroun comprend une série de zones bioclimatiques allant de la forêt équatoriale à la savane sahélienne (1), favorisant le développement de nombreuses parasitoses (13), parmi lesquelles les bilharzioses ou schistosomoses occupent une place importante, car elles affectent près de 1,7 millions de sujets (3). En effet, les trois espèces de schistosomes afri-

cains de l'homme y sont représentées : *Schistosoma haematobium* et *S. mansoni* sont endémiques dans la moitié nord soudanienne ou sahélienne, et très localisées dans la moitié sud guinéenne ou équatoriale. *S. intercalatum* est localisé et présent uniquement en zone équatoriale (10, 11).

Une campagne de dépistage et de traitement de patients de 9 à 19 ans a été menée dans tout le pays de 1985 à 1987 (10) mais, depuis 1996, les prévalences observées sont à nouveau

*Schistosoma mansoni*  
*Biomphalaria pfeifferi*  
cercarial emergence  
prevalence  
parasitic load  
transmission  
human activity  
university of Yaoundé I  
Cameroun  
Sub-Saharan Africa

*Schistosoma mansoni*  
*Biomphalaria pfeifferi*  
émission cercarienne  
prévalence  
charge parasitaire  
transmission  
activité humaine  
Université de Yaoundé I  
Cameroun  
Afrique intertropicale

élevées (4, 17). Plus exactement, on assiste, selon les foyers, d'une part à une extension des zones à *S. haematobium* et *S. mansoni* et d'autre part à une réduction des zones de ces deux premières et de *S. intercalatum* (4, 18).

Plusieurs foyers de schistosomose intestinale au Cameroun sont urbains ou péri urbains (11, 13). C'est le cas du foyer de schistosomose intestinale de Mélen, qui couvre une partie des quartiers frontaliers du campus de l'université de Yaoundé I (Mélen, Obili et Ngoa-Ekellé) (5, 20). Les points potentiels de transmission décrits sont représentés par une série d'étangs de pisciculture (Atemengue, Mélen et Obili) et le ruisseau Olezoa qui les relie à la rivière Mfoundi (figure 1). Ces plans d'eau hébergent des mollusques hôtes intermédiaires des trois espèces de schistosomes africains de l'homme (14). De plus, un important mouvement de population (étudiants en particulier) est fréquemment observé dans ces quartiers, ce qui en fait une zone potentielle d'extension de la schistosomose et nécessite une surveillance épidémiologique régulière. Dans ce cadre, des études autres (7, 14, 19) ont mis en évidence la présence de cercaires de *S. mansoni* chez des *Biomphalaria pfeifferi* de la mare de l'ex-carrière de Ngoa-Ekellé, suggérant l'extension du foyer de schistosomose de Mélen à ce nouveau site.

Le but de cette étude est d'établir la situation de la schistosomose aux environs du campus de l'université de Yaoundé I, en particulier au nouveau site de la mare de l'ex-carrière de Ngoa-Ekellé, par une évaluation mensuelle du taux d'infestation naturelle des mollusques hôtes intermédiaires et par un dépistage parasitologique des populations environnantes des points d'eau.

## Matériel et méthodes

### Zone d'étude

Le foyer de schistosomose de Mélen s'étend autour du campus de l'Université de Yaoundé I au sud-ouest de Yaoundé (figure 1). Le climat de type yaoundéen (16) comprend quatre saisons: deux saisons de pluies (mi-mars à fin juin et septembre à mi-novembre) avec les maxima de pluviométrie en mai et octobre, deux saisons sèches (juillet à fin août et mi-novembre à mi-mars). Les températures varient entre 17 et 30 °C avec une moyenne voisine de 24 °C.

Certains étangs étant entièrement couverts d'herbes, deux types de collections d'eau ont été retenues. i) Des bassins de pisciculture contigus de 21,20 m de long sur 8,65 m de large et environ 1 m de profondeur, alimentés par l'étang de Mélen. Ces bassins, au nombre de 6, ont été créés de 1948 à 1956 pour la pisciculture. Quatre bassins sont entièrement couverts d'herbes. Un de ces bassins est soumis à l'étude malacologique. ii) La mare de l'ex-carrière de Ngoa-Ekellé de 40 m de long sur 27 m de large et 1,5 m à 2 m de profondeur qui a vu le jour sur le siège de la carrière utilisée vers 1960 pour la construction de l'ex-université fédérale de Yaoundé. C'est le lieu d'une grande pollution organique par des matières fécales et ménagères. Cette mare sert à plusieurs activités humaines telles que la pêche, la lessive et les baignades. Deux points de récolte de mollusques ont été choisis sur des sites correspondant aux lieux d'activités humaines.

### Études malacologiques

La première partie de l'étude consacrée à la faune malacologique des collections d'eau permet d'estimer l'importance de la transmission de la schistosomose intestinale au cours du cycle annuel, par une évaluation mensuelle de la proportion des mollusques hôtes intermédiaires émettant des cercaires de *S. mansoni*.

Figure 1.

Collections d'eau et quartiers environnant l'Université de Yaoundé I.  
Water sources and surrounding neighbourhood of University of Yaoundé I.



Les mollusques ont été récoltés à chaque point pendant 30 mn, une fois par mois, de février 1999 à janvier 2000: à l'aide d'une pince longue, les individus fixés aux plantes flottant dans l'eau ont été ramassés et les tiges et racines des plantes aquatiques bordantes ont été peignées pour collecter les autres. Les mollusques de chaque site ont été mis ensemble et ramenés au laboratoire avec de l'eau du site.

Au laboratoire, les mollusques ont été identifiés d'après la morphologie de leurs coquilles (12). Les mollusques hôtes intermédiaires étaient nettoyés à l'aide d'un pinceau et mis dans des boîtes individuelles de 150 ml avec de l'eau du site, filtrée pour le test d'émission cercarienne. Pour ce faire, les boîtes contenant ces mollusques ont été exposées pendant quelques heures à la lumière du jour. L'eau de chaque boîte a été recueillie et portée à la loupe binoculaire pour la mise en évidence des cercaires de *Schistosoma*. Elles étaient reconnues par leur tête ovale, allongée, leur queue bifide avec les extrémités qui remontent vers l'extérieur quand elles sont au repos. Les mollusques positifs ont été comptés et détruits à l'alcool éthylique. Le test a été refait 4 jours de suite pour les individus négatifs. Pendant leur séjour au laboratoire, les mollusques ont été nourris et entretenus (8).

### Prévalence de la schistosomose intestinale dans le quartier environnant la mare de l'ex-carrière de Ngoa-Ekellé

L'objectif était de mettre en évidence l'importance de la schistosomose intestinale dans la population environnante et ayant un contact plus ou moins permanent avec les points d'eau. L'étude de l'émission cercarienne était en cours depuis six mois lorsque le dépistage parasitologique a été organisé. En compagnie du chef du quartier, nous avons rencontré les habitants des environs de la mare de l'ex-carrière de Ngoa-Ekellé pour déterminer ceux qui mènent une activité quelconque dans la dite mare. Le but et le protocole de notre

enquête leur ont été expliqués. Les noms, âge et sexe de chacun ont été enregistrés. À la veille du prélèvement, un pot étiqueté portant le numéro d'ordre et le nom a été remis à chaque participant. Le lendemain, à la première heure, nous les avons réveillés. Chacun a rempli son pot de selles. Au laboratoire, les selles ont été analysées par la méthode de Kato-Katz (9) pour le diagnostic spécifique et quantitatif des œufs de schistosomes.

### Analyse des données

Les données ont été soumises à une analyse statistique (15). Le test de  $\chi^2$  et celui de Kruskal Wallis ont été utilisés pour comparer respectivement la prévalence et la charge parasitaire entre le sexe masculin et le sexe féminin. Le niveau de corrélation entre l'effectif des *B. pfeifferi* récoltés dans la mare de l'ex-carrière de Ngoa-Ekellé et l'effectif infesté a été évalué par le coefficient de corrélation de Spearman.

## Résultats

### Enquête malacologique dans les deux sites

Les effectifs totaux des gastéropodes récoltés par site et par espèce au cours des 12 mois d'étude sont donnés au tableau I: 3048 gastéropodes ont été échantillonnés, soit 2346 (77 %) dans la mare de l'ex-carrière de Ngoa-Ekellé et 702 (23 %) dans l'étang de Mélen. On y dénombre 4 espèces de gastéropodes, dont 2 sont des hôtes intermédiaires potentiels de schistosomes. Ces dernières représentent 76,5 % de l'effectif total des mollusques: *B. pfeifferi* (66,5 %) et *Bulinus globosus* (10%). Les deux autres espèces rencontrées sont *Lymnaea natalensis* (10,6 %) et *Physa accuta* (12,6 %).

Tableau I.

Répartition des espèces de mollusques récoltés dans les deux sites.  
Distribution of snail species collected in the two sites.

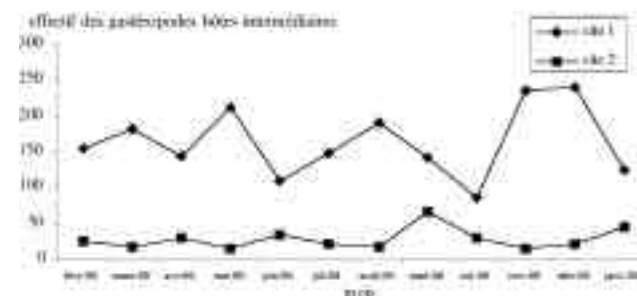
espèces	sites		total
	mare ex-carrière	étang de Mélen	
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	1965 (83,8)	61 (8,7)	2026 (66,5)
<i>Bulinus globosus</i>	4 (0,2)	301 (42,8)	305 (10)
<i>Lymnaea natalensis</i>	137 (5,8)	187 (26,7)	324 (10,6)
<i>Physa accuta</i>	240 (10,2)	153 (21,8)	393 (12,9)
total/site	2346 (100)	702 (100)	3048 (100)

Les effectifs des mollusques sont donnés avec, entre parenthèses, leur proportion dans le site. Dans la dernière colonne, l'effectif total de chaque espèce est donné avec la proportion par rapport au nombre total de gastéropodes.  
The total number of snails is given with their proportion from each site shown in brackets. The total number of each species is given in the last column as a proportion of the total number of gastropods.\*

L'analyse montre que les mollusques hôtes intermédiaires potentiels de schistosomes étaient d'une part plus abondants, avec une densité de peuplement plus élevée dans la mare de l'ex-carrière de Ngoa-Ekellé, et d'autre part quasi permanents dans les deux collections d'eau prospectées pendant la durée de l'étude (figure 2).

Figure 2.

Variation des effectifs des mollusques hôtes intermédiaires dans les sites prospectés.  
Variation of the number of the intermediate host molluscs within the study area.



Site 1 : mare de l'ex-carrière de Ngoa-Ekellé; site 2 : étang de Mélen  
Site 1 : pond of the former Ngoa-Ekellé quarry; site 2 : Mélen pond

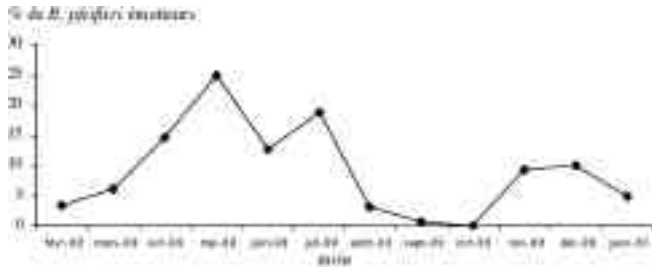
### Pourcentage d'infestation naturelle de *B. pfeifferi*

Parmi tous les mollusques hôtes intermédiaires potentiels récoltés, seuls des spécimens de *B. pfeifferi* de la mare de l'ex-carrière de Ngoa-Ekellé ont émis des cercaires de *Schistosoma*. On a dénombré 191 individus émetteurs, représentant 9,7 % de l'effectif de ce gastéropode récolté dans la dite mare. L'analyse montre que la courbe de la variation mensuelle du pourcentage de *B. pfeifferi* émettant naturellement des cercaires de *S. mansoni* s'étale sur toute l'année, sauf au mois d'octobre (figure 3). Trois pics sont observés: en mai (25 %), en juillet (19 %) et en décembre (10 %).

Figure 3.

Variation mensuelle du pourcentage de *B. pfeifferi* émettant des cercaires de *Schistosoma*.

Monthly variation of the percentage of *B. pfeifferi* emitting *Schistosoma* cercariae.



### Prévalence de la schistosomose intestinale

L'échantillon convoqué était composé de sujets reconnaissant avoir eu des contacts avec la mare de l'ex-carrière de Ngoa-Ekellé. Sur 138 personnes recensées, 112 (55 de sexe masculin et 57 de sexe féminin) ont pris part à l'examen, soit un taux de participation de 81,2 %.

Vingt-sept personnes sur 112 (21 de sexe masculin contre 6 de sexe féminin) ont éliminé des œufs de *S. mansoni*, soit une prévalence de 24,1 % (tableau II). La prévalence de portage est significativement plus élevée dans le sexe masculin que dans le sexe féminin ( $\chi^2 = 7,21$  ddl = 1;  $p = 0,007$ ). L'émission des œufs n'est pas observée au-delà de 35 ans.

Tableau II.

Résultats du dépistage de la schistosomose intestinale chez les sujets fréquentant le lac de l'ex-carrière de Ngoa-Ekellé.  
Results of intestinal schistosomiasis diagnosis in subjects frequenting the former Ngoa-Ekellé quarry pond.

tranche d'âge	sujets positifs/sujets examinés		total
	masculin	féminins	
0-5	0/3	0/7	0/10
6-10	2/13	1/10	3/23
11-15	13/22	3/17	16/39
16-20	5/11	0/7	5/18
21-25	1/2	1/5	2/7
26-30	0/1	1/3	1/4
> 30	0/3	0/8	0/11
total	21/55	6/57	27/112
prévalence	38 %	10 %	24,1 %

La charge parasitaire a été estimée indirectement par le nombre d'œufs par gramme de selles (opg). Elle varie de 24 à 1176 opg avec une valeur moyenne de 248 opg. L'analyse de l'opg en fonction des sexes montre que ce paramètre est plus élevé chez le sexe masculin (280 opg) que chez le sexe féminin (136 opg), la différence n'étant pas significative ( $K = 0,16$ ;  $p = 0,68$ ).

## Discussion

La faune malacologique récoltée dans la mare de l'ex-carrière de Ngoa-Ekellé est composée des quatre espèces de gastéropodes mises en évidence dès 1997 (14). Deux gastéropodes



sont hôtes intermédiaires potentiels de schistosomes (*B. globosus* et *B. pfeifferi*). Dans l'étang de Mélen, nous avons récolté 4 espèces de gastéropodes dont deux sont des hôtes intermédiaires de schistosomes (*B. globosus* et *B. pfeifferi*). Lors d'études antérieures (6, 7) les auteurs avaient trouvé, en plus, des mollusques de l'espèce *B. forskalii*. Cette espèce serait très peu représentée dans notre étude ou aurait même disparu, suite à des perturbations du milieu dues aux vidanges multiples, assèchements prolongés et déversement de divers produits (2). Dans la mare de l'ex-carrière de Ngoa-Ekellé, des spécimens de *Biomphalaria pfeifferi* infestés ont été récoltés 11 mois sur 12 avec des pics en mai, juillet et décembre. Ces résultats diffèrent des observations de SAMÉ-EKOBO *et al.* (14) faites à l'étang de Nkolbisson (banlieue située à 8km au sud-ouest de Yaoundé) où seulement deux pics ont été relevés (juin et septembre), probablement à cause du régime de pluies qui varie d'une année à l'autre. L'infestation naturelle des mollusques reste élevée pendant la petite saison des pluies (avril à juin). La forte émission des cercaires au mois de mai pourrait résulter de l'effet des eaux de premières pluies du mois d'avril qui auraient drainé les œufs de schistosomes à partir des latrines peu profondes et très mal construites dans ce quartier, apportant une source de miracidia pour l'infestation des mollusques. L'infestation continue des mollusques tout au long de l'année proviendrait aussi de la défécation directe dans la mare par les sujets malades. L'absence de mollusques émetteurs au mois d'octobre serait liée à la baisse drastique de l'effectif de la population, suite à l'augmentation du niveau de l'eau due aux grandes pluies de ce mois. Le taux de mollusques émetteurs est positivement corrélé à l'effectif des mollusques ( $r_{\text{Spearman}} = 0,59$ ), suggérant que plus le biotope est favorable au développement des vecteurs, plus le risque de transmission de la schistosomose augmente.

Les résultats de l'enquête parasitologique mettent en évidence la présence de la schistosomose due à *S. mansoni* chez les sujets habitant les environs de la mare de l'ex-carrière de Ngoa-Ekellé, confirmant les résultats de l'enquête malacologique. Ce quartier est donc un foyer actif de la schistosomose intestinale, que l'on pourra considérer comme zone d'extension du foyer de schistosomose intestinale de Mélen à cause de la proximité géographique (figure 1).

La prévalence de 24,1 % obtenue à la suite de notre enquête est relativement élevée, comparées à celles (0,9 % à 16 %) mises en évidence dans les foyers de schistosomose intestinale de la province du Centre (10). La dépendance très étroite des populations avoisinantes vis-à-vis de cette mare pour la lessive et la baignade expliquerait la forte prévalence observée, d'autant que notre méthode d'échantillonnage n'a concerné que des sujets reconnaissant avoir eu des contacts avec la mare infestée. En plus des activités (lessives et baignades) communes aux deux sexes, les jeunes garçons pratiquent la pêche pendant de longues heures, ce qui les met en contact plus longtemps avec la mare que les jeunes filles, et explique les fortes prévalences et les charges parasitaires élevées.

## Conclusion

Il ressort de cette étude que, malgré l'eutrophisation de certaines collections d'eau, les quartiers environnants du campus de l'université de Yaoundé I demeurent un foyer actif de schistosomose intestinale à *S. mansoni* et un foyer potentiel pour les autres schistosomoses africaines de l'homme. La transmission est quasi permanente dans la mare de l'ex-carrière de Ngoa-Ekellé. L'intensité de la transmission présente des variations en fonction des saisons, probablement expliquées

par les différences de rythme de pluies. Les différences de prévalence et de charge parasitaire entre le sexe masculin et le sexe féminin seraient le fait d'activités humaines dissemblables au niveau de la mare de l'ex-carrière de Ngoa-Ekellé. Le foyer de schistosomose de Mélen doit être contrôlé régulièrement pour éviter une probable flambée des schistosomoses.

## Remerciements

Nous remercions le Docteur WANJI Samuel, le Professeur BILONG BILONG Charles Félix et deux lecteurs anonymes pour l'apport de critiques ayant permis d'améliorer la qualité du manuscrit.

## Références bibliographiques

1. AMIET JL - *Faune du Cameroun 2. Le genre Aphigosemion Myers (Pisces, Teleostei, Cyprinodontiformes)*. Ed : Sc. Nat. 271 p, 1987.
2. BILONG BILONG CF, AGENDIA PL, MABOM S & FONKOU T - Evolution à long terme d'un étang de pisciculture en milieu tropical: essai d'explication de la réduction de la biodiversité ichtyologique. *Cam J Biol Sc*, 1998, **IX**, 11-20.
3. BROOKER S, DONNELLY CA & GYATT HL - Estimating the number of helminthic infections in the Republic of Cameroon from data on infection prevalence in schoolchildren. *Bull Org Mond Santé*, 2000, **78**, 1456-1465.
4. CUNIN P, POSTE B, DJIBRILLA K & MARTIN PMV - Les schistosomes dans le bassin de la Bénoué (Nord Cameroun). *Bull Liais Doc OCEAC*, 2001, **34**, 15-18.
5. DESCHIENS R, DELAS A, NGALLE EDIMO S & POINTIER A - La répartition géographique des bilharzioses humaines au Cameroun. *Bull Soc Pathol Exot*, 1968, **61**, 772-778.
6. DUPOUY J & MIMPFONDRI R - Cycle biologique de *Biomphalaria pfeifferi* Krauss, 1848 dans les milieux anthropiques du district de Yaoundé (Cameroun). *C R Soc Biogéogr*, 1986, **62**, 47-60.
7. FONKOU M - *Etude de la dynamique des populations de Biomphalaria pfeifferi, hôte intermédiaire de Schistosoma mansoni dans le foyer de bilharziose de Mélen, Yaoundé, Cameroun*. Mém D.I.P.E.S. II, E N S, Université de Yaoundé I, 1986.
8. NJIOKOU F, MOUAFU JB, TEUKENG F, NJINÉ T, SAMÉ EKOBO A & JARNE P - The influence of self-fertilization on life history traits in the freshwater snail *Bulinus forskalii* (Gastropoda, Planorbidae). *Acta Trop*, 2000, **76**, 159-167.
9. OMS - Cellophane fecal thick smear examination technique for diagnosis of intestinal schistosomiasis and gastrointestinal helminth infections. *OMS*, 1983, **83**, 3.
10. RATARD R, KOUEMENI LE, EKANI BESSALA MM, NDAMKOU NDAMKOU C *et al.* - Human schistosomiasis in Cameroon. I. Distribution of schistosomiasis. *Am J Trop Med Hyg*, 1990, **42**, 561-572.
11. RIPERT C - *Epidémiologie des maladies parasitaires. 2 - Helminthoses*. Editions médicales internationales, 1998.
12. SAMÉ EKOBO A - *Faune malacologique du Cameroun (description, répartition des mollusques dulçaquicoles et foyers de trematodoses humaines)*. Thèse de doctorat d'Etat, université de Rennes I, 1984.
13. SAMÉ EKOBO A - *Santé, Climat et Environnement au Cameroun*. Jutey Sciences (Ed), 1997.
14. SAMÉ EKOBO A, TSAFACK F & FONKOU M - *Freshwater snails in Yaoundé city*. Proceedings of "Workshop on medical malacology in Africa", Harare, Zimbabwe, 1997.
15. SCHERRER B - *Biostatistique*. Ed : Gaëtan Morin, Quebec, 1984.
16. SUCHEL B - *Les climats du Cameroun*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Bordeaux III, 1186 p, 1987.
17. TCHUEM TCHENTÉ A, SOUTHGATE VR, NJIOKOU F, NJINÉ T, KOUEMENI LE & JOURDANE J - The evolution of schistosomiasis at Loum, Cameroon: replacement of *Schistosoma intercalatum* by *S. haematobium* through introgressive hybridization. *Trans R Soc Med Hyg*, 1997, **91**, 664-665.
18. TCHUEM TCHUENTE LA, SOUTHGATE VR & VERCRUYSSÉ J - La bilharziose et les géohelminthes dans l'arrondissement de Makénéne, province du centre, Cameroun. *Bull Liais Doc OCEAC*, 2001, **34**, 19-22.
19. TSAFACK F - *Faune malacologique dulçaquicole du foyer de bilharziose de Mélen (Yaoundé)*. Mémoire de maîtrise des sciences de la vie, faculté des sciences, université de Yaoundé, 1990.
20. WANDJI NGAH R - *Contribution à l'étude épidémiologique de la bilharziose à Schistosoma mansoni dans les étangs de Mélen à Yaoundé*. Thèse de Médecine, Université de Yaoundé, 96 p, 1976.

# Grossesse extra utérine et schistosomose tubaire due à *Schistosoma haematobium*. À propos d'un cas au Niger.

M. Garba (1), T. Almoustapha (1), A. Garba (2) & H. Nouhou (3)

(1) Maternité Issaka Gazoby, BP. 10813 Niamey, Niger.

(2) Centre de recherches médicales et sanitaires (CERMES), Ministère de la santé publique, BP. 10887, Niamey, Niger.

Tél.: (227) 75 20 45. Fax : (227) 75 31 80. E-mail: garba@cermes.ne

(3) Laboratoire d'anatomie et cytologie pathologiques, faculté des sciences de la santé, Université Abdou Moumouni Dioffo, BP. 10896, Niamey, Niger.

Courte note n° 2542. "Clinique". Reçue le 27 février 2003. Acceptée le 15 octobre 2003.

**Summary:** Extra uterine pregnancy associated with a tubal schistosomiasis due to *Schistosoma haematobium*. A case report from Niger.

We are reporting the case of a 21-year-old woman hospitalized for pelvic pains in a context of secondary amenorrhoea, whose examinations revealed a tubal pregnancy. After surgical operation, the examination of the operative part showed a schistosomal tubal obstruction. Schistosomal tubal obstructions are the cause of ectopic pregnancies and infertility not to be forgotten in endemic areas. The implementation of a control programme based on chemotherapy by praziquantel will enable the reduction of their frequency.

**Résumé :**

Nous rapportons ici le cas d'une femme de 21 ans hospitalisée pour douleurs pelviennes dans un contexte d'aménorrhée secondaire, chez qui les examens ont révélé une grossesse tubaire. Après intervention chirurgicale, l'examen de la pièce opératoire a montré une obstruction tubaire d'origine bilharzienne.

Les obstructions tubaires d'origine bilharzienne sont une cause de grossesse extra utérine et d'infertilité à ne pas perdre de vue dans les zones d'endémie. La mise en place de programmes de lutte reposant sur la chimiothérapie au praziquantel permettra de réduire leur fréquence.

tubal schistosomiasis  
extra uterine pregnancy  
Niger  
Sub-Saharan Africa

schistosomose tubaire  
grossesse extra utérine  
Niger  
Afrique intertropicale

## Introduction

Les schistosomoses sévissent à l'état endémique au Niger où elles entraînent une morbidité importante. La schistosomose à *S. haematobium* en particulier entraîne des lésions urologiques mais aussi génitales. Au Niger, elle prédomine dans la vallée du fleuve Niger où des prévalences d'infection élevées, associées à de fortes charges parasitaires, ont été observées et où des enquêtes échographiques ont montré 30 % de prévalence d'hydronéphroses chez les enfants d'âge scolaire (3). Une enquête menée en 1989 par RENAUD *et al.* (6) a trouvé une prévalence de 75 % de schistosomose vaginale chez des femmes présentant une oviurie positive. Ignoré, parfois négligé, le diagnostic de schistosomose génitale est le plus souvent anatomopathologique. Nous rapportons ici un cas de grossesse extra utérine (GEU) associé à une bilharziose tubaire.

## Observation

M<sup>me</sup> MS, 21 ans, résidant à Niamey, est vue en consultation gynécologique le 27/10/2000 pour des douleurs abdomino-pelviennes accompagnées de métrorragies évoluant depuis 3 mois. Les antécédents gynéco-obstétricaux indiquent qu'elle a eu ses ménarches à 17 ans et qu'elle avait un cycle régulier. Les antécédents obstétricaux

notent une grossesse antérieure avec accouchement à terme d'un enfant normal. Les antécédents médicaux personnels et familiaux de même que chirurgicaux ne montrent aucune particularité.

L'examen clinique note une sensibilité de l'utérus au toucher vaginal. L'échographie trans-abdominale révèle une cavité utérine vide avec une masse latéro-utérine gauche douloureuse, mesurant 31 mm x 24 mm, d'aspect hétérogène, bien délimitée. Un kyste ovarien ou une grossesse extra-utérine sont évoqués comme diagnostic échographique présomptif. Les autres examens complémentaires, dont l'hémogramme, ne montraient aucune particularité.

Devant la persistance de la douleur, l'intervention chirurgicale est décidée.

La laparotomie médiane sous ombilicale, a révélé un pelvis un peu adhérentiel et visqueux. L'utérus était de taille et de morphologie normale. La trompe gauche était épaissie (1,5 cm de diamètre) et présentait un aspect boudiné avec un kyste multiloculaire à contenu citrin. Devant le mauvais état de la trompe gauche une annexectomie gauche fut réalisée. La trompe droite était normale. Une toilette fut faite et la paroi fut refermée plan par plan. Un traitement antibiotique et antalgique fut prescrit après l'intervention. Les suites post-opératoires furent simples.

L'examen anatomo-pathologique de la pièce d'exérèse notait la présence de nombreux œufs de schistosomes associés à des villosités placentaires nécrosées et à des débris calcifiés. Il fut conclu à une bilharziose associée à un processus gravidique ectopique interrompu. La patiente fut traitée au praziquantel après intervention. Au bout de deux ans, une grossesse est survenue et menée à terme.

## Discussion/conclusion

En Afrique Sub-saharienne, l'infertilité est le plus souvent due à des séquelles d'infection gynéco obstétricales le plus souvent tubaires. Parmi les causes, les infections à *Chlamydia* et à gonocoques sont les plus fréquentes. En zone d'endémie, les étiologies dues aux bilharzioses méritent d'être considérées (1, 2). Au Niger, les localisations génitales féminines (avec une prédominance cervicale et tubaire) représentent plus de 40 % des cas de bilharziose tissulaire diagnostiqués au service d'anatomie pathologie (4). Au Sénégal, la fréquence des GEU associées à une bilharziose était estimée à 3 % (8).

La présence de nodules sur les trompes de Fallope et leur épaississement à l'examen macroscopique ont déjà été décrits dans la bilharziose tubaire par HAROUNY et PEDERSEN (5) et semblent un signe évocateur également retrouvé par WOTO-GAYE *et al.* au Sénégal (8). Les examens d'urine ou de selles à la recherche des œufs sont parfois négatifs. Le diagnostic de bilharziose tubaire est toujours anatomo-pathologique.

L'efficacité du traitement médical dans la résolution des lésions génitales bilharziennes basses a été prouvée (7). Celle des lésions hautes demande à être prouvée, mais les outils diagnostics simples manquent encore.

Néanmoins, la mise en œuvre de programmes de lutte contre la bilharziose axés sur la distribution à base communautaire du praziquantel doit permettre de réduire considérablement leur fréquence dans les zones d'endémie.

## Références bibliographiques

1. BALASCH J, MARTINEZ-ROMAN S, CREUS M, CAMPO E, FORTUNY A & VANRELL JA - Schistosomiasis : an unusual cause of tubal infertility. *Human reproduction*, 1995, **10**, 1725-1727.
2. EOGAN M, COULTER-SMITH S, FLAVIN R, GILLAN J, McKENNA P & O'MALLEY A - Ectopic pregnancy associated with tubal schistosomiasis. *Irish Med J*, 2002, **95**, 500.
3. GARBA A & ABOUBACAR A - Situation des schistosomes au Niger. In : CHIPPANUX JP(Eds), *La lutte contre les schistosomes en Afrique de l'Ouest*. IRD Editions, Paris, 2000, pp. 215-224.
4. GARBA A, HASSANE N, ALBATOURE T, NAYAMA M, SOUMANA H & JACKOU ML - *Bilharziose des organes génitaux féminins à S. haematobium : étude rétrospective sur 11 ans de 1990 à 2000 à Niamey, Niger*. Communication 5<sup>ème</sup> congrès de la Société Ouest Africaine de Parasitologie, Dakar, 10-14 avril 2002.
5. HAROUNY A & PEDERSEN H - Pelveo-peritoneal schistosomiasis as a cause of primary infertility. *Int J Gynecol Obstet*, 1988, **27**, 467-469.
6. RENAUD G, DEVIDAS A, DEVELOUX M, LAMOTHE F & BIANCHI G - Prevalence of vaginal schistosomiasis caused by *Schistosoma haematobium* in an endemic village in Niger. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 1989, **83**, 797.
7. SAVIOLI L, GABRIELLI A & NEVE H - Vulvar *Schistosoma haematobium* lesion treated with praziquantel. *Tropical Doctor*, 1990, **20**, 45-46.
8. WOTO-GAYE G, MOREAU JC, MENDES V, BOYE CS, RUPARI L, DIADHIOU F & NDIAYE PD - Grossesse extra-utérine et bilharziose tubaire au Sénégal : A propos de 3 cas. *Méd Afr Noire*, 2000, **47**, 307-309.

# Étude expérimentale de la compatibilité entre *Schistosoma haematobium* et deux espèces de bulins au Cameroun.

F. Njiokou (1, 3)\*, F. Teukeng (1, 2), C. F. Bilong Bilong (1), T. Njiné (1) & A. Same Ekobo (2)

(1) Laboratoire de biologie générale, Faculté des sciences, Université de Yaoundé I, BP 812, Yaoundé, Cameroun. \*E-mail :fnjiokou@yahoo.com

(2) Laboratoire de parasitologie et de mycologie, Faculté de médecine et de sciences biomédicales, Université Yaoundé I, Cameroun.

(3) OCEAC, BP 288, Yaoundé, Cameroun. \*E-mail :fnjiokou@yahoo.com

Manuscrit n° 2606. "Parasitologie". Reçu le 22 juillet 2003. Accepté le 16 septembre 2003.

**Summary:** Experimental study of the compatibility between *Schistosoma haematobium* and two species of *Bulinus* in Cameroon.

A study on the compatibility between *Schistosoma haematobium* from three remote localities (Mourtourwa, Gounougou and Kékem) and four populations of *Bulinus truncatus* (Gounougou, Ngaoundéré, Bertoua and Kékem) and four populations of *B. globosus* (Mourtourwa, Ouroudoukoudje, Bafia and Yaoundé) was undertaken in order to estimate the risk of extension of urinary schistosomiasis in Cameroon.

First generation of offspring from wild *Bulinus* was exposed to miracidia liberated by schistosome eggs extracted from patient urine. Between the 25<sup>th</sup> and the 60<sup>th</sup> day post-infestation the number of snails still alive, the number emitting cercariae and the prepatent period duration were noted.

Results showed that all *B. truncatus* samples were susceptible to the three strains of parasite whereas only *B. globosus* of Mourtourwa and Ouroudoukoudje were susceptible to *S. haematobium* from Mourtourwa. The schistosome infection rate was then significantly higher in *B. truncatus* and the prepatent period significantly lower than in *B. globosus*. The compatibility characterised by a high infection rate and a low prepatent period was significantly better in homopatric couples than in allopatric combinations.

The results suggested that *B. truncatus* might be potentially more implicated than *B. globosus* to the extension of the urinary bilharziasis in Cameroon.

**Résumé :**

Pour estimer les risques de l'extension de la bilharziose urinaire au Cameroun, une étude de la compatibilité a confronté *Schistosoma haematobium* de trois localités relativement éloignées (Mourtourwa, Gounougou et Kékem) à 4 populations de *Bulinus truncatus* (Gounougou, Ngaoundéré, Bertoua et Kékem) et 4 populations de *B. globosus* (Mourtourwa, Ouroudoukoudje, Bafia et Yaoundé).

Les descendants directs de mollusques sauvages ont été exposés aux miracidiums libérés par des œufs de *S. haematobium* des urines filtrées de bilharziens. Entre le 25<sup>e</sup> et le 60<sup>e</sup> jour post-infestation, le nombre de mollusques survivants, celui des émetteurs de cercaires et la durée de la période prépatente ont été relevés.

Les différentes populations de *B. truncatus* ont été sensibles à toutes les souches du parasite testées alors que seulement 2 des 4 populations de *B. globosus* ont été sensibles à *S. haematobium* de Mourtourwa. Un taux de susceptibilité significativement plus élevé et une période prépatente significativement plus courte ont été trouvés chez *B. truncatus*.

La compatibilité des couples homopatriques, meilleure que celle de couples allopatriques, a été également caractérisée par un taux de susceptibilité plus élevé et une durée de la période prépatente plus courte.

*B. truncatus* jouerait un rôle potentiellement plus important que *B. globosus* dans l'extension de la bilharziose urinaire au Cameroun.

## Introduction

Les bilharzioses constituent un ensemble d'affections qui représente la deuxième endémie parasitaire au Cameroun après le paludisme (13, 15). Les trois espèces de schistosomes qui parasitent l'homme en Afrique sont présentes au Cameroun (11), mais la bilharziose urinaire causée par *Schistosoma haematobium* sévit surtout dans les provinces de l'extrême

nord, du nord et de l'Adamaoua, bien que quelques foyers soient observés dans celles du Littoral, du sud-ouest et de l'ouest (12, 15).

Au Cameroun, *S. haematobium* est principalement transmis par *Bulinus truncatus*, mais dans certains foyers ce mollusque peut être secondé ou remplacé par *B. globosus*, *B. camerunensis* ou *B. senegalensis* (5, 9). *B. truncatus* et *B. globosus* ont une répartition très large au Cameroun, alors

urinary schistosomiasis  
*Schistosoma haematobium*  
*Bulinus truncatus*  
*Bulinus globosus*  
compatibility  
polymorphism  
laboratory  
Cameroun  
Sub-Saharan Africa

bilharziose urinaire  
*Schistosoma haematobium*  
*Bulinus truncatus*  
*Bulinus globosus*  
compatibilité  
polymorphisme  
laboratoire  
Cameroun  
Afrique intertropicale

que les foyers de biharziose urinaire restent très localisés. Cette réduction géographique des foyers de bilharziose urinaire par rapport à celle des mollusques hôtes intermédiaires a été expliquée par l'existence d'une variabilité génétique de la sensibilité des mollusques à *S. haematobium* et/ou l'existence d'un pouvoir infestant variable entre les différentes souches de ce schistosome (21).

Un des marqueurs génétiques pouvant révéler à la fois la variabilité génétique du mollusque et celle du parasite est la compatibilité, qui est la possibilité pour le miracidium de pénétrer chez un mollusque vecteur, de s'y développer et de produire des cercaires infestantes pour l'hôte vertébré (2).

Pour estimer les risques d'extension de la bilharziose urinaire au Cameroun, nous nous proposons dans ce travail d'étudier la compatibilité de 3 souches géographiquement éloignées de *S. haematobium* vis-à-vis de 4 populations de *B. truncatus* et de 4 populations de *B. globosus*

## Matériel et méthodes

### Collecte des mollusques et préparation à l'infestation

Les mollusques hôtes intermédiaires ont été récoltés dans huit sites différents (figure 1, tableau I). Ramenés au laboratoire, des individus sauvages ont été distribués individuellement dans des boîtes en plastique de 150ml, les étiquettes portant le nom de la localité d'origine et le numéro d'ordre des mollusques. Parmi les mollusques de chaque localité, les 15 premiers individus à pondre ont été considérés. Une à deux pontes ont été alors récoltées par boîte et mises à éclore. Après éclosion, les descendants des 15 parents sauvages ont été élevés séparément dans 15 boîtes jusqu'à l'âge d'un mois, soit une taille de 2 à 4 mm (10). Ce protocole permet de contrôler le nombre de parents sauvages ayant contribué à la constitution de l'échantillon de descendants à exposer aux miracidiums.

Figure 1.

Zones biogéographiques et localités de collecte du matériel biologique étudié.  
Biogeographic zones and sampling sites of biological materials studied.



Tableau I.

Caractéristiques des localités d'origine du matériel biologique.  
Sample site characteristics of biological materials.

localité	matériel récolté	zone bio-géographique	type de collection d'eau	prév. S. hae	réf
Mourtourwa	S. hae B. globosus	savane sahélienne	mare temporaire*	67 %	I
Gounougou	S. hae B. truncatus	savane soudanaise	barrage de retenue canaux d'irrigation*	53 %	II
Ouroudoukoudje	B. globosus	savane soudanaise	canaux d'irrigation*	35 %	II
Kékem	S. hae B. truncatus	forêt équatoriale dégradée	ruisseaux* marécage	35 %	I
Ngaoundéré	B. truncatus	savane soudanaise d'altitude	étang ruisseaux*	2,7 %	I
Bertoua	B. truncatus	forêt guinéenne	ruisseaux*	43 %	I
Bafia	B. globosus	transition forêt savane	ruisseaux*	0 %	I
Yaoundé	B. globosus	forêt dégradée	étang*	0 %	I

\* : Type de collections d'eau dans lequel les mollusques ont été récoltés.

B. globosus: *Bulinus globosus*; B. truncatus: *Bulinus truncatus*;

S.hae: *Schistosoma haematobium*; prév.: prévalence; I: RATARD et al. (12); II: DOGMO (3).

\* : Type of water pools where snails were sampled.

B. globosus: *Bulinus globosus*; B. truncatus: *Bulinus truncatus*;

S.hae: *Schistosoma haematobium*; prév.: prevalence; I: RATARD et al. (12); II: DOGMO (3).

### Acquisition du parasite

Des urines ont été recueillies chez huit bilharziens dans chacun des foyers de schistosomose urinaire suivants: Mourtourwa, Kékem et Gounougou (figure 1; tableau I). Ces urines ont été filtrées sur place et les œufs du parasite retenus sur de petites lamelles de filtre de Nyltel ont été conservés dans de l'eau salée à 9‰. Au laboratoire, ces lamelles transférées dans un cristalliseur contenant de l'eau de source ont été exposées à la lumière d'une lampe de bureau. Les œufs ont éclos en libérant des miracidiums.

### Protocole de l'étude de la compatibilité bulin/*S. haematobium*

Deux à six descendants de chacun des 15 parents sauvages ont été mis individuellement dans des cupules d'une plaque en plastique contenant de l'eau de source. Cinq miracidiums ont été pipetés et mis au contact de chaque jeune mollusque. Les cupules ont été recouvertes par une plaque en plastique solide et le dispositif a été laissé à la température du laboratoire (environ 26 °C), pendant 4 heures. Les descendants de chaque parent ont été remis ensemble dans leur même boîte d'élevage. Entre le 25<sup>e</sup> et le 60<sup>e</sup> jour post-infestation, les mollusques ont été contrôlés quotidiennement pour l'émission cercarienne. La période prépatente ou la durée du développement larvaire jusqu'à la 1<sup>re</sup> émission cercarienne et le nombre de mollusques survivants ont été notés. Le taux d'infestation de chaque lot de mollusques a été estimé en faisant le rapport entre le nombre d'entre eux émettant des cercaires et le nombre des individus survivants.

### Analyse des données

La comparaison entre le taux d'infestation et le taux de mortalité post-infestation des différents échantillons de mollusques a été faite par le test de  $\chi^2$  et celle des durées de la période prépatente par le test d'analyse de variance à un facteur (17).

## Résultats

### Taux d'infestation des échantillons de mollusques

Le tableau II résume les résultats obtenus.

#### - Parasite de Mourtourwa :

467 bulins ont été exposés à la souche parasitaire de Mourtourwa; 203 sont morts et 74 ont émis des cercaires (tableau II).

Tableau II.

		Période prépatente, taux d'infestation et de mortalité chez des bulins exposés à <i>S. haematobium</i> .						
		Prepatent period, mortality and infection rate of <i>Bulinus</i> exposed to <i>S. haematobium</i> .						
origine du parasite	mollusque hôte	origine du mollusque	NE	NM	% M	PP	NSP	%SP
Mourtourwa	B. truncatus	Gounougou	59	23	39	40	4	11,11
		Kékem	62	24	39	34,4	7	18,42
		Bertoua	76	37	49	36	17	44
	B. globosus	Ngaoundéré	54	19	35	37,4	7	20
		Mourtourwa	76	27	36	35,3	26	53
		Ouroudoukoudje	59	28	47	39,7	6	19,4
		Bafia	45	24	53	-	0	0
	Yaoundé	36	21	58	-	0	0	
	<b>total 1</b>		<b>467</b>	<b>203</b>	<b>43</b>	<b>36,6</b>	<b>74</b>	<b>28</b>
	Gounougou	B. truncatus	Gounougou	77	22	29	28,4	41
Kékem			75	26	35	32,4	10	20,4
Bertoua			69	26	38	29,6	27	62,8
Ngaoundéré			58	21	36	33,3	9	24,3
B. globosus		Mourtourwa	75	29	39	-	0	0
		Ouroudoukoudje	58	24	41	-	0	0
		Bafia	45	25	56	-	0	0
		Yaoundé	32	21	66	-	0	0
<b>total 2</b>			<b>489</b>	<b>194</b>	<b>40</b>	<b>29,7</b>	<b>87</b>	<b>29,5</b>
Kékem		B. truncatus	Gounougou	68	23	34	30	13
	Kékem		74	21	28	28,8	27	50,9
	B. globosus	Bafia	55	25	45	-	0	0
		Ouroudoukoudje	63	24	38	-	0	0
		Yaoundé	32	16	50	-	0	0
	<b>total 3</b>		<b>292</b>	<b>109</b>	<b>37</b>	<b>29,2</b>	<b>40</b>	<b>21,8</b>
total B. tr.		672	242	36	-	162	37,7	
total B. gl.		576	264	46	-	32	10,3	
inf. homopa.		227	70	31	-	94	60	
inf. allopat.		1021	436	43	-	100	17	

NE : nombre de bulins exposés ; NM : nombre de mollusques morts sans émission ; % M : % d'individus morts ; PP = période de prépatente moyenne ; NSP : nombre de bulins survivants parasités ; %SP : % de bulins survivants parasités ; B.tr. : *Bulinus truncatus* ; B.gl. : *Bulinus globosus*, inf. allopat. : infestations allopatriques ; inf. homopat. : infestations homopatriques.

NE : number of snails exposed ; NM : number of *Bulinus* dead without emitting cercariae ; %M : % of dead individuals ; PP : mean prepatent period ; NSP : number of infected snails ; %SP : % of survivors infected ; B.tr. : *Bulinus truncatus* ; B.gl. : *Bulinus globosus*, inf. allopat. : allopatric combinations ; inf. homopat. : homopatric combinations.

Le taux d'infestation moyen des bulins exposés est de 28 % alors qu'il est de 29,4 % pour les 6 échantillons émettant des cercaires. Le taux d'infestation diffère significativement entre les 8 échantillons de mollusques exposés ( $\chi^2 = 26$ ;  $p = 0,0005$ ) mais pas entre les 4 échantillons de *B. truncatus* ( $\chi^2 = 7$ ;  $p = 0,06$ ). Les échantillons de *B. globosus* de Mourtourwa et d'Ouroudoukoudje ont émis des cercaires alors que ceux de Bafia et de Yaoundé ont été totalement résistants.

#### - Parasite de Gounougou

Des 489 bulins exposés à *S. haematobium* de Gounougou, 194 sont morts et 87 ont émis des cercaires. Le taux d'infestation moyen des bulins exposés est de 29,5 % alors qu'il est de 47 % lorsque l'on ne considère que les 4 échantillons de *B. truncatus*. Ce paramètre diffère significativement entre les huit échantillons de mollusques exposés ( $\chi^2 = 86$ ;  $p < 0,0001$ ) et entre ceux de *B. truncatus* ( $\chi^2 = 15,8$ ;  $p = 0,0012$ ). Les échantillons de *B. globosus* n'ont pas émis de cercaires.

#### - Parasite de Kékem

Des 292 bulins exposés aux miracidiums de *S. haematobium* de Kékem, 109 sont morts et 40 ont émis des cercaires. Le taux d'infestation moyen des bulins exposés est de 21,8 % alors que celui des deux échantillons de *B. truncatus* est de 40 %. Ce paramètre diffère significativement entre les 5 échantillons de bulins ( $\chi^2 = 32$ ;  $p < 0,0001$ ) et pas entre les 2 échantillons de *B. truncatus* ( $\chi^2 = 2,09$ ;  $p = 0,14$ ).

Le taux de mortalité qui est en moyenne de 43 %, 39,7 % et 37,3 % lorsque les mollusques sont infestés avec le parasite de Mourtourwa, Gounougou et Kékem respectivement, ne diffère pas entre les échantillons de mollusques.

Si on s'intéresse au comportement comparé de *B. globosus* et de *B. truncatus* exposés aux trois souches de parasite (tableau II), on remarque que le taux de mortalité ne diffère pas significativement entre les deux espèces d'hôtes intermédiaires ( $\chi^2 = 3,17$ ;  $p = 0,07$ ) alors que le taux d'infestation est significativement plus élevé chez *B. truncatus* ( $\chi^2 = 43$ ;  $p < 0,0001$ ).

Entre les mollusques infestés avec la souche parasitaire locale et ceux exposés aux souches parasitaires allopatriques, le taux de mortalité ne diffère pas également ( $\chi^2 = 2,63$ ;  $p = 0,10$ ) alors que le taux de susceptibilité est plus élevé pour les couples homopatriques ( $\chi^2 = 58$ ;  $p < 0,0001$ ).

#### Durée de la période de prépatente

La durée de la période prépatente moyenne par couple d'infestation varie de 28 à 40 jours (tableau II). Elle diffère significativement pour les échantillons de mollusques infestés par *S. haematobium* de Mourtourwa ( $F_{5,61} = 7,76$ ;  $p < 0,0001$ ), de Gounougou ( $F_{3,83} = 41$ ;  $p < 0,001$ ) et de Kékem ( $F_{1,38} = 5,71$ ;  $p = 0,022$ ). La période de prépatente semble plus élevée dans les échantillons de mollusques infestés par *S. haematobium* de Mourtourwa que dans ceux confrontés au parasite de Gounougou et de Kékem (tableau II). La durée de la période prépatente est négativement corrélée au taux d'infestation des mollusques ( $r_{\text{Spearman}} = -0,72$ ).

## Discussion

Plusieurs tests ont été définis pour évaluer les différents aspects de la compatibilité mollusque/schistosome (2, 6). Dans cette étude, la compatibilité comparée de 8 populations de bulins vis-à-vis de trois souches de *S. haematobium* a été menée en évaluant le taux d'infestation des mollusques survivants, le taux de mortalité post-infestation et la durée de la période prépatente.

La compatibilité bulin/*S. haematobium* a présenté un niveau de polymorphisme relativement élevé au sein d'un échantillon de mollusques, entre différentes populations de mollusques exposés à une souche parasitaire et entre des échantillons de mollusques de la même population confrontés à plusieurs souches parasitaires. Ces résultats corroborent ceux de VÉRA et coll. (21) sur la compatibilité entre *S. haematobium* et ses vecteurs potentiels au Niger, et vont dans le sens de l'existence d'un niveau de variabilité génétique élevé chez les parasites et les bulins échantillonnés. En effet, les miracidiums ont été obtenus à partir des urines de malades et les échantillons de jeunes bulins étaient constitués des descendants directs de plusieurs individus sauvages.

Le taux de compatibilité a été plus élevé dans les couples homopatriques Mourtourwa/Mourtourwa, Gounougou/Gounougou et Kékem/Kékem que dans les combinaisons allopatriques, confirmant une meilleure adaptation des parasites à leurs populations locales de bulins comme cela a été décrit dans plusieurs modèles mollusque/schistosome (8, 14, 22). La compatibilité est également meilleure entre *S. haematobium* et les échantillons de *B. truncatus* qu'entre ce parasite et les échantillons de *B. globosus* suggérant une hiérarchisation du rôle de ces deux hôtes intermédiaires dans la transmission de la bilharziose au Cameroun. *B. truncatus* joue ainsi le rôle d'hôte intermédiaire de *S. haematobium* dans un nombre de foyers plus élevé que *B. globosus* *B. senegalensis* et *B. camerunensis* (5). *B. globosus* de Yaoundé et de Bafia ont été incompatibles aux trois souches de *S. haematobium*. Des résultats semblables ont été obtenus par VÉRA et coll. (21), *B. globosus*

et *B. forskalii* étant incompatibles avec *S. haematobium* du Niger, alors que *B. truncatus* et *B. senegalensis* étaient fortement sensibles. De la revue de littérature de BROWN (1) transparaît qu'il existe deux variants de *S. haematobium* en Afrique de l'Ouest, l'un transmis par *B. truncatus* et l'autre par *B. globosus*. Cela ne semble pas être le cas dans notre étude; en effet si les parasites de Gounougou et de Kékem, transmis localement par *B. truncatus*, ne sont pas compatibles avec les populations de *B. globosus* celui de Mourtourwa transmis localement par *B. globosus* est compatible à toutes les 4 populations de *B. truncatus* testées. Dans notre étude, la différenciation entre *S. haematobium* de Mourtourwa et les souches de Kékem et de Gounougou n'aurait pas atteint le niveau décrit en Afrique de l'Ouest. Il semble tout simplement que *B. truncatus* soit susceptible à une gamme de génotypes de *S. haematobium* plus large que *B. globosus*.

Une courte période prépatente traduirait une bonne compatibilité (4, 7, 18), mais, d'après TOUASSEM et JOURDANE (20), la période prépatente pourrait présenter des variations sans aucun rapport avec la compatibilité. Nos résultats semblent en accord avec la suggestion de FRANSEN (4) car la durée de la période prépatente est négativement corrélée au taux d'infestation des échantillons de mollusques sensibles aux schistosomes ( $r_{\text{Spearman}} = -0,72$ ). Par exemple, avec le même parasite, les couples homopatriques ont la période prépatente la plus courte par rapport aux couples allopatriques (tableau II). La durée de la période prépatente semble être aussi une caractéristique du parasite car elle est plus longue, en moyenne de 35,3 jours pour le couple homopatrique de Mourtourwa, alors qu'elle n'est que de 28,8 et de 28,4 jours pour ceux de Kékem et de Gounougou respectivement. Cette nouvelle observation confirme la différenciation génétique mise en évidence entre *S. haematobium* de Mourtourwa et ceux de Kékem et de Gounougou.

Le taux de mortalité est un paramètre complexe à analyser car il peut traduire un pouvoir pathogène plus élevé du parasite, des conditions intrinsèques du mollusque et des conditions expérimentales. Dans notre étude, aucune différence significative n'a été notée au niveau du taux de mortalité suggérant une influence négligeable de ce paramètre sur nos résultats.

## Conclusion

Cette étude a permis de mettre en évidence un fort polymorphisme de la compatibilité entre *S. haematobium* et des populations de *B. truncatus* et de *B. globosus*. Une meilleure adaptation des populations de *S. haematobium* à leur mollusque local a été confirmée par un taux d'infestation plus élevé et une période prépatente plus courte. Les populations de *B. truncatus* sensibles à toutes les populations de *S. haematobium* testées joueraient potentiellement un rôle plus important que celles de *B. globosus* dans l'extension de la bilharziose urinaire au Cameroun.

## Remerciements

Nous remercions vivement M. Roger TEUKENG qui a supporté les frais de déplacement et de séjour sur le terrain lors de la récolte du matériel biologique et M. Maxime NGONGANG pour son aide apportée à l'entretien des élevages de mollusques.

## Références bibliographiques

- BROWN SD - *The freshwater snails of Africa and their medical importance*. ED : Taylor & Francis Ltd, London, 1994.
- COMBES C - L'analyse de la compatibilité schistosomes - Mollusques vecteurs. *Bull Soc Pathol Exot*, 1985, **78**, 742-746.
- DOGMO A - *Impact du barrage de Lagdo sur les bilharzioses humaines*. Mémoire de Maîtrise, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, 1995.
- FRANSEN F - Studies on the relationships between *Schistosoma* and their intermediate hosts. IV. The genus *Bulinus* and *S. bovis* from Morocco. *J Helminthol*, 1979, **53**, 349-355.
- GREER GJ, MIMPFOUNDI R, MALEK EA, JOKY A, NGONSEU E & RATARD RC - Human schistosomiasis in Cameroun. II. Distribution of snails hosts. *Am J Trop Med Hyg*, 1990, **42**, 561-572.
- JOURDANE J - Etude des mécanismes de rejet des couples mollusque-schistosome incompatibles à partir d'infestation par voie naturelle et par transplantations microchirurgicales de stades parasitaires. *Acta Trop*, 1982, **39**, 325-335.
- MINCHELLA DJ & LOVERDE PT - Laboratory comparisons of the relative success of *Biomphalaria glabrata* stocks which are susceptible and insusceptible to infection with *Schistosoma mansoni*. *Parasitol*, 1985, **86**, 335-384.
- MUTANI A, CHRISTENSEN NO & FRANSEN F - Studies on the relationship between *Schistosoma* and their intermediate hosts. V. The genus *Bulinus* and *Schistosoma bovis* from Iringa, Tanzania. *Z Parasitenkunde*, 1983, **69**, 483-487.
- NGONSEU E, GREER GJ & MIMPFOUNDI R - Dynamique des populations et infestation de *Bulinus truncatus* et *B. forskalii* par les larves de schistosomes en zone soudano-sahélienne au Cameroun. *Ann Soc Belge Méd Trop*, 1992, **72**, 311-320.
- NJIOKOU F, MOUAFU JB, TEUKENG F, NJINÉ T, SAMÉ EKOBO A & JARNE P - The influence of self-fertilization on life history traits in the freshwater snail *Bulinus forskalii* (Gastropoda, Planorbidae). *Acta Trop*, 2000, **76**, 159-167.
- NJIOKOU F, ONGUENE ONGUENE A R, TCHUEM TCHUENTE LA & KENMOGNE A - Bilharziose urbaine au Cameroun : étude longitudinale de la transmission dans un nouveau site d'extension du foyer de bilharziose de Mélen, Yaoundé. *Bull Soc Pathol Exot*, 2004, **97**, 37-40.
- RATARD R, KOUEMENI LE, EKANI BESSALA MM, NDAMKOU NDAMKOU C, GREER G et al. - Human schistosomiasis in Cameroon. I. Distribution of schistosomiasis. *Am J Trop Med Hyg*, 1990, **42**, 561-572.
- RIPERT C - *Epidémiologie des maladies parasitaires. 2 Helminthoses*. Editions médicales internationales, 1998.
- ROLLINSON D - Recent advances in the characterisation of schistosomes of Man and their Intermediate Hosts. *Trop Dis Res Ser, OMS*, 1984, **5**, 401-441.
- SAMÉ EKOBO A - *Faune malacologique du Cameroun (description, répartition des mollusques dulçaquicoles et foyers de trématodose humaines)*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Rennes I, 1984.
- SAMÉ EKOBO A, TSAFACK F & FONKOU M - *Freshwater snails in Yaoundé city*. Proceeding of "Workshop on medical malacology in Africa", Harare, Zimbabwe, 1997.
- SCHERRER B - *Biostatistique*. Ed. Gaëtan Morin, Quebec, 1984.
- SOUTHGATE VR, ROLLINSON D, ROSS GC & KNWLLER RJ - Observations on an isolate of *Schistosoma bovis* from Tanzania. *Z Parasitenkunde*, 1980, **63**, 241-249.
- SUCHEL B - *Les climats du Cameroun*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Bordeaux III, 1186 p, 1987.
- TOUASSEM R & JOURDANE J - Etude de la compatibilité de *Schistosoma bovis* du Soudan et d'Espagne vis-à-vis de *Bulinus truncatus* de Tunisie et *Planorbarius metidjensis* du Maroc. Analyse comparée des tests de compatibilité utilisés. *Ann Parasitol Hum Comp*, 1986, **61**, 43-54.
- VERA C, JOURDANE J, SELLIN B & COMBES C - Genetic variability in the compatibility between *Schistosoma haematobium* and its potential vectors in Niger. Epidemiological implications. *Trop Med Parasitol*, 1990, **41**, 143-148.
- WRIGHT CA - *Co-evolution of Bulinid snails and African schistosomes*. In: *Medicine in a Tropical environment*, Ed : J.H. Gear, Balkema, Capetown, 1977.

# L'endémie bilharzienne au Burkina Faso.

**J. N. Poda\* (1), A. Traoré (2), B. K. Sondo (1)**

(1) Institut de recherche en sciences de la santé, 03 BP 7047, Ouagadougou 03, Burkina Faso.

\*Tél : (226) 36 32 15, Fax : (226) 36 28 38. E-mail : podajnl@bf.refer.org

(2) UFR/SDS, Université de Ouagadougou, 03 BP 7021, Ouagadougou 03, Burkina Faso

Manuscrit n°DK/63. 6ème congrès international francophone de médecine tropicale "Santé et urbanisation en Afrique" (Dakar, octobre 2001). Accepté le 16 mai 2003.

## Summary: Schistosomiasis endemic in Burkina Faso.

Burkina Faso, through the works of many teams of the OCCGE based in Bobo-Dioulasso, has significant data on several tropical endemics of which schistosomiasis. With the complementary works, it appears to be possible to establish a distribution of the schistosomiasis which reveals its importance. It will be the first stage of the planned national control program.

The parasitologic data-gathering which covers the period of 1951 to 2000, used all the standard techniques. It is about Kato-Kartz and MIF for the intestinal schistosomiasis, centrifugation, filtration, serology, reagent strips, macroscopy of urines and echography of the urinary system for the urinary schistosomiasis. All the eleven medical areas of the country have many sites submitted to parasitologic investigation.

As regard the distribution of the two parasites involved with man (*Schistosoma haematobium* and *S. mansoni*), the data of prevalence (1% to 100%) and their distribution confirm their endemicity and the focal transmission. *S. mansoni* is located in eight medical areas particularly in the South and the West. *S. haematobium* is present in all the eleven medical areas of the country. In hydraulic planning as Sourou where the prevalences went from 23% to 70% for *S. haematobium* and from 0% to 69% for *S. mansoni* between 1987 and 1998. The situation requires a continuous monitoring.

The spatial distribution of the six species of intermediate hosts shows that *Bulinus truncatus* and *B. senegalensis* Soudano-Sahelian species are present in all the ecological zones. *B. globosus* and *Biomphalaria pfeifferi* meet preferentially in the southern half of the country, which reinforces the observation according to which the 14<sup>th</sup> northern parallel is often considered as the limit of septentrional extension of these two species. The other species *Bulinus forskalii* and *B. umbilicatus* could have preference areas. All the species show a certain affinity with a type of biotope.

The rarity and temporary aquatic systems lead to a concentration of the domestic and especially entertaining children activities around these biotopes very often contaminated. The phenomenon is amplified by the increase of contacts man-water, whose frequency and intensity are themselves dependent on activities related to hydro-agricultural planning. The analysis of the data shows, that in terms of colonization of the biotopes by molluscs and the relations between parasites and intermediate and final hosts, hydraulic planning turns out to be an amplifying factor of the species proliferation and parasitic flux host-parasite.

## Résumé :

Le Burkina Faso, à travers les travaux des différentes équipes dont celles de l'ex OCCGE (Organisation de coordination et de coopération pour la lutte contre les grandes endémies), dispose d'importantes données sur plusieurs endémies tropicales, en particulier sur les bilharzioses ou schistosomoses. Ces travaux ont permis d'établir une carte de distribution des schistosomoses présentant l'importance de l'endémie, première étape de la phase de planification du programme national de lutte. En ce qui concerne la distribution des deux parasites de l'homme, *Schistosoma haematobium* et *S. mansoni*, les données de prévalence et leur répartition confirment leur endémicité et le caractère focal de la transmission. *S. mansoni* est localisé dans six districts sanitaires, particulièrement au sud et à l'ouest, alors que *S. haematobium* est présent dans tous les districts sanitaires du pays. Les hydro-aménagements présentent une certaine amplification de l'endémie en fonction de l'ancienneté de l'aménagement.

La distribution spatiale des six espèces d'hôtes intermédiaires identifiées montre que *Bulinus truncatus* et *B. senegalensis*, espèces soudano-sahéliennes, sont présentes dans toutes les zones écologiques. *B. globosus* et *B. pfeifferi* se rencontrent préférentiellement dans la moitié sud du pays, ce qui, à l'exception des hydro-aménagements du Sourou, conforte l'observation selon laquelle le 14<sup>e</sup> parallèle nord serait la limite d'extension septentrionale de ces deux espèces. Les autres espèces, *Bulinus forskalii* et *B. umbilicatus*, pourraient avoir des zones préférentielles.

La rareté des plans d'eau conduit à une concentration des activités domestiques autour des points d'eau de surface très souvent contaminés. Ce phénomène, amplifié par l'accroissement des contacts homme-eau lié aux hydro-aménagements, explique cette endémie sur l'ensemble du pays.

schistosomiasis  
endemic  
intermediate host  
mollusc  
biotope  
distribution  
ecology  
Burkina Faso  
Sub-Saharan Africa

schistosomose  
endémie  
mollusque  
biotope  
écologie  
distribution  
Burkina Faso  
Afrique intertropicale



## Introduction

Maladies parasitaires très répandues dans le monde, surtout dans les zones tropicales, les bilharzioses ou schistosomoses constituent aujourd'hui la deuxième affection liée à l'eau, après le paludisme. Au Burkina Faso, les travaux des services de lutte contre les grandes endémies de la période coloniale, de l'ex-OCCGE (Organisation de coordination et de coopération pour la lutte contre les grandes endémies), au lendemain des indépendances jusqu'à ce jour, et les études récentes d'équipes isolées ou multidisciplinaires ont permis de disposer de données dont la synthèse constitue l'étape incontournable de la phase de planification du programme national de lutte.

Les premiers travaux sur les schistosomoses ont été entrepris dans les régions de Ouagadougou et Bobo-Dioulasso par GAUD (17), MC MULLEN et FRANCOTTE (23) et SANSARRICQ (44). A partir de 1960, les équipes de l'OCCGE (46, 49), du Ministère de la santé, de l'Université de Ouagadougou, du Centre national de la recherche scientifique et technologique, de l'École inter-état des ingénieurs de l'équipement rural (37, 38, 40) ont mené des travaux souvent en rapport avec les aménagements hydrauliques.

Cette étude, qui synthétise les données disponibles sur la distribution des foyers de schistosomoses et les systèmes aquatiques mis en cause, contribue à une meilleure visibilité de l'endémie afin de dégager les enquêtes complémentaires indispensables et les mesures de contrôle spécifiques à chaque région sanitaire.

## Matériel et méthode

### Présentation de la zone d'étude

Le Burkina Faso, pays enclavé, a une superficie d'environ 274000 km<sup>2</sup> et est situé entre les latitudes 9°20' et 15°05' Nord et les longitudes 5°30' Ouest et 2°20' Est. La population résidente est estimée à 10 millions d'habitants, avec un taux d'accroissement moyen de 2,68 %/an.

Quoique plat et relativement peu arrosé, ce pays bénéficie d'un réseau hydrographique assez important. En dehors des cours d'eau qui se rattachent à trois bassins principaux: les bassins de la Volta, de la Comoé et du Niger (et dont deux - le Mouhoun et le Comoé - sont pérennes), il existe de nombreuses mares permanentes ou temporaires, qui occupent les abords des maisons, les bas-fonds ou les espaces interdunaires. À celles-ci, il faut ajouter les grands périmètres irrigués en nombre croissant ainsi qu'un millier de retenues d'eau construites pour les besoins domestiques, agropastoraux et l'irrigation.

La situation en latitude et la continentalité agissent sur les éléments du climat et font du Burkina-Faso un pays inter-tropical à caractère soudano-sahélien caractérisé par l'alternance de deux saisons fortement contrastées, la saison sèche et la saison des pluies avec trois grands types climatiques: le type sahélien (précipitations annuelles inférieures à 650 mm), le type nord soudanien (précipitations annuelles comprises entre 650 et 1000 mm) et le type sud soudanien (précipitations annuelles supérieures à 1000 mm).

Les pathologies les plus préoccupantes sont communes avec celles de l'Afrique intertropicale. Pour y faire face, le pays est organisé en 11 régions et 53 districts sanitaires.

## Recueil des données parasitologiques

Toutes les données des enquêtes parasitologiques réalisées au Burkina Faso par les différentes équipes citées ont été prises en compte. Les techniques utilisées sont, pour la schistosomose urinaire, la centrifugation et, à partir de 1970, en association ou seule, la filtration, la sérologie, l'échographie et les bandelettes réactives. Les techniques de Kato et Kato-Kartz ont été utilisées pour la schistosomose intestinale.

Nos propres enquêtes ont été réalisées à partir de 1987 chez les enfants d'âge scolaire au niveau des aménagements hydroagriques et des sites de projets de développement dans une dizaine de provinces par la méthode du MIF pour évaluer les prévalences de *S. mansoni*, et par la macroscopie, la microscopie et les bandelettes réactives pour évaluer les prévalences de *S. haematobium*. La méthode des bandelettes réactives largement utilisée, très pratique et adaptée aux enquêtes de masse, permet d'obtenir de bons résultats lorsqu'il s'agit d'évaluer les niveaux d'endémies (12, 21, 22, 48, 50).

## Recueil des données sur les hôtes intermédiaires et leurs biotopes

Toutes les données des enquêtes malacologiques réalisées au Burkina Faso par les différentes équipes citées ont été prises en compte. Nos enquêtes malacologiques, réalisées à partir de 1984 sur l'ensemble du pays, se sont focalisées sur les biotopes qui n'ont pas été visités et sur ceux qui ont fait l'objet de modification majeure. Au niveau de chaque site, la recherche des mollusques s'est faite par l'examen direct des supports qui baignent dans l'eau. Leur présence sur le fond est mise en évidence par dragage avec une épuisette métallique munie d'un manche en bois de trois mètres. La détermination des mollusques a été effectuée d'après les critères morphologiques de la coquille. Certaines déterminations ont été confirmées par le Danish bilharziasis laboratory (DBL), au Danemark, le service de parasitologie de l'Institut sénégalais de recherche agricole (ISRA), au Sénégal, et le Centre de recherche sur les méningites et les schistosomoses (CERMES), au Niger. Les sites dans lesquels un ou plusieurs mollusques hôtes intermédiaires ont été récoltés au moins une fois au cours de trente minutes de prospections sont considérés comme positifs. L'ensemble des sites positifs a été classé en fonction des espèces récoltées.

Les différents plans d'eau ont été groupés en cinq types de biotopes:

- 1°) les cours d'eau qui comprennent l'ensemble des biotopes d'eau courante,
- 2°) les barrages artificiels aux eaux pérennes ou sub-pérennes,
- 3°) les lacs naturels,
- 4°) les systèmes d'irrigation,
- 5°) les mares temporaires.

## Recueil des données anthropologiques

Les données anthropologiques sont quasi absentes des documents disponibles, bien que leur intérêt ait été souligné par plusieurs auteurs. Cette pauvreté des résultats sur les aspects sociologiques et comportementaux montre l'effort qui reste à faire dans ce domaine.

## Résultats

Cinq espèces du genre *Schistosoma*, dont trois parasites de l'homme, ont été mises en évidence. Il s'agit de *Schistosoma*

Figure 1.

Données indicatives des prévalences bilharziennes par région sanitaire au Burkina Faso.  
Indicative data of prevalences schistosomiasis according to medical area.



*mansoni* (Sambon, 1907) et de *S. haematobium* (Bilharz, 1852), mis en évidence par DESCHIENS en 1951 (14) et de *S. intercalatum* (Fisher, 1934), mis en évidence par BECKET et SAOUT en 1969 (4); ce dernier parasite n'a été retrouvé dans aucune des différentes enquêtes réalisées par la suite.

La figure 1 donne la situation des données parasitologiques disponibles par région sanitaire. Dans le cas de plusieurs enquêtes, le minimum et le maximum des prévalences sont précisés. Le tableau I indique, par région sanitaire, les niveaux de prévalence, les auteurs des travaux cités (par les numéros des références bibliographiques) ainsi que les techniques utilisées pour les différentes enquêtes parasitologiques.

Les deux autres espèces, parasites du bétail domestique, *S. bovis* (Sonsino, 1876) et *S. curassoni* (Brumpt, 1931), ont été mises en évidence par les enquêtes parasitologiques menées dans les abattoirs de Ouagadougou et Bobo-Dioulasso (3). Ces données sur les parasitoses du bétail ne sont pas abordées dans ce travail.

En ce qui concerne les points de contamination, tous les systèmes d'irrigation et une large gamme des autres milieux aquatiques d'eau de surface ont été prospectés. Au total, 496 biotopes ont été reconnus positifs. Ils se répartissent de la façon suivante : barrages 40,9 %, cours d'eau 33,8 %, mares temporaires 19,6 %, systèmes d'irrigation 3,4 % et lacs naturels 2,2 %, ces deux derniers étant numériquement peu nombreux.

En ce qui concerne les hôtes intermédiaires de schistosomes, six espèces ont été récoltées et identifiées, il s'agit de : *Biomphalaria pfeifferi* Krauss, 1848, *Bulinus truncatus rohlfsi* Cles-

sin, 1886, *Bulinus globosus* Morelet, 1886, *Bulinus umbilicatus*, Mandahl-Barth, 1973, *Bulinus senegalensis*, Muller, 1781 et *Bulinus forskalii* Ehrenberg, 1831.

Tableau I.

Les schistosomoses de l'homme selon les régions sanitaires du Burkina Faso.  
The human schistosomiasis according to medical areas in Burkina Faso.

régions sanitaires	parasitologie : prévalence, techniques utilisées et auteurs			hôtes intermédiaires
	<i>S. mansoni</i>	<i>S. haematobium</i>	auteurs	
Banfora	0 % à 75 % Kato-Kartz	3,3 % à 86,7 % filtration	1,8,37,40	B. t, B. s, B. f, B. gl, B. pf
Bobo-Dioulasso	0 % à 79 % Kato-Kartz	1 % à 100 % centrifugation, filtration,	5,14,17,31 37,40,44	B. t, B. s, B. f, B. gl, B. pf
Gaoua	0 % à 63,7 % Kato-Kartz	0,9 % à 54 % filtration	23,27,32, 34,52	B. t, B. s, B. f, B. gl, B. pf
Dédougou	0 % à 69,7 % Kato-Kartz, MIF	7 % à 85 % ; centrifugation, filtration, bandelettes	14,17,18,19, 23,37,40,39	B. t, B. s, B. f, B. gl, B. pf
Koudougou	< 1 % Kato-Kartz	7 % à 42 % centrifugation, bandelettes	10,23,32,34	B. t, B. s, B. f, B. gl, B. pf
Tenkodogo	0 % à 7 % Kato-Kartz, MIF	6 % à 76 % filtration, bandelettes, échographie.	7,11,23,25, 36,37,40,54	B. t, B. s, B. f, B. gl, B. u, B. pf
Ouagadougou	0 % à 8 % Kato-Kartz, MIF	10 % à 88 % ; bandelettes, centrifugation, filtration, échographie	9,10,14,16, 17,23,26,37, 40,51,	B. t, B. s, B. f, B. gl, B. u, B. pf
Fada Gourma	< 1 % Kato-Kartz	6 % à 100 % filtration, bandelettes	2,23,24,34, 36,37,40,41	B. t, B. s, B. f, B. gl, B. u, B. pf
Ouahigouya	-	9 % à 97 % filtration	6,14,23,32, 37,40,42	B. t, B. s, B. f
Kaya	-	11 % à 65 % filtration, bandelettes	10,12,13,14, 20,23,36,37, 40,53	B. t, B. s, B. f
Dori	-	22,7 % à 100 % filtration, sérologie	6,15,23,37, 40,42	B. t, B. s, B. f

B. t = *B. truncatus*; B. s = *B. senegalensis*; B. gl = *B. globosus*; B. pf = *B. pfeifferi*;  
B. f = *B. forskalii*; B. u = *B. umbilicatus*; le numéro qui figure dans la colonne des auteurs correspond à la référence listée par ordre alphabétique dans le chapitre bibliographie.

La répartition des hôtes intermédiaires potentiels des schistosomes par biotope est présentée dans le tableau II.

Tableau II.

Répartition des hôtes intermédiaires potentiels des schistosomes par biotope.  
Distribution of intermediate hosts of schistosomes according to habitats.

esp./biotope	barrage	cours d'eau	mare	irrigation	lac	total/espèce
B. t.	100	29	28	3	2	162
B. s.	27	31	64	1	1	124
B. gl.	20	43	1	6	3	73
B. pf.	29	36	1	5	4	75
B. f.	24	26	3	2	1	56
B. u.	4	2	-	-	-	6
total/biotope	204	167	97	17	11	496

B. t = *B. truncatus*; B. s = *B. senegalensis*; B. gl = *B. globosus*; B. pf = *B. pfeifferi*;  
B. f = *B. forskalii*; B. u = *B. umbilicatus*

## Discussion

Si l'évolution climatique vers une plus grande aridité, sensible depuis 1960, s'inscrit dans un cadre beaucoup plus large puisqu'il affecte l'ensemble de la planète, il est certain que les pratiques agropastorales et socio-culturelles néfastes accentuent localement les causes de déséquilibre. Seul le changement de comportement et la modification des relations de l'homme à son milieu, y compris dans le domaine sanitaire, pourraient ralentir, voire bloquer le processus, sinon inverser la tendance. Malheureusement, les données socio-comportementales en relation avec les pathologies, dont les schistosomes, sont peu disponibles. En effet, les travaux de recherche sur les incidences sociales des schistosomes, les pratiques des populations en matière de santé dans un contexte marqué par le pluralisme des recours thérapeutiques ont insuffisamment retenu l'attention. Sur le plan biologique et parasitaire, grâce aux études sur la répartition des schistosomes et de leurs hôtes intermédiaires au Burkina-Faso, on possède actuellement une bonne idée de l'importance des schistosomes dans le pays. Ceci pourrait contribuer à la mise en place d'un programme national de lutte contre cette maladie. Celui-ci devra tenir compte de la décroissance progressive de l'infestation des populations du nord au sud du pays pour la schistosomose urinaire et du sud au nord pour la schistosomose intestinale (fig. 1).

Les régions sanitaires de la zone nord présentent des niveaux de prévalence très élevée pour la schistosomose urinaire. Les mares endoréiques et certaines mares temporaires constituent les principaux points de contamination. La rareté et le caractère temporaire des points d'eau de surface conduisent généralement à une concentration des activités domestiques et surtout récréatives des enfants, réservoirs privilégiés des parasites. Dans ces sites, *Biomphalaria pfeifferi*, responsable de la transmission de la schistosomose intestinale, est absente.

Dans ces régions, on peut admettre que le caractère focal de la transmission, aussi bien dans le temps que dans l'espace, malgré les fortes prévalences observées, permet d'attendre d'excellents résultats en matière de lutte par la seule chimiothérapie. En effet, certains auteurs (45, 47) ont montré que d'excellents résultats pouvaient être obtenus avec l'utilisation de la chimiothérapie employée seule lorsque l'on avait affaire à la schistosomose urinaire transmise au cours de la fréquentation de mares temporaires ; or, dans ces régions, celles-ci sont particulièrement fréquentes.

Dans la région du centre, l'endémie due à *S. haematobium* est mésoendémique ; l'apparition de *S. mansoni* est souvent liée à des hydroaménagements comme à Moptédo et au Sourou. Les biotopes sont essentiellement les barrages construits et les mares temporaires entretenues autour des habitations.

Dans la partie sud du pays, en-dessous du 12° de latitude Nord, les prévalences des deux formes de schistosomes s'équilibrent. Les biotopes y sont plus diversifiés, les sites de contamination et de transmission sont plus diffus, avec un développement remarquable de la forme intestinale de la schistosomose dans l'extrême sud-ouest.

Il est important de remarquer également que les aménagements hydrauliques sont à l'origine d'une extension importante des schistosomes. L'explosion démographique, les contraintes climatiques, la saturation foncière et la diminution de la disponibilité alimentaire sont les déterminants qui orientent les efforts du pays vers la mobilisation des ressources en eau à travers les barrages et l'irrigation. Ces derniers attirent de nombreuses populations humaines souvent parasitées, permettent le développement durable des activités de production, mais offrent des conditions propices au contact de l'homme avec l'eau contaminée.

Ainsi, au Sourou, les prévalences bilharziennes de *S. haematobium* sont passées de 19 % en 1954 à 23 % en 1987 et à 70,3 % à Giédougou après la mise en place des aménagements hydroagricoles à partir de 1967. Quant à la schistosomose due à *S. mansoni*, absente jusqu'en 1987 où trois cas ont été décelés chez des migrants, elle est passée à 8% et 69 % dans les villages situés le long des zones aménagées. La même situation prévaut dans la vallée du Kou, le premier périmètre irrigué du Burkina-Faso, où les prévalences vont de 14 % en 1957 à 80 % en 1974 pour *S. haematobium* et de 1,3 % en 1987 à 45% en 1998 pour *S. mansoni*. Les mêmes tendances se dessinent à Bagré où les prévalences des deux formes augmentent à la faveur du développement des activités hydroagricoles, avec des données au niveau des écoles de 65,8% en 1995 à 67 % en 1999 pour *S. haematobium* et de 1,1 % en 1995 à 7 % en 1999 pour *S. mansoni*. Les grandes étendues d'eau des barrages de Ziga et de Kompienga, même en absence d'irrigation, pourraient induire une hausse du niveau de prévalence observé actuellement, soit 19,3 % pour *S. haematobium* et 0 % pour *S. mansoni* à Ziga en 1996 et 16,3 % pour *S. haematobium* et <0,5% pour *S. mansoni* à Kompienga en 1995 (36, 37).

Ainsi, dans les aménagements hydroagricoles, les transformations de l'environnement, de même que les nouvelles activités menées par les populations souvent migrantes, véhiculant avec elles de nouvelles souches de parasites, représentent un risque potentiel majeur. Ce risque existe d'ailleurs aussi bien pour la schistosomose urinaire que pour la schistosomose intestinale. Cette dernière, qui est généralement plus rare dans le contexte naturel, peut exploser dans une zone nouvellement irriguée (32, 33).

Sur le plan de la distribution des hôtes intermédiaires, le tableau II apporte un complément d'information sur la répartition par biotope aux premières synthèses plus géographiques faites selon les espèces et les provinces administratives (38, 49), dans lesquelles il apparaît que *B. truncatus* et *B. senegalensis*, espèces soudano-sahéliennes, sont présents dans toutes les zones écologiques du Burkina Faso, que *B. globosus* et *B. pfeifferi* se rencontrent préférentiellement dans la moitié sud du pays, ce qui conforte l'observation de SELLIN *et al.* (49) selon laquelle le 14<sup>e</sup> parallèle Nord peut être souvent considéré comme la limite d'extension septentrionale de ces deux espèces, enfin que *B. forskalii* et *B. umbilicatus* pourraient avoir des zones préférentielles, *B. forskalii* dans le bassin de la Sissili et *B. umbilicatus* dans l'est du pays.

Sur le tableau II, on note que, dans les 496 biotopes positifs, la répartition par espèce est de 162 biotopes, soit 32,7 %, pour

*B. truncatus*, 124, soit 25 %, pour *B. senegalensis*, 75, soit 15 %, pour *B. pfeifferi*, 73, soit 14,7 %, pour *B. globosus*, 56, soit 11,3 %, pour *B. forskalii*, et 6, soit 1,2 %, pour *B. umbilicatus*.

Une autre observation est l'affiliation de chacune des espèces à un type de biotope. Ainsi, les barrages représentent 61,7 % des biotopes à *B. truncatus* et apparaissent comme les biotopes préférentiels de cette espèce. Les mares temporaires représentent 51,6 % des biotopes à *B. senegalensis*. Les marigots représentent 58,9 % des biotopes à *B. globosus* et 48 % des biotopes à *B. pfeifferi*. *B. forskalii* est présent autant dans les marigots (46,4 %) que dans les barrages (42,9 %).

Enfin, 133 biotopes composés essentiellement de marigots, de barrages et de systèmes d'irrigation hébergent des espèces syntopiques, c'est-à-dire 2, 3 et parfois 4 espèces qui partagent le même biotope. Les espèces syntopiques se rencontrent préférentiellement au niveau des systèmes anthropiques, dans les périodes de crues et de basse température.

Ainsi, l'intervention de l'homme peut constituer un facteur favorisant le développement des hôtes intermédiaires tant qu'elle ajoute des conditions favorables à l'accroissement et à l'expansion des populations de mollusques. De même, le statut temporaire ou permanent des points d'eau démontre les capacités d'adaptation des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes aux milieux secs et, de ce fait, l'ubiquité du parasite.

Vu dans son ensemble, l'endémie bilharzienne, tout comme la distribution des mollusques hôtes intermédiaires, pourrait dépendre des conditions environnementales locales. Ainsi, le fonctionnement des foyers de schistosomose et les stratégies de lutte à mettre en œuvre pourraient se définir dans le cadre d'une écologie des paysages. Cependant, le manque de données sur les aspects anthropologiques et le recours aux soins sont quasi-absents des travaux disponibles, ce qui constitue un obstacle; il y a là un réel besoin de recherche sur le sujet. Les prochaines enquêtes devraient donc tenir compte des interactions entre la société humaine et son espace de vie. De même, une approche des écosystèmes devrait être menée à diverses échelles si l'on veut juger de l'influence propre de l'action humaine sur le système pathogène et les stratégies de lutte applicables.

## Conclusion

Les schistosomoses déjà endémiques autour des points d'eau naturels (mares, cours d'eau et lacs) gagnent du terrain avec la multiplication des aménagements hydrauliques. Le parasite étant présent au sein des populations humaines migrantes, force est de constater que l'installation des mollusques est, la plupart du temps, une condition suffisante au développement des schistosomoses.

Si, en terme de morbidité, les schistosomoses n'ont pas le même impact immédiat que certaines parasitoses comme le paludisme, les conséquences à moyen et long termes peuvent mettre la vie des personnes en danger: surinfection et/ou lithiases vésicales, cancérisation de la vessie, insuffisance rénale, hépato-splénomégalie, hémorragies digestives etc. Même si la lutte contre les schistosomoses demeure difficile, un certain nombre d'interventions sont cependant à recommander (28, 29, 30).

Les données présentées montrent le caractère focal de la distribution des schistosomoses. Aussi, pour que le programme de lutte soit couronné de succès, il devra s'intégrer dans la politique nationale basée sur les régions sanitaires, cibler davantage les groupes et les zones à haut risque et impliquer les populations concernées par un partage des responsabilités entre les spécialistes de la lutte et les organisations villageoises ou de quartiers.

## Remerciements

Nous sommes reconnaissants à l'AUF et à Aire développement pour leur appui à travers la jeune équipe de recherche (JER 3005) et la convention 01-3-BF-22-1 avec le groupe de recherche sur "les schistosomoses en orbite". Sur le terrain, nous avons bénéficié de l'appui des services sanitaires, scolaires et des populations des sites d'étude.

## Références bibliographiques

1. ALLAUSEP - *Rapport final à la XIème conférence technique de l'OCCGE*. Rapport OCCGE Vol. I, 58-75, Bobo-Dioulasso, 1969.
2. BANI S - *Impacts des barrages de retenue d'eau sur le développement de la schistosomiase: cas du barrage hydro-électrique de la Komienga au Burkina Faso. Etude de la prévalence, des facteurs de risques de la schistosomiase urinaire ainsi que de sa connaissance par les populations*. Mémoire d'ingénieur E.I.E.R. Ouagadougou Burkina Faso; E.P.F.L. Lausanne (Suisse), 1989, 67 p.
3. BARA A, PODA JN, SAWADOGO LL, BREMOND P & TIENDRÉ-BEOGO H - Mise en évidence de *Schistosoma bovis* et de *Schistosoma curassoni* au Burkina Faso. *Burkina méd*, 1998, **2**, 5-7.
4. BECKET & SAOUT J- La bilharziose intestinale à *Schistosoma intercalatum* en Haute-volta. *Bull Soc Pathol Exot*, 1969, **62**, 146-151.
5. BELEM AP - *Contribution à l'étude de la bilharziose à Schistosoma mansoni et essai d'un traitement de masse par le vancil en Haute-Volta*. Doctorat en médecine, Faculté de médecine Université d'Abidjan, 1982, 141 p.
6. BOUDIN C - *Enquête de prévalence sur la schistosomiase urinaire dans la région du Sahel voltaïque (République de Haute Volta)*. Doc Tech OCCGE N° 7220, Bobo Dioulasso, 1979.
7. BOUDIN C, PROD'HON J & SELLIN B - *L'endémie bilharzienne dans la région de Tenkodogo (République de Haute Volta)*. Doc. tech. OCCGE. n°6087, Bobo Dioulasso, 1975.
8. BOUDIN C & SIMONKOVICH - *Enquête parasitologique sur les bilharzioses humaines dans la région de Banfora*. Doc. tech. OCCGE. n° 6777, Bobo Dioulasso, 1978.
9. BOUDIN C, SIMONKOVICH E & SELLIN B - *Enquête sur la prévalence de bilharzioses dans les régions de Kombissiri et Ziniaré*. Doc. tech. OCCGE. n° 6778, Bobo Dioulasso, 1978.
10. BRASSEUR P & DRUILHE P - Dispersion géographique de l'endémie bilharzienne dans trois départements du Burkina Faso (ex Haute Volta). *Bull Soc Pathol Exot*, 1984, **77**, 673-677.
11. CAMPAGNE G, PODA JN, GARBA A, BREMOND P, LABBO R et al. - Le risque bilharzien dans la région du barrage de Bagré, Burkina Faso. *Méd Trop*, 1998, **58**, 415-416.
12. CAMPAGNE G, VERA C, BARKIRE H, TINNI A, TASSIE JM et al. - Évaluation préliminaire des indicateurs utilisables au cours d'un programme de lutte contre la bilharziose urinaire au Niger. *Méd Trop*, 1999, **59**, 243-248.
13. COMPAORÉ H - *Infestation bilharzienne à Schistosoma haematobium dans la province du Bam (Burkina Faso). A propos d'une étude multidisciplinaire*. Thèse de Docteur en médecine Université de Ouagadougou, 1986, 158 p.
14. DESCHIENS R - Le problème sanitaire des bilharzioses dans les territoires de l'union française. *Bull Soc Pathol Exot*, 1951, **44**, 350-377.
15. FROMENT A - *La situation sanitaire dans le bassin d'Oursi*. Communication au colloque scientifique international sur la mare d'Oursi ORSTOM-CNRST, 17-21 Février 1992, 236 p.
16. GARBA A, CAMPAGNE G, PODA JN, PARENT G, KAMBIRÉ R & CHIPPAUX JP - Les schistosomoses dans la région de Ziga (Burkina Faso) avant la construction du Barrage. *Bull Soc Pathol Exot*, 1999, **92**, 195-197.
17. GAUD J - Les bilharzioses en Afrique Occidentale et en Afrique Centrale. *Bull Org Mond Santé*, 1955, **13**, 209-258.
18. GENDRON Y - Les parasitoses intestinales du nord-ouest de la Haute Volta. *Méd Trop*, 1975, **35**, 70-71.
19. KABORÉ A - *Investigation étiologique d'une mortalité juvénile élevée dans le village de Yayo (Burkina Faso)*. Thèse Doct pharmacie. FSS/Univ Ouagadougou. 1998, pp. 80.
20. LE BRAS M, GIAP G & FAUCHER P - Activités humaines, aménagements hydro-agricoles et schistosomiase urinaire. Approche méthodologique et résultats (à propos d'une étude préliminaire en Haute-Volta). *Bull Soc Pathol Exot*, 1982, **75**, 44-54.

21. LENGELER C, KOMBA S & MORONA D - Urinary schistosomiasis: influence of the circadian variation of hematuria and proteinuria on reagent stick testing. *Acta Trop*, 1991, **48**, 313-317.
22. LENGELER C, MSHINDA H, MORONA D & DESAVIGNY D - Urinary schistosomiasis: testing with urine filtration and reagent sticks for haematuria provides a comparable prevalence estimate. *Acta Trop*, 1993, **53**, 39-50.
23. McMULLEN DB & FRANCO J - *Rapport préliminaire fait par l'équipe consultative de l'OMS sur la bilharziose. Troisième partie Haute-Volta*. Doc. tech. OCCGE, Bobo Dioulasso, 1960, 711 pp.
24. MINISTÈRE DE LA SANTÉ - *Etude d'impact du barrage de Komienga sur la santé des populations*. SONABEL/DMP Burkina Faso, 1995, 69 p.
25. MINISTÈRE DE LA SANTÉ - *Etude d'impact du barrage de Bagré sur la santé des populations*. MOB/DMP, Burkina Faso, 1996, 146 p.
26. MINISTÈRE DE LA SANTÉ - *Etude d'impact du barrage de Ziga sur la santé des populations*. ONEA/DMP, Burkina Faso, 1997, 80 p.
27. MONGIN C, SELLIN B & TROBOSAS J - *Enquête sur l'endémie bilharzienne dans la région de Kampti*. Doc. Tech. OCCGE N° 6337, Bobo Dioulasso, 1976.
28. OMS - *Lutte contre la schistosomiase*. Sér. rap. tech. 1985, n°728.
29. OMS - Impact de la schistosomiase sur la santé publique : morbidité et mortalité. *Bull Org Mond Santé*, 1994, **72**, 5-11.
30. OMS - *Rapport de la consultation informelle de l'OMS sur la lutte contre la schistosomiase*. 1998, WHO/CDS/SIP/99.65 p.
31. OUÉDRAOGO LR - *Enquêtes de prévalence dans le périmètre irrigué de la vallée du Kou (Bama)* - Ministère de la Santé et de l'Action Sociale, Burkina Faso, 1990, 5pp.
32. PARENT G, OUÉDRAOGO A, ZAGRÉ NM, COMPAORÉ I, KAMBIRÉ R & PODA JN - Grands barrages, santé et nutrition en Afrique : au delà de la polémique. *Cah santé*, 1997, **7**, 417-422.
33. PARENT G, PODA JN, GUIGUEMDÉ R & KAMBIRÉ R - *Principales maladies d'origine hydrique dans le contexte africain: cas des hydro-aménagements du Burkina Faso*. Comm. Symp. Int. ENSP, Acad. Eau, France, 2000, pp. 50-55.
34. PHILIPPON G - *Enquête sur la prévalence des schistosomiasis dans la région de Fada Gourma*. Doc. tech. OCCGE n° 7567, Bobo Dioulasso, 1980.
35. PLOUVIER S, LEROY JC & COLETTE J - *Présentation de deux techniques simples utilisables en enquête épidémiologique de bilharziose urinaire: la filtration des urines et les bandelettes réactives*. XV<sup>e</sup> Conf Tech OCCGE, 1975, 10 p.
36. PODA JN, DIANOU D, KAMBOU T, SAWADOGO B & SONDO B - Etude comparative de trois foyers bilharziens à *Schistosoma haematobium* au Burkina Faso. *Bull Soc Pathol Exot*, 2001, **94**, 25-28.
37. PODA JN, SELLIN B, SAWADOGO L - Hôtes intermédiaires et prévalence de la bilharziose au Burkina Faso. *Science et Technique*, 1994, **XX**, 54-67.
38. PODA JN, SELLIN B, SAWADOGO L & SANOGO S - Distribution spatiale des mollusques hôtes intermédiaires potentiels des schistosomes et de leurs biotopes au Burkina Faso. *OCCGE Information*. N°101 1994, pp. 12-19.
39. PODA JN & TRAORÉ A - Situation des schistosomoses au Burkina Faso. In: *La lutte contre les schistosomoses en Afrique de l'Ouest*. Colloques et Séminaires Ed; IRD 2000, pp.178-195.
40. PODA JN, SORGHO H, DIANOU D, SAWADOGO B, KAMBOU T *et al.* - Profil parasitologique de la schistosomose urinaire du complexe hydroagricole du Sourou au Burkina Faso. *Bull Soc Pathol Exot*, 2001, **94**, 21-24.
41. PROST A & DIARRA PC - Premier bilan parasitologique dans l'Est Volta. *Afr Méd*, 1973, **12**, 573-575.
42. REY JL, VILLON A & DUBOIS B - Enquête sur la bilharziose et la tuberculose urinaire dans le sahel voltaïque. *Afr Méd*, 1979, **18**, 13-16.
43. ROUX J, SELLIN B & PICQ JJ - *Etudes épidémiologiques et enquêtes sur le réservoir de virus humain; technique et dépistage, méthodologie, résultats*. XIV<sup>e</sup> Conf Tech OCCGE, Bobo-Dioulasso 1974, 22 p.
44. SANSARRICQ H - La bilharziose à *Schistosoma haematobium* en Haute Volta dans la région de Bobo-Dioulasso. *Méd Trop*, 1959, **19**, 345-349.
45. SELLIN B - *Carte synthétique commentée sur les stratégies de lutte à appliquer contre les schistosomiasis dans les pays membres de l'OCCGE*. Rapport CERMES, Niamey, 1992, n°2/92.
46. SELLIN B & BOUDIN C - Les schistosomes en Afrique de l'Ouest. *Etudes méd*, 1981, 1-87.
47. SELLIN B, REY JL, MOUCHET F, LAMOTTE F & DEVELOUX M - Les bilharzioses peuvent-elles être considérées comme une priorité sanitaire en Afrique de l'Ouest justifiant des programmes de lutte de grande envergure ? *Méd Trop*, 1995, **55**, 11-16.
48. SELLIN B, SIMONKOVICH E, OVAZZA I, SELLIN E, DESFONTAINE M & REY JL - Valeur de l'examen macroscopique des urines et des bandelettes réactives pour la détection de l'hématurie et de la protéinurie dans le diagnostic de masse de la schistosomiase urinaire, avant et après traitement. *Méd Trop*, 1982, **42**, 521-526.
49. SELLIN B, SIMONKOVITCH E & ROUX J - Etude de la répartition des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes en Afrique de l'Ouest. Premiers résultats. *Méd Trop*, 1980, **40**, 31-40.
50. SIZIYA S, MUSHANGA M, SICHILIMA W, SUKWA TY, LENGELER C & SALA-DIAKANDA DM - The distribution of *Schistosoma haematobium* in the Isoka district, Zambia; and a possible strategy for its control. *Cent Afr J Med*, 1993, **39**, 32-37.
51. TRAORÉ LK, OUÉDRAOGO LH, PIETRA V & NACOU LMA I - Prévalence de l'infection à *Schistosoma haematobium* et relation bilharziose-hématurie dans deux villages du Burkina Faso. *Méd Afr Noire*, 1990, 100-107.
52. TROBOSAS J, SELLIN B & SIMONKOVICH E - *Enquête polysitaire dans la région du futur barrage de Noubiel sur la Volta Noire (Haute-Volta)*. n°6367 Doc. tech. OCCGE, Bobo Dioulasso, 1977.
53. VILLENAVE D - *Organisation de l'espace et schistosomiase urinaire dans trois caummunautés mossi de la région de Kaya en Haute Volta*. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle UER de géographie Université de Bordeaux III, 1983, 331p.
54. ZAN S - *Enquête sanitaire de base dans la zone de développement de Bagré: A propos d'une étude sur les schistosomiasis et les autres parasitoses intestinales majeures (liées à l'hygiène de l'eau)*. Thèse de doctorat d'Etat - Faculté des sciences de la santé - Université de Ouagadougou, 1992, 125p.