

# 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.

Caractéristiques socio-démographiques des populations étudiées et sources d'approvisionnement hydrique des villages.					
Population characteristics and water resources of studied villages.					
village	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.

Évolution 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).

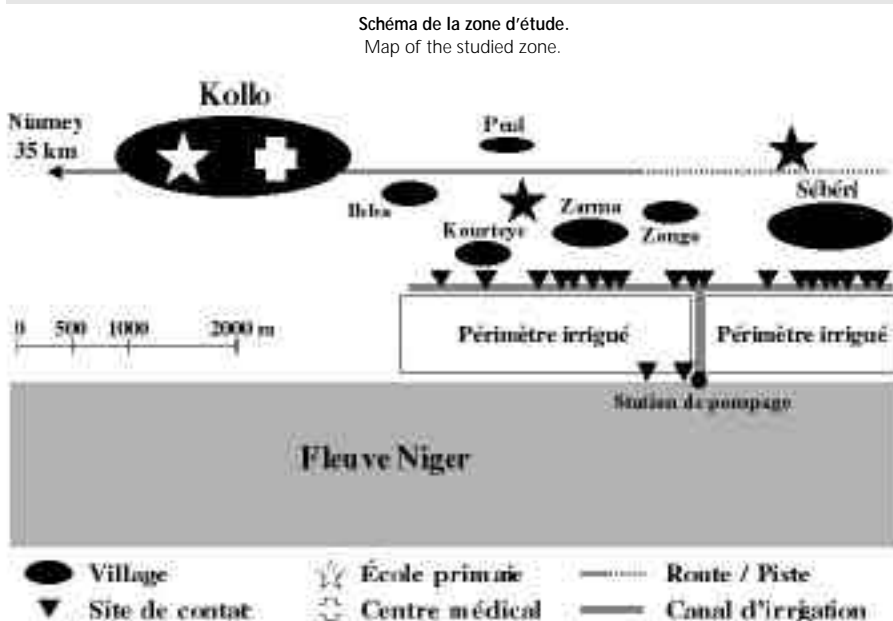
Un premier bilan parasitologique et clinique a été effectué en novembre 1999. Il comportait un interrogatoire clinique détaillé, un examen parasitologique des urines, avec une double filtration urinaire (5), et une échographie du tractus urinaire en utilisant le protocole défini à l'Atelier de Niamey (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.

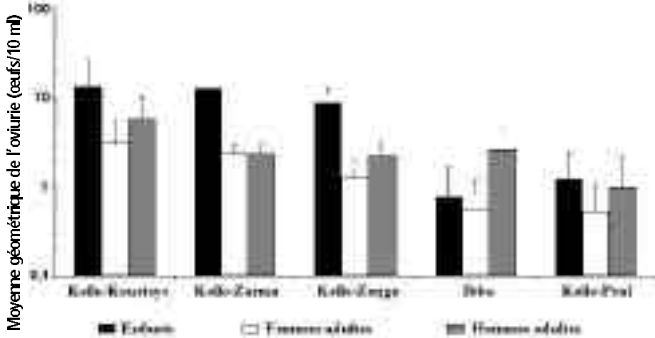


Tableau III.

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.

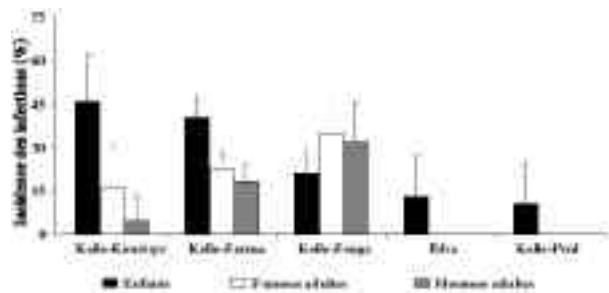


Figure 4.

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

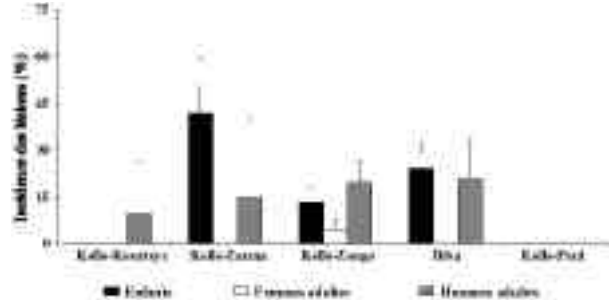


Tableau IV.

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.

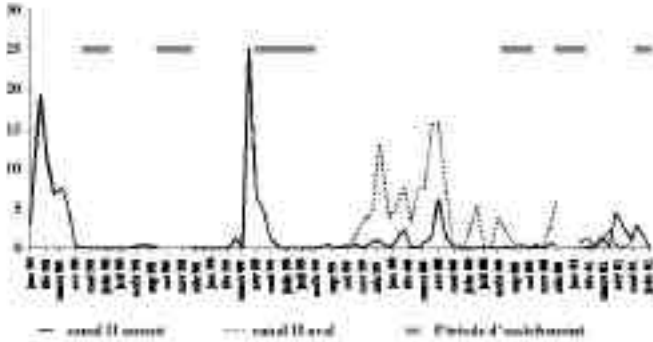
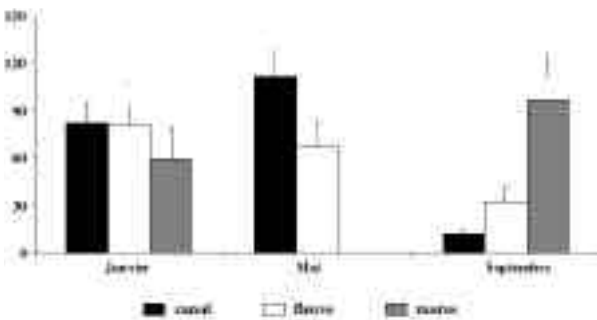


Figure 6.

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. ERNOULT 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.