

Les schistosomoses au Burkina Faso : étude de l'infestation naturelle des mollusques et de la compatibilité mollusques-schistosome urinaire dans la zone d'influence du barrage de Bagré (Burkina Faso)

Jean Noël PODA*, A. BARA*,
P. BRÉMOND***, H. TIENDRÉBÉOGO**

Résumé

L'étude de la répartition des hôtes intermédiaires des schistosomes (*Biomphalaria pfeifferi*, *Bulinus truncatus rohlfsi*, *Bulinus globosus*, *Bulinus senegalensis*, *Bulinus forskalii*) dans la zone d'influence du grand barrage de Bagré au Burkina Faso, fait ressortir que chaque espèce a sa niche écologique avec quelques particularités liées à la complexité des plans d'eau, en particulier les cours d'eau et les périmètres irrigués. Il se dessine aussi deux populations distinctes de *Schistosoma haematobium*, l'une évoluant chez *B. globosus* dans les biotopes de type cours d'eau et l'autre évoluant chez *B. truncatus* dans les biotopes de types périmètre irrigué relayé par *B. senegalensis* dans les mares temporaires.

Ainsi la typologie des biotopes en termes de colonisation par les mollusques et des relations entre les parasites et les hôtes intermédiaires, apparaît comme une donnée à prendre en compte pour l'adaptation des mesures de contrôle des foyers bilharziens.

Mots-clés : Burkina Faso, Bagré, schistosomes, hôtes-intermédiaires, compatibilité, biotopes.

The schistosomiasis in Burkina Faso : study of molluscs natural infestation and the compatibility molluscs-urinary schistosome in the influence zone of Bagré dam area (Burkina Faso).

Abstract

The distribution study of intermediate hosts of schistosomiasis (*Biomphalaria pfeifferi*, *Bulinus truncatus rohlfsi*, *Bulinus globosus*, *Bulinus senegalensis*, *Bulinus forskalii*) in the large dam area in Burkina Faso, shows that each species has its ecological and specific site due to the complexity of the aquatic systems particularly the river and the irrigate area. Two different populations of *Schistosoma haematobium* looked to be located in the Bagre area: the one developed with *B. globosus* in the river-like biotopes and the second developed with *B. truncatus* in the irrigated area-like biotope or with *B. senegalensis* in the temporary ponds.

Thus, the typology of biotopes for molluscs colonisation and the connection between the parasites and the intermediate hosts appear data to take account for the adaptation of measures for bilharzia sites control.

Key words: Burkina Faso, Bagre, schistosome, intermediate host, compatibility, biotope.

* JER / AUPEL-UREF / IRSS / CNRST 03 B.P. 7047 Ouagadougou 03 (Burkina Faso)

** IRSS / CNRST 03 B.P. 7192 Ouagadougou 03 (Burkina Faso)

*** ORSTOM / Institut Pasteur, Antananarivo (Madagascar)

Introduction

Les schistosomoses ou bilharzioses constituent sans doute l'un des principaux problèmes de santé publique lié aux barrages et aménagements hydrauliques (PARENT *et al.*, 1997). Cette parasitose liée à l'eau est due à des plathelminthes du genre *Schistosoma* Weinland, 1858 dont les stades larvaires se développent chez des mollusques gastéropodes pulmonés. Beaucoup de facteurs environnementaux influencent le nombre et l'espèce des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes.

Par le fait qu'ils attirent de nombreuses populations humaines souvent parasitées, qu'ils permettent le développement durable des mollusques hôtes intermédiaires et qu'ils offrent des conditions propices au contact de l'homme avec l'eau contaminée, les aménagements hydrauliques comme celui de Bagré sont à l'origine de l'extension des schistosomoses.

Sur le terrain, force est de constater que l'installation des mollusques est la plupart du temps une condition suffisante au développement des schistosomoses dont l'extension dépend de l'importance des flux parasitaires avec les hôtes définitifs et intermédiaires.

Qu'il s'agisse de déterminer les modes de colonisation d'un aménagement récent par les mollusques, d'aborder le problème de l'extension probable de la schistosomose urinaire de l'homme dans la zone de Bagré, de tenter de comprendre pourquoi la schistosomose intestinale est si peu représentée (BARA *et al.*, 1996 ; AMADOU, 1997), d'étudier la distribution géographique des mollusques hôtes et des schistosomes de l'homme et du bétail, ou encore de décrire plus finement le fonctionnement des foyers en vue d'une adaptation des mesures de contrôle aux réalités de la transmission parasitaire, les pistes de recherches sont nombreuses et ont un intérêt sanitaire et scientifique.

Les résultats qui suivent, participent de cette approche et concernent la distribution des biotopes, des hôtes intermédiaires et leur relation avec les parasites dans le contexte de la zone d'influence du grand barrage de Bagré.

Matériel et méthode

Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude (figure 1) est la portion du bassin du grand barrage de Bagré allant du village de Bagré au Sud à hauteur de Moktédo au Nord. La pluviométrie est d'environ 800 mm et plusieurs cours d'eau temporaires drainent les eaux vers le barrage. La construction de l'ouvrage dont le site avait été choisi dès 1972 sur le Nankambé, a débuté le 17 octobre 1989 et s'est achevée en 1992 avec la mise en eau le 10 juillet de la même année. Les objectifs principaux sont l'irrigation de 7 400 hectares et la production d'électricité. Environ 500 000 personnes sont concernées dont 100 000 venant hors de la zone d'influence du barrage.

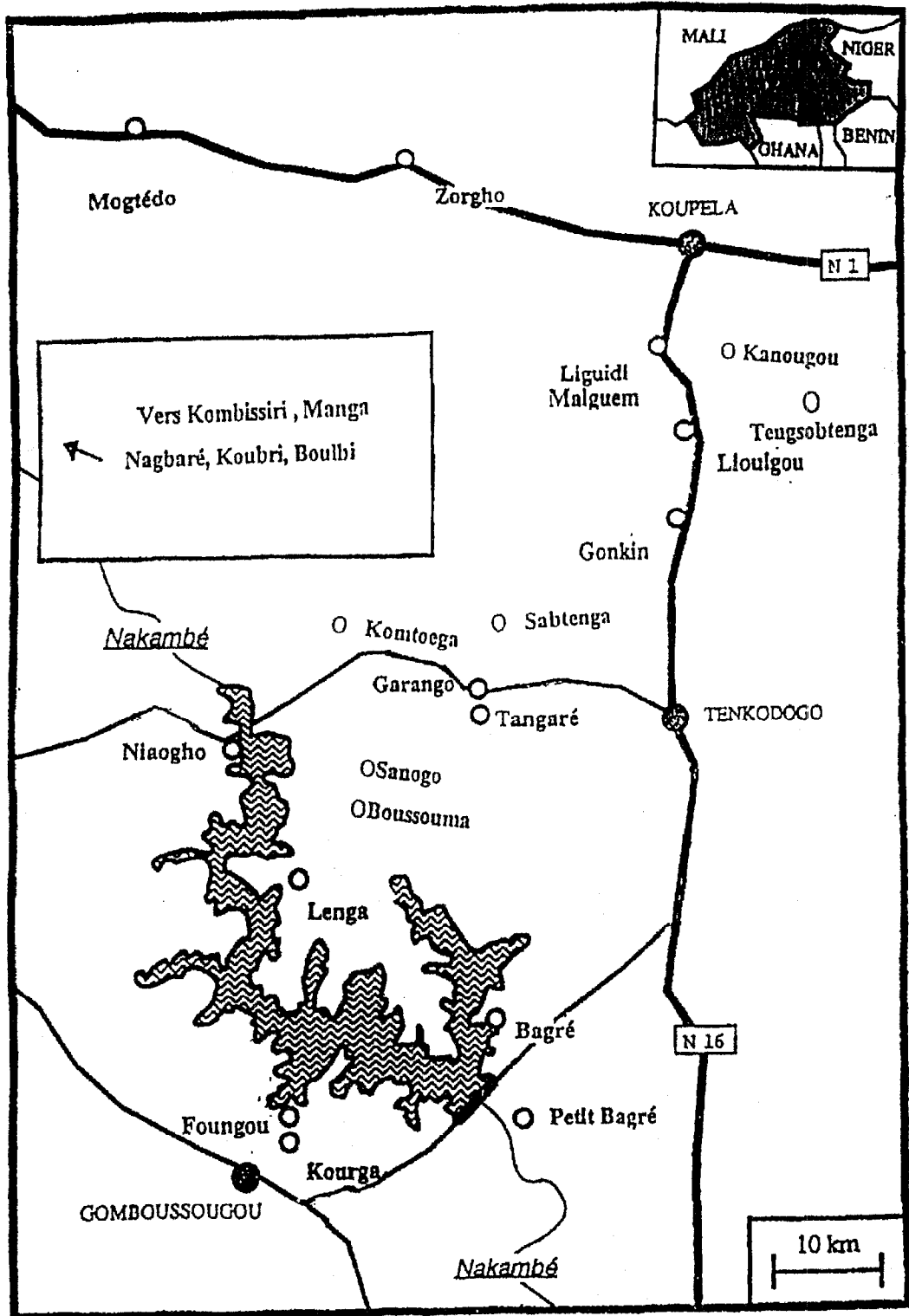


Figure 1. Présentation schématique de la zone d'influence du grand barrage de Bagré.

Prospection malacologique

L'enquête malacologique a porté sur les écosystèmes aquatiques d'eau de surface de la zone d'étude, des anciens biotopes ont été contrôlés et de nouveaux mis en évidence.

Au niveau de chaque site, la recherche des mollusques s'est faite par examen direct des supports : plantes aquatiques, feuilles et branches mortes, cailloux et tout objet solide qui baigne dans l'eau. Le ramassage manuel se fait avec des pinces souples. Chaque prospecteur est équipé de gants et de bottes. Les sites dans lesquels un ou plusieurs mollusques hôtes intermédiaires ont été récoltés au moins une fois au cours de trente minutes de prospection sont considérés comme positifs. L'ensemble des sites positifs ont été classés en fonction des espèces récoltées et de la typologie des biotopes.

Contrôle de la parasitose chez les mollusques

Les mollusques récoltés sur le terrain sont ramenés au laboratoire où ils sont placés dans des piluliers contenant de l'eau de forage (à raison d'un mollusque par pilulier) et exposés à une source lumineuse artificielle (néon de 36 Watts). Cette exposition à la lumière provoque une libération de cercaires de schistosomes chez les mollusques infestés. Les individus positifs sont comptés et mis en élevage, dans la perspective de l'identification de l'espèce de schistosome faisant l'objet de leur infestation. Ceux qui sont négatifs sont maintenus en élevage à part pendant un mois, pour permettre le développement des parasites en période prépatente, et contrôlés à nouveau. Les mollusques négatifs sont maintenus en élevage pour les tests de compatibilité.

Identification de l'espèce de schistosome chez le mollusque

L'identification consiste en la mise en évidence de l'espèce de schistosome responsable de la parasitose chez un mollusque positif. Différentes techniques sont utilisées à cet effet. Notre choix s'est porté sur la chronobiologie de l'émission cercarienne (rythme d'émergence de cercaires) grâce à un appareil, le chronocercariomètre de THERON simplifié par l'équipe du CERMES de Niamey (Niger), qui permet de recueillir automatiquement la quantité de larves émises par le mollusque positif pour chaque tranche horaire du matin au soir. Ce marqueur autorise une discrimination nette entre les espèces de schistosomes parasites de l'homme dont le pic d'émission cercarienne est maximal entre 12 et 14 heures et les espèces parasites du bétail domestique dont le pic se situe entre 9 et 11 heures.

Evaluation de la compatibilité mollusque-schistosome urinaire

Le degré de compatibilité mollusque-schistosome urinaire s'apprécie essentiellement par l'évaluation du taux d'infestations réussies des mollusques de tailles comprises entre 1 et 3 mm de hauteur. La technique repose sur la mise en contact dans une cuve parallélépipédique de 1cm de côté à la base contenant de l'eau de forage à 26 °C, le mollusque choisi et 5 miracidia. Les bulins qui subissent le test de compatibilité sont toujours issus de la première génération des mollusques ramenés du terrain. La cuve est placée durant 24 heures à l'obscurité. Les bulins sont ensuite remis en élevage. Le contrôle de l'émission cercarienne s'effectue à partir du trentième jour post-infestation. Les miracidia

proviennent de l'éclosion en laboratoire des œufs de bilharzie contenus dans les urines récoltées au cours des examens parasitologiques que nous réalisons dans les écoles choisies.

Résultats

Les résultats de la répartition des hôtes intermédiaires selon les biotopes et les localités sont présentés au tableau I.

A l'exception de *B. umbilicatus* (MANDAHL-BARTH, 1973) toutes les espèces de mollusques hôtes intermédiaires présentes au Burkina Faso (PODA *et al.*, 1994) se retrouvent dans la zone d'influence immédiate du barrage de Bagré. Ce sont : *Biomphalaria pfeifferi* KRAUSS, 1848 ; *Bulinus truncatus rohlfsi* CLESSIN, 1886 ; *Bulinus globosus* MORELET, 1886 ; *Bulinus senegalensis*, MULLER, 1781 ; *Bulinus forskalii* EHRENBERG, 1831.

Tableau I. Répartition des hôtes intermédiaires des schistosomes par biotope et par localité dans la zone d'influence du barrage de Bagré.

Espèce	Biotope				Total
	Barrage	Cours/d'eau	Mare	Irrigation	
<i>B. truncatus</i>	Moktédo, Gonkin, Lilgui Malguem, Koupela, Bindé, Koubri, Nagbagré, Kourga	Koupela Zorgo, Bagré, Manga	-	Moktédo, Gonkin Kourga, Bagré, Kourga	17
<i>B. senegalensis</i>	Zorgo	-	Sanogo, Lenga, Bagré, Moktedo	-	5
<i>B. globosus</i>	Bagré, Garango, Tenkodogo, Boulbi, Koubri, Nagbagré, Zorgo,	Tenkodogo, Boussouma Sanogo, Lenga, Sabtenga, Koupela, Tangaré, Liougou	-	Bagré	16
<i>B. pfeifferi.</i>	-	Garango, Tenkodogo	-	Bagré, Kourga, Koubri, Gonkin, Moktédo, Nagbagré, Koupela, Kanougou	10
<i>B. forskalii</i>	Bazèga	Garango, Boussouma	-	Kourga	4
Total	17	16	4	15	52

Le tableau II présente les résultats du contrôle de l'infestation naturelle chez les mollusques. La transmission naturelle de schistosomes du groupe à œuf à éperon terminal représenté essentiellement par *Schistosoma haematobium* BILHARZ, 1852 agent de la schistosomose urinaire de l'homme et de *Schistosoma bovis* SONSINO, 1876, agent d'une schistosomose intestinale des ruminants domestiques mis en évidence à Moktédo (BARA, 1997) fait intervenir les quatre mollusques du genre *Bulinus*. Aucune parasitose naturelle par *S. mansoni* SANBON, 1907 n'a pu être mise en évidence dans les échantillons de *B. pfeifferi* récoltés sur le terrain.

Le tableau III expose les résultats de l'évaluation de la compatibilité mollusque-schistosome. Si *S. mansoni*, seule espèce des schistosomes du groupe à éperon latéral, évolue nécessairement sur *B. pfeifferi* seul hôte intermédiaire, les bulins affichent une certaine affinité. Ce tableau permet de déterminer les hôtes intermédiaires potentiels des différentes espèces et populations de schistosomes (VERA, 1991)

Tableau II. Résultats de contrôle des infestations naturelles des mollusques par *Schistosoma* dans la zone d'influence du barrage de Bagré.

Espèces	Provenances et biotopes	Nombre récolté	Résultats positifs
<i>B. truncatus</i>	Mogtédo/irrigation	278	7 à <i>S. haematobium</i>
<i>B. truncatus</i>	Liguidi-Malgueme /barrage	269	1 à <i>S. sp</i>
<i>B. truncatus</i>	Garango /Barrage	118	0
<i>B. truncatus</i>	Petit Bagré /irrigation	357	8 à <i>S. haematobium</i>
<i>B. globosus</i>	Zorgo, Cours d'eau	462	1 à <i>S. sp</i>
<i>B. globosus</i>	Tangaré/ cours d'eau	187	3 à <i>S. haematobium</i>
<i>B. senegalensis</i>	Mogtédo /mare	17	2 à <i>S. bovis</i>
<i>B. senegalensis</i>	Petit Bagré/barrage	63	0

Discussion

Les résultats (tableau I) font apparaître l'importance de la distribution des différentes espèces en particulier *B. truncatus*, *B. globosus* et *B. pfeifferi* à travers l'occupation des biotopes. Sur les 52 biotopes positifs, la répartition par espèce est de 17 biotopes soit 32,7 % pour *B. truncatus*, 16 soit 30,7 % pour *B. globosus*, 10 soit 19,2 % pour *B. pfeifferi*, *B. senegalensis* et *B. forskalii*, sont faiblement représentés avec respectivement 9,6 % et 7,7 %.

B. pfeifferi colonise les biotopes du type périmètre irrigué qui représentent 80 % de ses biotopes avec de fortes densités observées de septembre à novembre. Les enquêtes parasitologiques récentes ont révélé de faibles prévalences de bilharziose intestinale à *S. mansoni* au niveau des écoles : 1 cas sur 31 à Moktédo (BARA *et al.*, 1996), 3 cas sur 56 à Bagré (AMADOU, 1997).

B. truncatus a été rencontré dans les biotopes de types retenue artificielle qui représentent 47 % de ses biotopes, avec de fortes densités observées de novembre à mars. Quelques spécimens naturellement parasités (tableau II), montrent l'existence de foyers de transmission dans lesquels les risques humain et animal peuvent s'imbriquer.

B. globosus a été rencontré dans les biotopes de types cours d'eau comme l'ont observé WOOLHOUSE et CHANDIWANA (1990) et retenue qui représentent respectivement 50 % et 43,7 % de ses biotopes. Des spécimens (tableau II) de Tangaré ont été retrouvés naturellement infestés par *S. haematobium*, l'identification de celui de Zorgho n'a pu être conduit à terme.

B. senegalensis et *B. forskalii*, souvent difficiles à distinguer sur la base de la morphologie de la coquille ont été rencontrés dans les biotopes de types temporaires. Les densités maximales de *B. senegalensis* sont observées d'août à octobre et cette espèce disparaît au début de la saison fraîche pour être relayée par *B. forskalii*, qui se développe essentiellement de novembre à février comme l'ont rapporté VERA *et al.* (1995). Deux spécimens de *B. senegalensis* de la mare temporaire de Moptédo ont été retrouvés naturellement infestés par *S. bovis*.

Sur le plan expérimental (tableau III), l'évaluation de la compatibilité mollusque-schistome urinaire montre une plus grande réceptivité de *B. truncatus*. Ainsi, *B. truncatus* de Moptédo est compatible avec la souche de *S. Thaematobium* de Moptédo, de Tangaré (site à *B. globosus* près de Garango) et de Thion (site à *B. truncatus* et *B. senegalensis* dans la province de la Gnagna) ; il est incompatible avec la souche de *S. Thaematobium* de Yayo (au centre des aménagement hydro-agricoles du Sourou) et de Ténado (site à *B. senegalensis* dans la province du Sanguié). *B. truncatus* de petit Bagré est compatible avec la souche de *S. haematobium* de Ténado. *B. truncatus* de Yayo est compatible avec la souche de *S. haematobium* de Moptédo. La souche de *S. haematobium* de Tangaré (localité à *B. globosus*) est compatible avec *B. globosus* de Tangaré, de petit Bagré. Les autres tests de compatibilité de *B. globosus* de Zorgo et de Garango avec les souches de *S. haematobium* de Moptédo, Ténado et Donsin sont négatifs. Les résultats sur la compatibilité mollusque-schistosome urinaire (tableau III) qui complètent les données de contrôle de l'infestation naturelle (tableau II) et celles se rapportant à la distribution géographique des hôtes intermédiaires (tableau I), permettent d'aborder les risques d'extension de la parasitose.

Ainsi, on peut s'attendre à être confronté à plusieurs populations de *S. haematobium*, distinctes comme au Niger (VERA *et al.*, 1995). Dans le cas de la zone de Bagré, il se dessine deux populations de *S. haematobium*, l'une évoluant sur *B. globosus* dans les biotopes de type cours d'eau temporaire et l'autre sur *B. truncatus* dans les biotopes de type périmètre irrigué relayé par *B. senegalensis* dans les biotopes de types mares et biotopes éphémères. En ce qui concerne *S. bovis*, il est probable que les populations locales aient les mêmes potentialités que celles observées au Niger (BREMOND *et al.*, 1996) et pourraient se développer chez n'importe laquelle des quatre espèces de bulins présents à Bagré.

Aucun mollusque hôte intermédiaire n'a été récolté vivant depuis juillet 1992 dans les quatre stations du plan d'eau du grand barrage de Bagré (Niangho, Lenga, Bagré et Fougou)

prospectées cinq fois par an, cependant les changements écologiques favoriseront à terme (SYMOENS *et al.*, 1982) le développement des hôtes intermédiaires des schistosomes ; par ailleurs, la distribution géographique des mollusques qui a été exposée (*B. truncatus* dans tous les périmètres irrigués de la région et *B. globosus* dans la plupart des cours d'eau) autorise à projeter une colonisation rapide des nouveaux périmètres en cours d'aménagement par *B. truncatus* et *B. pfeifferi* et les cours d'eau adjacents au grand barrage de Bagré par *B. truncatus* et *B. globosus*. On aura ainsi à faire face à l'existence d'au moins trois systèmes épidémiologiques différents à savoir les collections d'eau de types cours d'eau temporaire, retenue artificielle et périmètre irrigué qui constituent dans tous les cas des sites de transmission des schistosomes.

Tableau III. Résultats des tests de compatibilité expérimentale mollusque-schistosome urinaire dans la zone d'influence du barrage de Bagré.

Espèces	Provenances	Nombre soumis au test	Origines de <i>S. haematobium</i>	Résultats positifs
<i>B. truncatus</i>	Mogtédo	16	Yayo/Sourou	0
<i>B. truncatus</i>	Mogtédo	24	Mogtédo	17
<i>B. truncatus</i>	Mogtédo	18	Tenado/Sanguié	0
<i>B. truncatus</i>	Mogtédo	32	Tangaré/Garango	4
<i>B. truncatus</i>	Mogtédo	12	Thion/Gnagna	3
<i>B. truncatus</i>	Petit Bagré	26	Mogtédo	5
<i>B. truncatus</i>	Petit BAGré	13	Tenado/Sanguié	4
<i>B. truncatus</i>	Yayo/Sourou	12	Mogtédo	4
<i>B. globosus</i>	Garango	13	Donsin/Boulsa	0
<i>B. globosus</i>	Zorgho	12	Yayo/Sourou	0
<i>B. globosus</i>	Zorgho	24	Tangaré/Garango	0
<i>B. globosus</i>	Tangaré/Garango	126	Tangaré/Garango	13
<i>B. globosus</i>	Zorgho	20	Ténado/Sanguié	0
<i>B. globosus</i>	Zorgho	9	Mogtédo	0

Conclusion

L'extension des schistosomes est généralement identifiée lorsque la maladie est déjà bien installée. Paradoxalement, les connaissances sur les modalités de développement de l'endémie en termes de colonisation des biotopes par les mollusques et de relations entre les parasites et les hôtes intermédiaires potentiels ne sont toujours pas disponibles pour adapter les mesures de contrôle au fonctionnement réel des foyers bilharziens. Les résultats partiels présentés dans ce document donnent l'approche en même temps les informations qui seront

développées pour comprendre les processus qui permettent à un aménagement hydraulique comme le grand Bagré de se transformer progressivement en site de transmission et d'extension des schistosomoses.

D'ores et déjà, les travaux réalisés dans la zone d'influence du grand barrage de Bagré montrent clairement que :

- la retenue du grand Bagré, plus de trois ans après sa mise en eau, n'est pas encore colonisée par les mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes et ne représente pour l'instant aucun danger pour la santé humaine et animale sur le plan strict de l'endémie bilharzienne ;
- la périphérie de cette retenue est caractérisée par l'existence de plusieurs sites de transmission des schistosomoses ;
- les modalités de transmission de *S. haematobium* sont susceptibles de faire intervenir les populations génétiquement distinctes du parasite et trois espèces de mollusques (*B. truncatus*, *B. globosus*, *B. senegalensis*) se développant à des périodes et dans des milieux différents ;
- les systèmes de types périmètre irrigué offrent des conditions propices au développement des mollusques du genre *Biomphalaria* et donc à l'extension de la bilharziose intestinale de l'homme à *S. mansoni*, même si celle-ci est pour l'instant peu répandue ;
- la schistosomose du bétail à *S. bovis* ne doit pas être négligée, compte tenu des confusions sérieuses entre les risques humain et animal ;
- les mesures préventives axées sur un traitement par chimiothérapie devraient être envisagées dès maintenant afin de réduire rapidement le niveau d'endémie de la schistosomose urinaire chez les populations humaines souvent fortement atteintes en périphérie de Bagré, de façon à freiner ou bloquer l'extension de la maladie qui accompagnera probablement la colonisation de la retenue par les bulins ; le traitement avant leur installation dans les périmètres en cours d'aménagement devrait concerner aussi les futurs exploitants porteurs souvent d'une souche de parasite depuis leur village d'origine. □

Remerciements

Le manuscrit est tiré d'un ensemble de travaux qui ont bénéficié de l'appui de l'AUPELF-UREF à travers la JER 3005, de l'ORSTOM à travers l'affectation de Philippe Bremond à l'ex IRBET et du Consortium Vallées Intérieures .

Références bibliographiques

- AMADOU H., 1997. Exploration échographique de la morbidité due à *Schistosoma haematobium* et *S. mansoni* dans deux foyers du Niger et du Burkina Faso. Mémoire de Doctorat en médecine, Université A.M. de Niamey (Niger), 50 p.
- BARA A., 1997. Contribution à l'étude des schistosomoses au Burkina Faso : cas des schistosomoses du bétail domestique. Mémoire de DEA FAST/Université de Ouagadougou, 61 p.
- BARA A., PODA J.N., KAMBOU T., SANOGO S. et BREMOND P., 1996. Risques d'extension des schistosomoses dans la zone du barrage de Bagré (Burkina Faso). Communication au comité scientifique du CERMES Niamey (Niger), 7 p.

BREMOND P., NGORAN E., LABBO R. et PODA J.N., 1996. Aménagements hydrauliques et extension des schistosomes au Burkina Faso et dans deux pays limitrophes (Niger, Côte-ivoire) . Communications aux 5^e Journées des Sciences de la santé de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso), 9 p.

PARENT G., OUÉDRAOGO A., ZAGRÉ N.M., COMPAORÉ I., KAMBIRÉ R., PODA J.N., 1997. Grands barrages, santé et nutrition en Afrique : au delà de la polémique. Cahiers de Santé (7) : 417-422.

PODA J. N., SELLIN B., SAWADOGO L., SANOGO S., 1994. Distribution spatiale des mollusques hôtes intermédiaires potentiels des schistosomes et de leurs biotopes au Burkina Faso. Bulletin OCCGE Information. n°101 : 12-19.

SYMOENS J. J., BURGIS M., GAUDET J. J., 1982. Écologie et utilisation des eaux continentales africaines. Ser. tech. PNUE (1) : 212 p.

VERA C., 1991. Contribution à l'étude de la variabilité génétique des schistosomes et de leurs hôtes intermédiaires : polymorphisme de la compatibilité entre les diverses populations de *Schistosoma haematobium*, *S. bovis* et *S. curassoni* et les bulins hôtes potentiels en Afrique de l'Ouest - Thèse de Doctorat ; Université de Montpellier III Sciences et Techniques du Languedoc, 303 p.

VERA C., BREMOND P., LABBO R., MOUCHET F., SELLIN E., BOULANGER D., POINTIER J.P., DELAY B. and SELLIN B., 1995. Seasonal fluctuations in population densities of *Bulinus senegalensis* and *B. truncatus rolhfsi* (Planorbidae) in temporary pools in a focus of *Schistosoma haematobium* in Niger : implications for control. J. Moll. Stud., 61, 79-88.

VERA C., SELLIN E., BREMOND P., MOUCHET F. SIDIKI A., SELLIN B., 1992. Les systèmes épidémiologiques de la bilharziose urinaire au Niger. Rapport CERMES 4/92, 17 p.

WOOLHOUSE M.E.J. and CHANDIWANA S.K., 1990. Population dynamics model for *Bulinus globosus*, intermediate host for *Schistosoma haematobium*, in river habitats. Acta Tropica, 47 151-160.