

09530

**Organisation pour la Mise en Valeur
du Fleuve Sénégal
(O. M. V. S.)**



**EVALUATION DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT
d'aménagements prévus
DANS LE BASSIN DU FLEUVE SENEGAL**

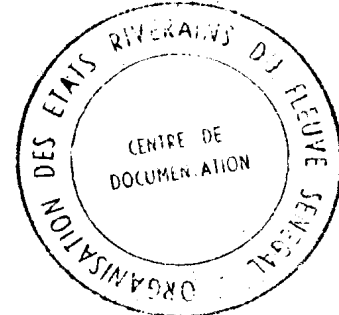
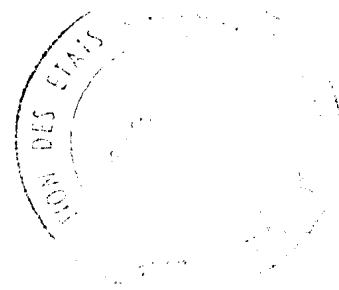
**Rapport Special
Bilharziose**

**Gannett Fleming Corddry and Carpenter, Inc.
Harrisburg, Pennsylvania, USA**

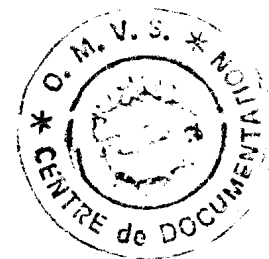
In association with

**ORGATEC Societe Africaine d'Etudes Techniques
Dakar Sénégal**

09530
7224



LA BILHARZIOSE URINAIRE
DANS LA ZONE SAHELIEENNE DU BASSIN
DU FLEUVE SENEGAL



Rosso (Mauritanie)	2,1 %	(Province de Trarza : 10,2 %)
Villages en bordure du lac de Guiers	3 à 12 %	
Podor	15 %	pour les femmes, 20 % pour les hommes
Boghé	2,6 %	(Province de Brakna : 24,5 %)
Kaedi	9,7 %	
Matam	11,8 %	
Maghama	11,1 %	
Diamou	42,5 %	
Bakel	22,0 %	

En fonction de l'ethnie et du mode de vie, la prévalence de la maladie est de :

Population sédentaire :

Bambara	21/59	soit 36 %
Sarakolé	146/66	soit 22 %
Toucouleurs	300/79	soit 38 %
Wolofs	12/259	soit 5 %

Population nomade

Foulbé	58/104	soit 56 %
Maures	724/1673	soit 43 %

Selon Carlos (1968) des cas de bilharziose intestinale ont été observés dans la région de Matam, et Watson (1969) signale la présence à Richard Toll et dans le lac de Guiers du planorbe Biomphalaria pfeifferi, hôte intermédiaire de Schistosoma mansoni. Leger (1923) et Lefrou (1933) y font brièvement référence, Lefrou signalant notamment le bullin, hôte intermédiaire de Schistosoma haematobium dans la région de Saint-Louis. L'essentiel des données sur la distribution, dans la plupart des régions du Sénégal, des mollusques hôtes intermédiaires de Schistosoma haematobium et de S. mansoni ont été recueillis dans le rapport publié par Larivière, Gretillat et Hocquet (1963). D'après ces auteurs, Bulinus guernei est l'hôte intermédiaire de Schistosoma haematobium dans le delta (région de Rosso, à Saint-Louis).

CHAPITRE C

ETUDE DE LA PREVALENCE DES SCHISTOSOMES

Une étude générale sur la situation sanitaire dans le bassin du fleuve Sénégal a été réalisée par l'équipe du projet entre juillet 1977 et mai 1978, avec analyse systématique des urines et des selles pour la recherche de Schistosoma haematobium et de S. mansoni. Dans la région du Sahel, aucun sujet positif n'a été découvert pour S. mansoni, tandis que pour l'ensemble du bassin du fleuve Sénégal, un seul cas de contamination a été observé pour 961 examens des selles ; il s'agissait d'un homme adulte ayant autrefois vécu en Casamance, région à forte endémicité.

La prévalence de la bilharziose dans le delta du fleuve a fait l'objet d'études récentes par Downs (1977) et Lemasson (1978). Nous avons donc axé nos travaux sur la région de la moyenne vallée.

1 - Déroulement de l'étude

Les villages de l'échantillon ont été sélectionnés sur la base de caractéristiques telles que la composition ethnique, la densité de population, les activités professionnelles, et surtout la proximité des points d'eau : fleuve, marigots, réseau d'irrigation, et mares de latérite. La liste des villages sélectionnés, ainsi que leurs principales caractéristiques, est présentée au tableau C.1.1., tandis que la figure C.1.1. précise leur situation géographique. Pour pouvoir constituer l'échantillon de population, toutes les données sur les villages sélectionnés ont été recueillies au cours d'observations sur place et d'entretiens avec les chefs de famille. L'effectif de chaque échantillon a été déterminé en fonction du nombre d'habitants des différents villages, chaque unité étant choisie au hasard. Au cours de ce sondage aléatoire, les caractéristiques relevées ont été l'âge, le sexe, le groupe

ethnique, l'occupation et le degré d'alphabétisation de chaque individu de l'échantillon.

Nous avons remis à chacun un récipient en plastique de la contenance d'un pot de yaourt (100 cl), le numéro d'identification personnel inscrit sur une bande adhésive, et leur avons demandé de fournir immédiatement un échantillon d'urine. Ces échantillons ont été ensuite transférés dans un tube à centrifuger portant également le numéro d'identification, puis centrifugés pendant 3 minutes à vitesse réduite ; le culot a ensuite été examiné au microscope pour déceler la présence de l'oeuf de Schistosoma haematobium, facilement reconnaissable grâce à son éperon.



Tableau C.1.1.1.

VILLAGES DE L'ECHANTILLON POUR L'ETUDE DE LA BILHARZIOSE

Région	Nom du village	Département	Pays	Pop.	Principales caractéristiques
VALLEE	Keur Massène	Keur Massène	Mauritanie	365	Population composée de wolofs et de maures logeant souvent sous de grandes tentes. Centre administratif. Village mal équipé en puits. L'eau est parfois livrée par camions.
	Dar Salaam	Keur Massène	Mauritanie	298	Population composée de maures logeant principalement sous des tentes. Mal équipé en puits.
	Keur Mour	Rosso	Mauritanie	262	Population composée de wolofs. Dispose de puits non cuvelés et souvent à sec. Village situé en bordure du fleuve, sur le tronçon affecté par la remontée d'eau de mer.
	Pahk	Podor	Sénégal	204	Population composée de wolofs. Village situé à 5 km du complexe sur crier où travaille la plupart de la population adulte mâle.
	Agname	Podor	Sénégal	300	Population de Toucouleurs. Village situé à 5 km du périmètre irrigué de Guédé chantier. L'essentiel de son approvisionnement en eau est assuré par des puits à ciel ouvert, non protégés.
MOYENNE	Darou Salam Dieguess	Podor	Sénégal	171	Population composée de Peulhs. Village situé à 500 mètres de Agame.
	Doumga Oura-Alfa	Matam	Sénégal	1,110	On y trouve des puits profonds et en saison des pluies des dépressions sur sol latéritique remplies d'eau. Très fortes concentrations de mouches à l'époque du sondage (novembre).
	Diamwely (Foume Hara Deboule)	Matam	Sénégal	420	Population de Toucouleurs. Puits profonds non recouverts, mais cuvelés (ciment) et à plate forme.

Tableau C.I.I.1. (suite)

Région	Nom du village	Département	Pays	Pop.	Principales caractéristiques
	Zeneiga Maures	Selibaby	Mauritanie	112	Population de maures noirs. Village situé sur les terres hautes sèches. Toutefois en saison des pluies, un petit marigot est inondé et approvisionne la population en eau. En saison sèche, des puits simples sont creusés dans le lit sec du marigot.
	Diandane	Podor	Sénégal	2,228	Population surtout composée de wolofs. Village doté d'un périmètre irrigué. Le Doué est sa source d'approvisionnement en eau.
	Dado	Podor	Sénégal	178	Population de wolofs. Village situé sur le Doué.
	Sinthiou Diandioré	Matam	Sénégal	400	Population de Toucouleurs. Village situé sur les hautes berges surplombant le fleuve Sénégal.
	Navel	Matam	Sénégal	627	Population de Toucouleurs. Village situé en bordure d'un petit marigot à 1 km du fleuve, pratiquant surtout les cultures de diéri.
O	Olo Ologo	Kaedi	Mauritanie	298	Village toucouleur situé en bordure du fleuve et doté d'un périmètre rizicole.
I	Younane Yiré	Maghama	Mauritanie	337	Village toucouleur, en bordure du fleuve, ne possédant aucun puits.
K	Amadou Moussa	Kaedi	Mauritanie	74	Village toucouleur dans la vallée du Gorgol, doté de puits cuvelés.
M	Roufi Aoudi	Mbagne	Mauritanie	155	Village toucouleur, doté d'un périmètre bananier irrigué. Le village est situé en bordure du fleuve.
	Sori Malé	Mbagne	Mauritanie	454	Village toucouleur en bordure du fleuve, doté d'un périmètre rizicole.
	Ngoré	Boghé	Mauritanie	221	Village situé en bordure du fleuve et doté d'un périmètre bananier.

2 - Dépouillement des données

Les résultats des analyses d'urine sont présentés au tableau C.2.1. Au total 1392 individus ont fourni des échantillons d'urine pour la recherche de Schistosoma haematobium dont 45 ont donné des résultats positifs, soit une prévalence de 3,2 % pour la moyenne vallée et la partie mauritanienne du delta. Pour les quatre villages de l'étude situés dans le delta, 214 échantillons d'urine ont été analysés ; aucun n'a donné de résultat positif, ce qui est en accord avec les conclusions de Lemasson (1978) pour ses études sur la rive opposée du fleuve.

Dans la moyenne vallée, pour les dix villages situés sur les terres de walo en bordure directe du fleuve, le taux d'infection est très faible : 0,7 pour-cent seulement. On n'a jamais dénombré plus de deux sujets atteints par village, et ce furent en général des adultes. Cette faible fréquence laisse supposer que la zone de contamination se trouve ailleurs. Cinq de ces villages de walo sont dotés de périmètres irrigués (rizicoles ou bananiers) mais aucune différence n'a été observée entre les villages avec ou sans périmètre irrigué.

L'enquête a également porté sur cinq villages des zones de diéri, c'est-à-dire hors de la plaine d'inondation du fleuve. Les urines de 375 individus ont été analysées et les résultats ont été positifs dans 39 cas (10,4 %), révélant la présence de Schistosoma haematobium. Dans les deux villages de la basse vallée (Agname et Darou Salam), le taux d'infection est très faible : respectivement 3,9 % et 0 %. Ces deux villages sont construits sur une dune de sable proche du périmètre rizicole de Guédé chantier. Les trois villages plus en amont (Zeneiga Maures, Doumga Oura Alfa et Diamwely) se signalent par le taux d'infection le plus élevé. Zeneiga Maure est situé en Mauritanie et est distant de 10 à 15 km de Salibabi. Le village est pauvre et ne dispose d'aucun point d'eau pérenne. Il est proche d'un marigot qui était à sec lors de notre passage. La population s'approvisionne en eau dans des puits, d'abord peu profonds, creusés dans le lit du marigot, mais qu'elle continue à creuser au fur et à mesure de la baisse du niveau. Lorsque le marigot est réalimenté par les crues, la lame d'eau peut être

épaisse de 3 à 4 mètres et le marigot peut contenir de l'eau de surface pendant quelques 8 à 10 mois par an. Ce village est le plus au Sud de l'échantillon, donc celui qui, vraisemblablement, bénéficie de la plus forte pluviométrie. C'est également ce village qui atteint le taux d'infection le plus élevé de l'échantillonnage : 40,9 pour-cent.

Par ordre décroissant d'infection vient ensuite le village de Doumga Oura Alfa, avec 15,3 %. Ce village possède six puits profonds, cuvelés, et à plate-forme. Il est traversé par la route Saint-Louis/Matam. Etant donné que le seul plan d'eau observé dans la région est formé par l'eau de pluie accumulée dans les trous des carrières de latérite, aujourd'hui abandonnées, mais dont le matériau avait été utilisé pour la construction de la route, celle-ci est indirectement responsable de la bilharziose urinaire observée dans le village. Le problème posé par ces anciennes carrières de latérite sera examiné dans une autre section de ce rapport.

La figure C.2.1. indique pour l'ensemble des villages, la distribution par classes d'âge des sujets atteints, lorsque le taux de prévalence de la maladie est supérieur à 10 pour-cent.

La classe d'âge 14-15 ans dénote un taux relatif d'infection nettement plus fort. Au village de Doumga Oura Alfa, sur douze individus de cette classe d'âge examinés, cinq étaient contaminés (soit 42 pour-cent), tandis qu'à Zeneiga Maures les cinq sujets examinés étaient atteints (soit 100 pour-cent).

**DISTRIBUTION PAR AGE, DE SCHISTOSOMA HAEMATOBIIUM DEPISTE DANS LES
VILLAGES DU LE TAUX D'INFECTION EST SUPERIEUR A 10%**

**AGE DISTRIBUTION OF SCHISTOSOMA HAEMATOBIIUM IN SURVEY VILLAGES
HAVING INFECTION RATES GREATER THAN 10%**

Figure : C.2 - 1

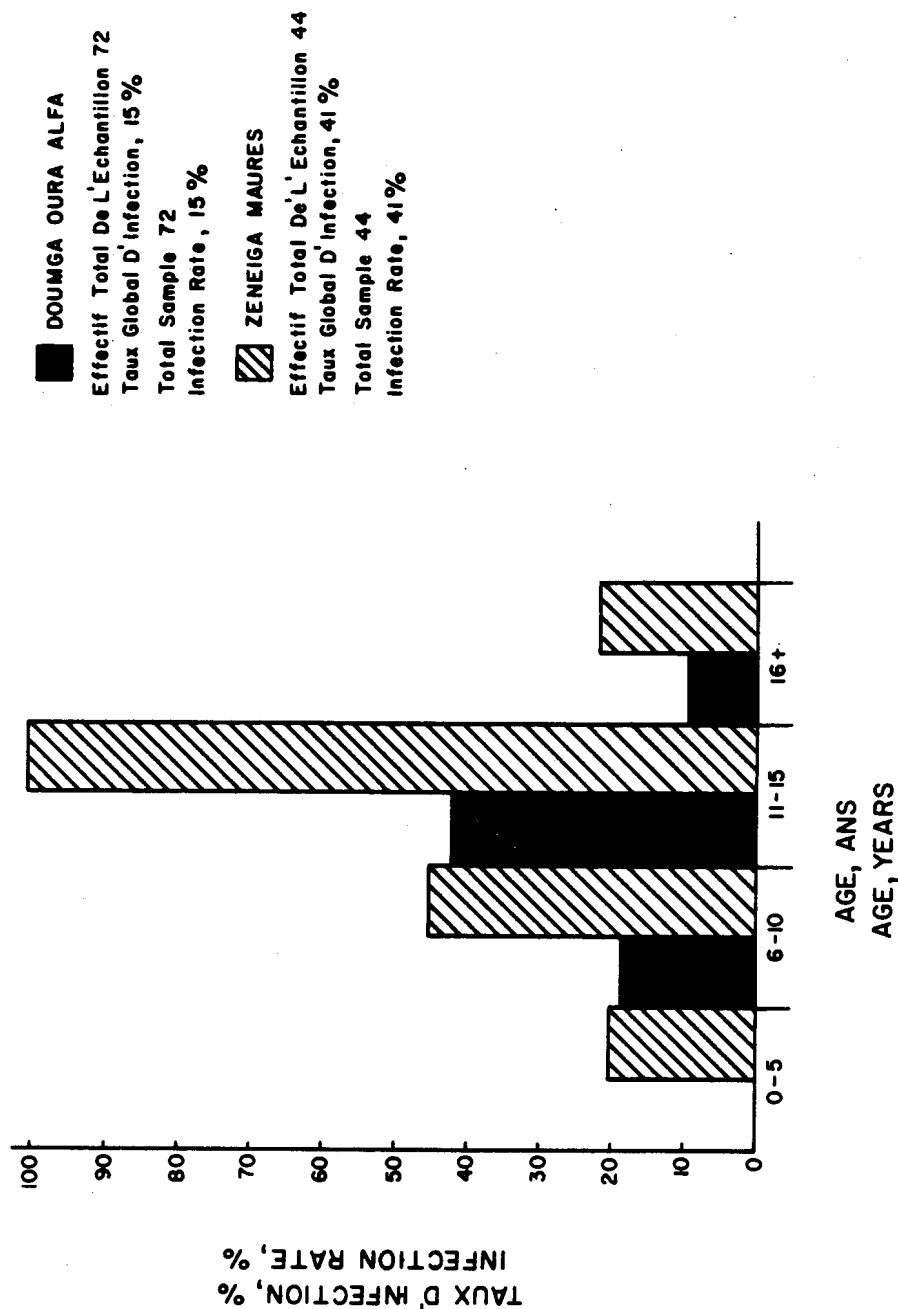


Tableau C.2.1.

RESULTATS DES ANALYSES DES ECHANTILLONS D'URINE PRELEVES DANS LES VILLAGES DE L'ETUDE

(Présentation par zone géographique)

Zone	Nom du village	Nombre d'habitants du village	Nb d'individus examinés.	Nb de résultats positifs.	% de résultats positifs.
Delta	Keur Massène	365	61	0	0
	Dar Salaam	298	48	0	0
	Keur Mour	262	73	0	0
	Pahk	204	32	0	0
	Total partiel		<u>214</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
Moyenne Vallée Terres de Diéri	Agname	300	101	4	3,9
	Darou Salam (Dieguess)	171	69	0	0
	Dounga Oura Alfa	1,110	72	11	15,3
	Diamwely (Foune Hara Deboule)	420	89	6	6,7
	Zeneiga-Maures	112	44	18	40,9
	Total partiel		<u>375</u>	<u>39</u>	<u>10,4</u>
Moyenne Vallée Terres de Walo	Niandane	2,228	126	2	1,6
	Dado	178	130	1	0,8
	Sinthiou Diandioro	400	90	0	0
	Navel	627	79	1	1,3
	Olo Ologo	298	60	0	0
	Youmané Yiré	337	72	0	0
	Amadou Moussa	74	53	2	3,8
	Roufi Aoudi	155	64	0	0
	Sore Male	454	70	0	0,4
	Ngorel	221	59	0	0
	Total partiel		<u>803</u>	<u>6</u>	<u>0,8</u>
	TOTAL		1.392	45	3,2 %

CHAPITRE D

ETUDE DES MOLLUSQUES HOTES INTERMEDIAIRES1 - Description de la zone de l'Etude

La zone de l'étude va de St-Louis, près de l'embouchure du fleuve Sénégal, jusqu'à Matam, c'est-à-dire qu'elle recouvre la partie sahélienne du bassin fluvial. Le delta s'étend de l'Océan Atlantique jusqu'à Dagana. La texture de son sol est variable, allant des matériaux grossiers et très perméables, des crêtes et des dunes de sable, aux matériaux fins, relativement imperméables, et affectés par l'eau de mer, dans la zone de dépression. Les sols acides et salins sont très fréquents. Malgré la présence de quelques arbres et végétations herbacées, les sols nus prédominent.

En saison sèche, la langue salée remonte dans le cours du fleuve parfois sur une distance de 200 km en amont de St-Louis.

Un système de vannes empêche la pénétration de l'eau de mer dans les marigots Djeuss et Lampsar et dans le lac de Guiers. Les marigots qui sont d'anciens bras du fleuve dans le delta et la moyenne vallée, sont réalimentés annuellement par les eaux de crue.

Pour faciliter la description de la vallée, nous distinguerons deux zones. La plaine alluviale d'inondation, appelée walo, qui s'étend sur 10 à 20 kilomètres de part et d'autre du fleuve, est inondée annuellement. On y pratique l'agriculture de décrue. Le sol de texture fine, est non salin. La topographie est plane. Une partie du walo est légèrement boisée, mais la végétation naturelle a été durement affectée par la récente sécheresse, sans compter sa détérioration due au surpâturage. Les terres hautes et à pente douce en bordure du walo sont appelées diéri. Peu saline et toujours exondée, cette zone est

semi-désertique et son approvisionnement en eau n'est assuré que grâce à des puits profonds de 20 à 30 mètres. On y pratique les cultures pluviales et un peu d'élevage.

2 - Sélection et description des sites de l'Etude

Pour des raisons de facilité d'accès en saison des pluies, l'étude sur les populations de mollusques a été limitée à la rive sénégalaise du fleuve entre St-Louis et Matam. Pour la sélection des sites, deux facteurs ont été pris en considération.

Premièrement, le choix s'est porté sur un échantillon représentatif des différents types d'habitat découverts dans la vallée: périmètres irrigués, marigots d'eau douce, mares temporaires. Le fleuve lui-même a été exclu, aucun mollusque n'y ayant été découvert lors des précédentes reconnaissances.

Deuxièmement, quelques uns des villages sélectionnés pour l'enquête sur la bilharziose ont été retenus, la prévalence de Schistosoma heamatobium étant connue.

Les sites ci-après (dont la situation géographique est reportée à la figure D.2.1.) ont finalement été retenus pour l'étude quantitative sur la dynamique des populations de mollusques.

2.1. Dakar - Bango

Village situé dans le delta du fleuve, à 10 km de la ville de St-Louis. Les mollusques ont été prélevés dans une canalisation de ciment à ciel ouvert (0m75 x 1mm55 et long de 5,8 km), sur un tronçon de 10 mètres des deux côtés de la route nationale. Il s'agit du canal d'alimentation de l'usine de traitement de l'eau de Khor. L'eau est prélevée par pompage depuis le marigot Djeuss, qui est ceinturé de digues de protection contre l'intrusion saline.

2.2. Makhana

Le site est à 20 km de St-Louis sur le marigot Lampsar, et

qui assure un approvisionnement en eau municipale grâce à des canalisations de 20 km de long construites à la fin du siècle dernier, mais beaucoup moins utilisées de nos jours. Le marigot contient de l'eau à longueur d'année ; par contre les zones marécageuses environnantes sont à sec en contre-saison. Les échantillons de mollusques ont été prélevés sur une bande de rivage herbacée de 15 mètres de long, où les villageois viennent se baigner.

2.3. Lampsar

Situé sur le même marigot que Makhama, mais à 5 km plus à l'Ouest, il surplombe la vallée et les marécages qui s'étendent au Nord. Le seul cas de bilharziose indigène signalé dans le delta (Downs, 1977) a été identifié dans ce village. Notre site de prélèvement d'échantillons a été limité à la bande de 30 mètres environ dont les villageois se servent pour la lessive et la baignade.

2.4. Pahk

Il s'agit d'un petit village de 204 habitants situé en bordure Sud-Ouest des plantations de cannes à sucre de la raffinerie de Richard Toll. Le site sélectionné est un prolongement du lac de Guiers en période de crue, mais n'est plus qu'une mare (100 m x 3 m) en saison sèche. Le village de Pahk fait partie du site de l'étude et les échantillons de mollusques ont été prélevés au pied du pont, sur une longueur de 20 mètres en direction Sud.

2.5. Complexe sucrier de Richard Toll

La seule raffinerie de sucre du Sénégal est celle de Richard Toll à 144 km de St-Louis. Le périmètre sucrier d'une superficie d'environ 5.000 hectares, est irrigué depuis le fleuve ou le lac de Guiers. L'usine emploie 2.000 ouvriers permanents et 2.000 ouvriers saisonniers. Les prélèvements de mollusques ont été effectués sur un tronçon de 15 m de la canalisation secondaire juste en face de la porte d'entrée principale de l'usine, en direction amont à partir de la vanne.

2.6. Service des Eaux et Forêts de Richard Toll

Le site est directement relié au fleuve Sénégal ; autrefois une canalisation amenait les eaux de crue jusqu'au lac de Guiers. Le lit du marigot a été modifié lors de la construction des canalisations reliant le lac au fleuve. Sa longueur actuelle est d'environ 2 km pour une largeur de 70 m. Il est à sec plusieurs mois par an. Les échantillons de mollusques ont été prélevés juste au Sud de la grand'route, à l'intérieur du complexe des Eaux et Forêts.

2.7. Guédé chantier

Il s'agit d'un périmètre rizicole à 304 km de St-Louis, d'une superficie de 230 hectares, en exploitation depuis plus de 20 ans. L'alimentation en eau d'irrigation se fait par pompage des eaux du Doué, un bras important du fleuve Sénégal qui rejoint le cours principal en amont après quelques 200 kms. Le site d'échantillonnage a été choisi sur une canalisation secondaire à 2 km de la station de pompage. La profondeur du canal est généralement d'un mètre pour deux mètres de large. Le village d'Agnama, distant seulement de 2 km, faisait partie des sites sélectionnés pour l'étude de prévalence.

2.8. Doumga Oura Alfa

Ce village de 1.100 habitants est situé à 580 km de St-Louis sur les terres hautes qui surplombent la plaine d'inondation. La population s'approvisionne en eau à partir de puits profonds. Le site des prélèvements est une dépression de latérite remplie annuellement par les eaux de pluie. La nappe d'eau s'étend au maximum sur 150 m x 30 m et a une profondeur d'environ 0m50. Le village faisait partie des sites sélectionnés pour l'étude de prévalence de la bilharziose.

2.9. Oourossoqui - Aéroport

Ce village se trouve à 427 kilomètres de St-Louis en bordure de la plaine d'inondation et à 10 kilomètres de Matam. Le site de l'étude est formé par un ancien trou de carrière de

latérite (matériau utilisé autrefois pour la construction de la route), rempli périodiquement par les eaux de pluie et situé à 500 mètres du village ; ce dernier est doté d'un hôpital administré par du personnel médical belge, lequel nous a affirmé que le taux d'incidence de la bilharziose est très élevé (Dr. Veys, 1978).

2.10. Matam

Matam est une ville de 9.600 habitants, en bordure directe du fleuve Sénégal, à quelques 437 kilomètres de St-Louis, protégée des eaux de crue par des levées de terre. Le site de l'échantillonnage se trouve juste en face de l'abattoir, dans le quartier Est, et à l'extérieur des levées de protection, donc inondable en période de fortes crues.

3. Description des habitats

Dans les paragraphes qui suivent, nous décrivons brièvement les dix sites d'échantillonnage, tant en ce qui concerne les paramètres physiques que chimiques, et leurs caractéristiques particulières.

3.1. Paramètres

3.1.1. Végétation

Les données recueillies concernaient les types de végétation présentes à chaque site et les principales variations saisonnières.

3.1.2. Turbidité

Les valeurs de la turbidité relative des eaux de l'habitat ont été relevées à l'occasion de chaque passage. D'une manière générale, la turbidité est élevée et des matériaux étaient visibles en suspension colloïdale.

3.1.3. pH

Les valeurs de pH ont été mesurées à l'aide de papier réactif (Micor - Essential Laboratory, Brooklyn, New York) gradué par unités de 0,5 pH.

3.1.4. Température

Chaque fois que cela a été possible, la température de l'eau a été mesurée in situ à 0,5 mètre du rivage et à des profondeurs de 10 cm. La température a été déterminée à l'aide d'un appareil "YSI" de mesure de l'oxygène dissous, puis vérifiée par immersion d'un thermomètre de verre de marque japonaise "Woodco" (76 mm ; 20 - 110°C ; gradué au °C).

3.1.5. Oxygène dissous

Les taux d'oxygène dissous ont été déterminés à l'aide d'un appareil à électrode de marque YSI, modèle 54 ARC.

3.1.6. Dureté

La méthode EDTA (Edition ALPHA, Normes 1975) a été utilisée pour la mesure de la dureté calcique et magnésique des eaux des différents habitats. Des échantillons d'un demi-litre d'eau ont été prélevés chaque mois sur chacun des sites, à l'aide de bouteilles en plastique, puis analysés en laboratoire aux fins de titrage.

3.2. Caractéristiques des sites

3.2.1. Site de Dakar-Bango

Le site n'a pas subi de modification notable pendant la durée de l'étude. A l'exception d'un film d'algues qui s'est déposé sur les parois en ciment de la canalisation, aucune végétation n'a été observée. Les deux syphons, pour le transport souterrain de l'eau étaient souvent encombrés de débris en surface, mais régulièrement nettoyés par l'équipe d'entretien de l'usine de traitement.

Pendant les premiers mois de l'étude, c'est-à-dire à l'époque des crues du fleuve, la turbidité était très élevée, puis a diminué avec la décrue, bien que l'eau soit demeurée quelque peu opaque.

Une mesure de la salinité effectuée le 22 juillet a donné une valeur de 1,2 ppm. Ce taux est tombé à zéro dans les mois suivants, ce qui était prévisible étant donné le reflux de la langue salée sous l'effet des crues. Les autres valeurs relevées sont :

pH	5,0 - 6,0
Température de l'eau	21 - 29°C
Oxygène dissous	3,7 - 8,0 mg/l
Dureté	48 - 104CaCO ₃ /l

3.2.2. Site de Makhana

On a observé d'importants changements sur le site durant la période de l'étude. Il y a eu disparition totale de l'eau du marigot mais les caractéristiques de la berge abrupte du site n'ont pas été modifiées avant le mois de mars, époque à laquelle le niveau de l'eau a baissé en dessous de celui des rives et où la ligne de rivage est devenue sablonneuse. D'importants changements sont également intervenus dans la zone marécageuse avoisinante. Le site est resté sous inondation permanente de juillet à janvier ; le niveau de l'eau a néanmoins suffisamment baissé en février et mars pour permettre le passage à gué du marigot par le bétail qui allait pâturer sur les sols précédemment inondés. Un mois après les crues, on pouvait observer un tapis flottant de Pistia dans une dépression adjacente. En février, cette végétation était échouée sur le rivage. Les autres espèces aquatiques observées sont Nymphaea lotus, Jussiaea sp, Polygonum sp, qui toutes constituent un excellent habitat pour les mollusques.

Les caractéristiques physico-chimiques ci-après ont été relevées :

pH	4,5 - 6,0
Température de l'eau	19 - 30°C
Oxygène dissous	4,2 - 6,9 mg/l
Dureté	8 - 60 mg CaCO ₃ /l.

3.2.3. Site 3 - Lampsar

Le marigot de Lampsar s'est notablement modifié au cours de notre étude. La faible pente du rivage entraîne une modification spatiale prononcée lors du retrait des eaux. Pendant la période des hautes eaux d'août à janvier, la ligne du rivage était recouverte d'herbes courtes avec quelques Jussiaea et Pistia, d'où une nourriture et un abri pour plusieurs espèces de mollusques. En février, le retrait des eaux s'est effectué jusqu'à atteindre une frange sablonneuse exempte de végétation.

Les caractéristiques physico-chimiques ont varié comme suit:

pH	4,5 - 5,8
Température	20 - 33°C
Oxygène dissous	4,8 - 7,2 mg/l
Dureté	12 - 104 mg CaCO ₃ /l.

3.2.4. Site 4 - Pahk

Les mollusques ont été prélevés au milieu d'une végétation de Typha et de Nymphaea à droite du pont, entre le village de Pahk et le périmètre sucrier.

Lors de notre premier passage en juillet, le site n'était qu'un étroit plan d'eau de 100 mètres de long et de 3 à 5 mètres de large, au pied du pont. Les rives ne portaient aucune végétation et étaient très boueuses.

En août, il formait une nappe continue avec le lac de Guiers. On notait un fort développement de la végétation, surtout de Typha qui offre un excellent habitat aux populations aviaires aquatiques au moment de la ponte.

La turbidité de l'eau était considérablement moins prononcée qu'aux autres sites et l'eau était claire après le mois de septembre.

Après un fort retrait des eaux, les typha ne disposaient plus, en mars, que d'une lame d'eau de 10 à 20 cm. On observait sur l'eau la présence d'un résidu huileux dû à la décomposition de la végétation aquatique.

Les caractéristiques physico-chimiques ont varié comme suit :

pH	5,5 - 7,0
Température de l'eau	19 - 30°C
Oxygène dissous	4,2 - 6,9 mg/l
Dureté	156 - 421 mg CaCO ₃ /l.

3.2.5. Site 5 - Raffinerie de Richard Toll

La partie du canal secondaire d'irrigation située juste en face de la porte principale d'entrée de l'usine a été choisie comme site de prélèvement ; les ouvriers de l'usine ont l'habitude de se baigner en cet endroit. Les mollusques ont été prélevés autour de la vanne installée sur le site, véritable plancher en béton, et sur un tronçon de quinze mètres de la canalisation, en direction du canal primaire. Au moment des crues, la turbidité de l'eau était très élevée (juillet à décembre) puis s'est progressivement atténuée en janvier et février. La baisse de densité des populations de mollusques observée entre juillet et octobre est due à la forte turbidité qui fait écran à la pénétration des rayons solaires d'où une destruction des algues et de certaines autres plantes aquatiques dont se nourrissent les mollusques. Au début d'octobre, la canalisation a été récurée à fond et toute la végétation enlevée du rivage. En mars, les canaux ont été vidés, vraisemblablement en prévision de la récolte de canne à sucre des champs situés à proximité.

Les mesures physico-chimiques effectuées ont donné les valeurs extrêmes ci-après :

pH	4,5 - 6,0
Température de l'eau	22 - 30°C
Oxygène dissous	4,0 - 8,8 mg/l
Dureté	8 - 40 mg CaCO ₃ /l.

3.2.6. Site 6 - Service des Eaux et Forêts de Richard Toll

Le site est une étendue assez importante (100 m x 2 km) à sec en mai, juin et juillet et inondée chaque année par les eaux de crue. Les rives de ce marigot sont abruptes et ne portent aucune végétation aquatique. Pendant toute la durée de l'étude, l'eau avait une turbidité assez élevée. L'arrivée des eaux de crue n'a qu'à peine modifié les caractéristiques de l'habitat.

Les échantillons de mollusques ont été recueillis sur des brindilles et autres débris flottants.

Les caractéristiques physico-chimiques ont été mesurées comme suit :

pH	4,5 - 5,5
Température de l'eau	21 - 30°C
Oxygène dissous	2,3 - 74 mg/l
Dureté	16 - 40 mg CaCO ₃ /l

3.2.7. Site 7 - Guédié - chantier

Il s'agit d'un canal d'irrigation secondaire du périmètre rizicole déjà ancien. En bordure du canal, on trouve une abondante végétation herbacée qui pénètre profondément dans la lame d'eau. La profondeur de la canalisation est d'environ un mètre, et le fond en est très boueux. La seule eau présente en décembre et janvier se trouvait près de la vanne et nous n'avons pu collecter aucun mollusque à cette époque. En mars, la lame d'eau n'était plus que de 10 à 15 cm et non turbide.

Les relevés des caractéristiques physico-chimiques ont varié comme suit :

pH	4,5 - 5,5
Température de l'eau	21 - 30°C
Oxygène dissous	2,3 - 7,4 mg/l
Dureté	16 - 40 mg CaCO ₃ /l.

3.2.8. Site 8 - Doumga Oura Alfa

La dépression de latérite où nous avons effectué nos prélèvements ne contient de l'eau que cinq mois par an, apportée par les précipitations. Cette dépression est une ancienne fosse de carrière creusée en bordure lors de la construction de la route. Nos premières observations ont eu lieu en juillet, soit trois jours à peine après le remplissage de la dépression, et pourtant de petits animaux aquatiques (têtards, petits crapauds, insectes) y abondaient déjà. La nappe d'eau mesure environ 100 m x 30 m pour un mètre en moyenne de profondeur. En août, sa superficie n'était plus que de 15 m x 30 m et en novembre le site était complètement à sec. Le site est considéré être responsable du taux de prévalence de 15 % de bilharziose urinaire observés. Le 22 juillet, nous avons noté que 65 enfants se baignaient dans la mare et que sur tout le rivage du linge était mis à sécher. Le nombre d'enfants jouant dans la mare a diminué au fur et à mesure de l'assèchement. En octobre, période de pointe de la densité des mollusques, la lame d'eau était peu profonde et très boueuse. Des amas flottants de oscillatoria constituaient la seule végétation aquatique observée. Nous n'avons pu, à partir de septembre, noter aucun signe de vie aquatique.

Les mesures des caractéristiques physico-chimiques ont donné les résultats suivants :

pH	4,8 - 6,6
Température de l'eau	29 - 39°C
Oxygène dissous	3,2 - 5,5 mg/l
Dureté	26 - 28 mg CaCO ₃ /l

3.2.9. Site 9 - Ouroossoqui

Il s'agit d'une fosse de latérite située en bordure sud du terrain d'aviation et qui a été creusée au moment de la construction de la piste. Elle est alimentée par les pluies et contient de l'eau six mois par an.

La végétation est rare aussi bien à l'intérieur qu'autour de la mare, car les plantes s'établissent très difficilement sur les terres extrêmement compactes de latérite. Il semble également que le bétail ne vienne pas s'y abreuver car l'herbe des abords n'était pas piétinée. Nous n'avons d'ailleurs jamais constaté la présence de bétail dans la zone du site. Par contre, une forte population d'algues, surtout de Spirogyra et Oscillatoria, s'est développée dans la mare.

Alors que la dépression était à sec le 17 novembre, elle contenait une nappe d'eau de 26 cm d'épaisseur après une chute ultérieure de pluie de 46 mm, puis était à nouveau à sec en décembre.

Les caractéristiques physico-chimiques ont été les suivantes :

pH	5,0 - 6,0
Température de l'eau	23 - 31°C
Oxygène dissous	3,2 - 10 mg/l
Dureté	48 - 77 mg CaCO ₃ /l

3.2.10. Site 10 - Matam

Cette dépression peu profonde juste à l'extérieur des levées de protection de Matam est surtout alimentée en eau de pluie mais peut être inondée par les crues du fleuve. Toutefois au cours des deux dernières années, les eaux n'ont pas débordé du rivage. On trouve autour de la dépression une végétation arbustive et herbacée très clairesemée. Le site était utilisé par les ouvriers de l'abattoir pour y déverser les déchets. La mare est remplie en juin et juillet par les eaux de pluie. Lors de notre passage en août, nous avons pu constater

que la surface de l'eau était recouverte au trois quarts par une végétation de Nymphaea qui abritait plusieurs spécimens de Bulinus senegalensis ainsi qu'une masse d'oeufs assez importante. L'eau n'avait qu'une profondeur de 40 cm. En octobre la mare dégageait une odeur très nauséabonde due à la décomposition des végétaux et à la pollution par l'abattoir ; la profondeur de l'eau était alors de 60 cm. La densité de population des mollusques a été ensuite fortement réduite et nous n'avons pu prélever que quelques rares sujets au cours des mois suivants. Les bords de la mare sont plantés de haricots et de mil, selon la méthode typique des cultures de décrue (semis dans la boue au moment du retrait des eaux).

Le site n'est pas considéré comme un lieu de transmission de la maladie, car il ne s'y produit aucun contact entre l'homme et l'eau, la population préférant la rivière toute proche tant pour la baignade que pour la lessive.

Les caractéristiques physico-chimiques observées ont été les suivantes :

pH	5,0 - 6,1
Température de l'eau	17,5 - 33,0 °C
Oxygène dissous	2,2 - 11,0 mg/l
Dureté	26 - 68 mg CaCO ₃ /l

3.3. Paramètres physiques et chimiques (Résumé)

Le résumé des résultats des mesures effectuées chaque mois sur les dix sites de l'étude est présenté aux tableaux D.3.1. à 4 ; les données des relevés de juillet ne sont pas complètes, les travaux préparatoires n'étant pas achevés à l'époque.

Les valeurs physico-chimiques ont oscillé comme suit :

pH	4,5 - 7,0
Température de l'eau	17,5 - 39,0 °C
Oxygène dissous	1,6 - 11,0 mg/l
Dureté	8 - 421 mg CaCO ₃ /l

Par conséquent, à l'exception d'une température de 39°C, nous n'avons enregistré aucune mesure exceptionnelle. Il était prévisible que les différents paramètres n'auraient aucune incidence négative sur les populations de mollusques. Nous analysons plus loin l'incidence du pH sur le miracidium.

Tableau D.3.1.

TEMPERATURE (en °C) DE L'EAU DES HABITATS DES MOLLUSQUES

SITE	MOIS								
	JUIL.	AOUT	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	JAN.	FEV.	MARS
DAKAR - BANGO	28,0	27,0	28,5	29,0	26,0	24,0	21,0	22,0	20,0
MAKHAMA		30,0	29,5	28,0	24,0	21,5	19,0	20,0	20,0
LAMPSAR	29,0	30,0	33,0	28,0	24,0	23,0	20,5	20,0	19,0
PAHK	30,0	30,0	31,0	25,5	22,0	22,0	23,0	20,5	27,0
RAFFINERIE DE R. TOLL	25,5	33,0	30,0	28,0	24,0	22,0	27,5	24,0	ASSEC
EAUX ET FORETS		30,0	29,5	29,0	21,5	21,0	22,5	20,0	22,0
GUEDE CHANTIER	30,0	31,0	29,0	28,0	25,0	ASSEC	ASSEC	24,0	22,0
DOUNGA OURA ALFA	29,0	30,0	30,0	39,0	ASSEC	ASSEC	ASSEC	ASSEC	ASSEC
OUROSSOGUI AEROPORT		29,0	31,0	27,5	ASSEC	23,0	ASSEC	ASSEC	ASSEC
MATAM	30,0	31,0	27,0	33,0	17,5	28,0	ASSEC	ASSEC	ASSEC

Tableau D.3.2.

pH (en unités) DE L'EAU DES HABITATS DES MOLLUSQUES

SITE	MOIS									
	JUIL.	AOUT	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	JAN.	FEV.	MARS	
DAKAR - BANGO	6,0	5,5	5,5	5,0	5,0	5,5	5,0	5,5	5,5	
MAKHANA		5,5	6,5	5,0	4,5	5,5	5,0	4,5	5,5	
LAMPSAR	5,0	5,5	6,0	5,0	4,5	5,0	5,0	4,5	5,5	
PAHK		5,5	6,0	5,5	7,0	7,0	7,0	6,0	6,5	
RAFFINERIE DE R. TOLL		5,5	6,0	4,5	5,0	5,5	5,5	5,0	ASSEC	
EAUX ET FORETS		5,5	5,5	5,0	4,5	5,0	5,5	5,5	5,5	
GUEDE CHANTIER	5,5	5,5	6,0	4,5	6,0	ASSEC	ASSEC	4,5	5,5	
DOUNGA OURA ALFA	5,0	5,0	6,6	7,0	ASSEC	ASSEC	ASSEC	ASSEC	ASSEC	
OUROSSOGUI AEROPORT		5,5	7,0	5,5	ASSEC	5,0	ASSEC	ASSEC	ASSEC	
MATAM	5,0	5,5	6,0	5,5	5,5	5,0	ASSEC	ASSEC	ASSEC	

Tableau D.3.3.

OXYGENE DISSOUS (en mg od/l) DANS L'EAU DES HABITATS DES MOLLUSQUES

SITE	MOIS							
	JUIL.	AOUT	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	JAN.	FEV.
DAKAR - BANGO	4,7	3,7	5,5	9,8	8,0	---	5,8	---
MAKHANA	---	4,2	6,0	7,8	5,8	5,4	5,2	6,9
LAMPSAR	5,2	4,8	6,5	6,8	5,6	5,8	5,0	7,2
PAHK	10,8	2,4	1,6	1,8	2,4	2,2	3,9	3,0
RAFFINERIE DE R. TOLL	4,0	5,5	4,5	8,0	8,8	---	7,0	---
EAUX ET FORETS	---	4,8	2,3	6,8	7,4	---	6,2	---
GUEDE CHANTIER	6,2	7,6	5,9	8,2	8,6	ASSEC	ASSEC	---
DOUNGA OURA ALFA	4,2	5,5	3,2	5,0	ASSEC	ASSEC	ASSEC	ASSEC
OUROSOGUI AEROPORT	---	9,5	3,2	10,0	ASSEC	ASSEC	ASSEC	ASSEC
MATAM	5,2	6,5	2,2	11,0	4,4	ASSEC	ASSEC	ASSEC

Tableau D.3.4.

DURETE (mg CaCO₃/l) DE L'EAU NATURELLE DES SITES DE PRELEVEMENT

SITE	MOIS										
	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	JAN.	FEV.	MARS		
DAKAR - BANGO	---	60	48	---	56	64	76	88	104		
MAKHANA	---	33	20	12	8	16	60	52	56		
LAMPSAR	28	---	12	12	16	24	104	24	28		
PAHK	---	---	---	421	376	156	204	220	261		
RAFFINERIE DE RICHARD TOLL	---	---	8	---	28	24	40	40	SEC		
EAUX ET FORETS	---	---	21	16	24	---	---	40	40		
GUEDE CHANTIER	---	---	12	16	16	ASSEC	ASSEC	20	48		
DOUMGA OURA ALFA	---	---	26	28	ASSEC	ASSEC	ASSEC	ASSEC	ASSEC		
OUROSSOGUI	---	62	55	77	ASSEC	48	ASSEC	ASSEC	ASSEC		
MATAM	---	---	26	27	68	---	ASSEC	ASSEC	ASSEC		

Unités américaines (mg CaCO₃/l) Conversion :

- en unités :

$$\begin{aligned} \text{internationales : mg CaCO}_3/\text{l} &= \frac{\text{mg CaCO}_3/\text{l}}{50 \text{ mg/meg}} \\ \text{françaises : 1° dureté} &= \frac{\text{mg CaCO}_3/\text{l}}{500 \text{ mg/l}} \end{aligned}$$

4 - Densité de Population des Mollusques

4.1. Méthodologie

L'identification des mollusques a été faite essentiellement sur la base de la publication de l'OMS intitulée "A Field Guide to African Freshwater Snails. 1. West African Species". Les échantillons ont été prélevés à l'aide d'une épuisette, ou dans la végétation et les débris recueillis en bordure des sites. Pour un site donné, la collecte des échantillons a toujours été confiée à la même personne ; chaque site a disposé d'un même temps de collecte.

Tout mollusque prélevé en dehors du temps fixé pour l'échantillon ou en un autre site a été exclu de l'étude sur la densité des populations, mais a néanmoins été utilisé à d'autres fins. Aucun mollusque prélevé n'a été replacé sur le site après identification et examen.

4.2. Résultats

4.2.1. Site 1 - Dakar - Bango

La canalisation de ciment offre un excellent habitat pour une grande variété de mollusques. La densité de Bulinus guernei a toujours été forte et était en relation avec le volume d'ordures qui s'accumulait à la partie supérieure du syphon. Les mollusques qui avaient grimpé sur le tas d'ordures ont pu être facilement prélevés à l'aide d'une épuisette.

Du fait de cette forte concentration naturelle, toute comparaison avec les autres sites de l'étude est difficile. On a observé la présence constante de mollusques sur les parois des canalisations. De nombreux Lymnaea natalensis et Melanoides tuberculata se trouvaient également dans le canal. Un nombre limité de Biomphalaria pfeifferi a été prélevé pendant les cinq premiers mois de l'étude, mais aucun après novembre. Un seul spécimen de Bulinus forskalii a pu être prélevé.

4.2.2. Site 2 - Makhana

L'abondante végétation aquatique de ce site offre un habitat idéal aux mollusques. Toutefois à l'exception de Bulinus forskalii, le nombre total de bullins prélevés n'a jamais été élevé ; certains specimens ont pu être recueillis au cours des mois suivants, mais en bien plus petit nombre. Bulinus guernei a pu être prélevé à chaque passage, mais toujours en nombre limité. B. globosus et B. jousseaumei ont été prélevés après décembre, mais également en petit nombre. Le mollusque le plus fréquent pendant toute l'étude a été Lymnaea natalensis. A signaler certains prélèvements occasionnels de Afrogyrus coretus, Melanoides tuberculata et Ferrissia sp.

4.2.3. Site 3 - Lampsar

Seul Melanoides tuberculata a été prélevé en juillet, avant les crues, puis a disparu complètement du site jusqu'en février. La densité de population de B. forskalii s'est rapidement accrue après l'inondation, le maximum étant atteint en octobre, suivi d'un déclin rapide le mois suivant, et l'espèce avait complètement disparu en février. L'accroissement de la densité de B. guernei a été plus lent et le maximum n'a été atteint qu'en janvier. Le nombre de mollusques de l'espèce Melanoides tuberculata était de loin supérieur aux autres populations. Parmi les bullins, le plus commun a été Bulinus guernei, avec une densité assez forte en janvier. Des specimens de Bulinus jousseaumei et de Bulinus globosus ont pu être prélevés au début d'octobre, mais toujours en nombre réduit. Bellamya unicolor a pu être prélevé à deux reprises, en juillet 1978 et février 1979.

4.2.4. Site 4 - Pahk

Aucun mollusque n'a été trouvé sur ce site avant septembre, soit six à huit semaines après l'inondation des marécages environnants.

En septembre, un nombre limité de B. guernei et de B. forskalii a été prélevé au milieu des Typha et Nymphaea. Après

la coupe des Typha par les villageois, un nombre plus restreint de mollusques a pu être recueilli. Toutefois la population de B. guernei s'est rapidement reconstituée lorsque les Typha ont repris vigueur en novembre. A cette époque, un seul specimen de Biomphalaria pfeifferi a été prélevé. Les autres espèces présentes sur le site étaient Afrogyrus coretus et Ferrissia sp.

4.2.5. Site 5 - Raffinerie de Sucre

La canalisation secondaire d'irrigation n'offre aux bullins qu'un habitat précaire. On a observé une forte densité de B. guernei en juillet, suivi d'un déclin en août et septembre. Le nettoyage de la canalisation en septembre a eu pour effet de réduire pour un certain temps le nombre de mollusques. Toutefois, la population de Melanoides tuberculata s'est rapidement reconstituée, et était présente par centaines quelques mois plus tard.

4.2.6. Site 6 - Eaux et Forêts

Avant octobre, un seul mollusque a été trouvé sur le site, puis à cette date un nombre restreint de B. forskalii, le mollusque le plus fréquent en cet endroit.

Nous n'avons recueilli des specimens de B. guernei que cinq mois après l'inondation du marigot ; la densité de population s'est rapidement accrue en janvier et février. Aucun specimen d'une autre espèce n'a été trouvé sur le site.

4.2.7. Site 7 - Guédé chantier

Peu de mollusques ont pu y être prélevés, et ils appartenaient uniquement aux espèces B. forskalii et B. guernei. Le plus commun est B. forskalii, mais sa densité de population est extrêmement variable. Nous n'avons recueilli qu'à deux reprises et seulement trois specimens de B. guernei, présent par contre en nombre supérieur dans les canalisations voisines du périmètre rizicole. En novembre, aucun mollusque n'a pu être prélevé bien qu'il n'y ait aucune explication à cette subite rareté.

En décembre et janvier, les canaux ont été mis à sec pour permettre la récolte de riz, et aucun mollusque n'y était présent, pas plus qu'en mars d'ailleurs.

4.2.8. Site 8 - Doumga Oura Alfa

Les seuls mollusques prélevés appartenaient à l'espèce Bulinus senegalensis, mais n'étaient présents qu'à partir de septembre, soit deux mois après l'inondation. La densité de population a atteint un maximum le mois suivant, lorsque la nappe d'eau couvrait une superficie de 10 m x 4 m pour une épaisseur de 30 cm. A partir de novembre, il y a eu un assec permanent jusqu'à la fin de l'étude.

4.2.9. Site 9 - Ourossoqui

Cette dépression de latérite ne contenait que des spécimens de B. senegalensis dont les premiers ont été recueillis en août, un mois après le début des pluies ; la densité maxima a été enregistrée en octobre. Le 14 octobre, quatre spécimens émettant des cercaires ont été recueillis. Durant l'assec de novembre, aucun mollusque n'était présent. En décembre, la dépression contenait un peu d'eau et 61 sujets ont pu être prélevés en une heure de temps. Les mois suivants ont été marqués par un nouvel assec.

4.2.10. Site 10 - Matam

La dépression n'est alimentée que par l'eau de pluie. La seule espèce prélevée a été Bulinus senegalensis. Le remplissage de la mare a débuté en juin et les premiers spécimens ont été recueillis en août. La densité maxima a été observée en septembre, mais elle a subi un rapide déclin en octobre. De rares spécimens ont été prélevés en octobre, novembre et décembre, mais aucun à partir de janvier, époque d'assec total.

4.3. Discussion des Résultats

Les tableaux D.4.1., D.4.2. et D.4.3. indiquent le nombre de mollusques prélevés par heure et par homme pour les trois espèces de bullins les plus communs, ce qui donne leur densité mensuelle de population. Si par exemple le temps de collecte a été de 15 minutes, le nombre effectif de sujets recueillis a été multiplié par quatre.

Parmi les bullins, le plus fréquent a été Bulinus guernei tant dans le delta que dans la vallée, l'habitat le plus prolifique étant celui du site de Dakar-Bango (cf. tableau D.4.1.), qui abritait également de nombreux mollusques des espèces Lymnaea natalensis et Melonoides tuberculata.

Le seul site n'ayant fourni aucun B. guernei est celui des dépressions de latérite. Les populations ont été moins denses sur les sites sujets à de longues périodes d'assec. C'est ainsi qu'au site des Eaux et Forêts de Richard Toll, B. guernei n'a pu être prélevé qu'à partir de décembre, soit cinq mois après l'inondation. A Guédé-chantier, où les canalisations sont vides pendant deux mois consécutifs, peu de sujets ont pu être collectés (par contre des specimens ont été trouvés en d'autres endroits du périmètre rizicole, mais toujours en nombre limité). B. guernei se trouve fréquemment avec d'autres espèces notamment B. forskalii, Lymnaea natalensis et Melanoides tuberculata.

Les seuls sites où Bulinus forskalii n'était pas présent sont ceux de Doumga Oura Alfa, Matam et Ourossoqui. Les sujets non adultes étaient difficilement discernables de ceux de l'espèce B. senegalensis. Il se pourrait qu'une forme intermédiaire entre ces deux espèces était représentée dans les mollusques recueillis en septembre à Doumga Oura Alfa. On a observé une augmentation de la densité de population en saison des pluies, même dans les habitats qui ne sont jamais totalement à sec.

Aucun Bulinus senegalensis n'a pu être recueilli dans le delta, ni dans la région de Richard Toll. Par contre, il était toujours présent dans les dépressions de latérite du diéri, et

en trois lieux au total. On a noté de fortes densités à Matam et Ourossoqui, où les sites de l'étude connaissent de longs assecs annuels et ne sont alimentés que par les eaux de pluie, ce qui laisse supposer une résistance prolongée des mollusques à la dessiccation.

B. globosus a été prélevé dans de petites mares de la plaine d'inondation entre Matam et Ourossoqui. Etant donné les assecs prolongés de ces mares, on pense que les mollusques ont été transportés par les eaux de crue depuis un habitat plus permanent, ce qui pourrait expliquer leur présence et celle de B. senegalensis, plutôt que celle des habituels B. guernei et B. forskalii.

Le planorbe, Biomphalaria pfeifferi, hôte intermédiaire de Schistosoma mansoni a été trouvé à Dakar-Bango, et une fois à Pahr.

D'autres mollusques, mais qui ne sont pas des vecteurs de la bilharziose, ont été recueillis dans le delta. Il s'agit des espèces Melanoides tuberculata, Lymnaea natalensis, Afrogyrus coretus, Ferrissia sp. et Bellamya unicolore.

DENSITE DE POPULATION DE B. GUERNEI (NOMBRE DE MOLLUSQUES PRELEVES PAR HEURE ET PAR JOUR)

	MOIS								
	JUIL.	AOÛT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	JANV.	FEV.	MARS
DAKAR-BANGO	426	650	196	110	214	176	252	336	249
MAKHANA		3	6	12	2	30	20	4	4
LAMPSAR	0	2	16	16	28	56	206	124	28
PAHK	0	0	92	30	148	84	128	21	12
RAFFINERIE DE R. TOLL	348	82	42	0	14	0	96	0	
EAUX ET FORETS		0	0	0	0	9	8	60	128
GUEDE CHANTIER	2	0	0	0	0			0	0
DOUMGA OURA ALFA	0	0	0	0	-	-	-	-	-
OUROSSOGUI AEROPORT		0	0	0	-	0	-	-	-
MATAM	0	0	0	0	0	0	-	-	-

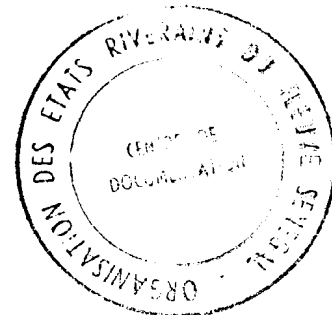
DENSITE DE POPULATION DE B. FORSKALII (NOMBRE DE MOLLUSQUES PRELEVES PAR HEURE ET PAR HOMME)

DAKAR - BANGO
MAKHANA
LAMPSAR
PAHK
RAFFINERIE DE R. TOLL
EAUX ET FORETS
GUEDE CHANTIER
DOUMGA OURA ALFA
OUROSSOGUI AEROPORT
MATAM

Tableau D.4.4.

DENSITES DE POINTE DES POPULATIONS DE MOLLUSQUES VECTEURS EVENTUELS ET NON VECTEURS (EN NOMBRE DE
DE MOLLUSQUES PRELEVES PAR HEURE ET PAR HOMME)

SITE	<i>Bulinus guernei</i>	<i>Bulinus forskalii</i>	<i>Bulinus senegalensis</i>	<i>Bulinus jousseaumei</i>	<i>Bulinus globosus</i>	<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	<i>Melanoides tuberculata</i>	<i>Lymnea natalensis</i>
1. Dakar-Bango	650	2	-	12	-	2	+	+
2. Makhana	30	86	-	12	-	-	-	+
3. Lampear	206	134	-	24	6	-	+	+
4. Pahk	148	84	-	-	-	+	-	-
5. Raffinerie de R. Toll	348	6	-	-	-	-	+	-
6. Eaux et Forêts	128	66	-	-	-	-	-	-
7. Guédé chantier	2	25	6	-	-	-	-	-
8. Dounga Oura Alfa	-	-	40	-	-	-	-	-
9. Ourossogui	-	-	1200	-	-	-	-	-
10. Matam	-	-	258	-	-	-	-	-



5 - Etudes en Laboratoire

5.1. Résistance de *Bulinus guernei* à la salinité

Les échantillons de *Bulinus guernei* (5 cm de long environ) prélevés avant le 24 juillet 1978 à Dakar-Bango ont été placés dans des concentrations croissantes d'eau de mer afin d'évaluer leur tolérance à la salinité. Ils ont été placés par paire dans des fioles de 65 ml remplies d'eau à concentration de sel respectives de 1, 3, 5 et 7 ppm. Pour chaque taux de concentration, cinq fioles ont été utilisées, soit une observation sur 10 mollusques.

L'eau des tests a été obtenue par dilution de l'eau de mer (dont le taux de salinité est d'environ 34 ppm) dans de l'eau provenant du réseau d'alimentation de Dakar, dont la salinité est supposée nulle (0 ‰ ppm). Nous avons ensuite préparé des concentrations à taux de salinité progressif.

Calculs :

$$15,5 \text{ ml d'eau de mer} \times \frac{34 \text{ g sels}}{100 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ ml H}_2\text{O}} = 0,527 \text{ g sels}$$

dilué dans 500 ml d'eau de Dakar, soit :

$$\frac{0,527 \text{ sels}}{500 \text{ ml}} = 0,01 \text{ ou } 1\% \text{ sels}$$

Les autres concentrations ont été obtenues comme suit :

3 x 15,5	= 46,5 ml/500 cl	= 3 ‰ sels
5 x 15,5	= 77,5 ml / "	= 5 ‰ sels
7 x 15,5	= 108,5 " / "	= 7 ‰ sels

5.2. Etude sur la Dessiccation

Un essai de simulation des conditions de sécheresse auxquelles les mollusques se trouvent confrontés dans leur habitat,

a été réalisé . Tous les sujets de l'expérience avaient déjà été identifiés et utilisés pour la détermination de la prévalence des cercaires. Ils ont été placés dans des récipients en plastique de 20 cm x 15 cm x 10 cm. Ces récipients ont été remplis à moitié de boue et un nombre déterminé de mollusques a été réparti en surface puis recouvert d'une nouvelle couche de boue jusqu'à remplissage du sac ; à nouveau des mollusques ont été répartis en surface. L'excédent d'eau a été drainé et les récipients ont été mis à sécher dans le laboratoire à l'abri des rayons solaires directs. Après un temps prédéterminé, de l'eau a été ajoutée dans le récipient pour dénombrer les éventuels sujets survivants.

A deux reprises de la boue séchée a été directement prélevée dans des mares à sec, puis humidifiée pour vérifier la présence de survivants.

5.3. Infection naturelle des mollusques par les schistosomes

Après identification des bullins, nous avons procédé à la détermination de leur infection naturelle par les schistosomes. Les mollusques ont été placés dans des fioles de 10 ml par groupes de cinq. Les fioles ont été exposées quelques heures au soleil, car, placés dans cette condition, les bullins émettent des cercaires facilement décelables à l'oeil nu. Dès qu'une émission de cercaires était constatée, ils étaient examinés au microscope pour identification.

5.4. Infection des mollusques par les schistosomes provoquée en laboratoire

Il suffit de très peu de mollusques infectés dans une eau pour maintenir le cycle parasitaire. Le rapport d'étude du projet "Egypte 10" publié par H. Van der Schalle, indique que dans une zone à forte prévalence de bilharziose humaine, sur 14.000 mollusques examinés, seuls 0,3 pour-cent étaient infectés.

Nous avons donc voulu établir quels sont les espèces susceptibles d'agir en tant que vecteur de Schistosoma haematobium

dans le bassin du fleuve Sénégal. Les urines des écoliers de Ourossogui ont été recueillies et placées dans des tubes gradués puis laissées au repos. Le liquide surnageant a été retiré avec soin et le culot (environ 30 ml) dans lequel se logent les oeufs a été transféré dans un erlenmeyer d'un litre et dilué dans de l'eau de puits non traitée. Une source lumineuse a été dirigée vers le goulot de la fiole pour stimuler l'éclosion des oeufs. Etant donné le géotropisme négatif et le phototropisme positif des miracidia, ils s'agglutinent dans le goulot, d'où nous les avons retirés à l'aide d'un compte-gouttes et déposés dans une petite fiole contenant 3 ml d'eau et un seul mollusque. Chaque mollusque a été laissé 4 heures en contact avec les miracidia.

6 - Résultats des Etudes de Laboratoire

6.1. Résistance de B. guernei à la salinité

Le tableau D.6.1. présente les résultats de l'étude sur la résistance à la salinité. Les essais biologiques en laboratoire ont révélé une D.L. 50 entre 3 et 5 ppm pour B. guernei dont 40 pour-cent ont résisté à une salinité de 5 ppm pendant 42 heures. Une exposition d'une heure à des concentrations de 7 ppm a été létale pour tout l'échantillonnage.

Tableau D.6.1.

RESISTANCE A LA SALINTE DE BULINUS GUERNEI

Nombre de sujets morts/total

24 - 28 juillet

Heures	1 ppm	3 ppm	5 ppm	7 ppm	Contrôle
24	1/10	1/10	6/10	10/10	0/9
48	1/10	1/10	6/10	10/10	0/9
72	1/10	1/10	6/10	10/10	0/9
96	1/10	2/10	6/10	10/10	0/9

6.2. Etudes sur la Dessiccation

Les résultats des études sur la dessiccation sont présentés aux tableaux D.6.3. , D.6.4. , D.6.5. et D.6.6. Sur les 155 specimens de B. guernei testés, aucun n'a survécu à la déshydratation même de courte période. Il en a été de même pour les 500 B. senegalensis qui n'ont pas résisté aux 30 jours de sécheresse. Pour les B. forskalii certains jeunes sujets restés à la surface de la boue ont survécu (taux de survivance de 12 pour-cent), mais aucun des specimens enterrés entièrement sous 5 cm de boue n'a résisté. Nous avons également prélevé

de la terre durcie de la mare du site de Oourossogui et l'avons déposée dans de l'eau.

Sur les quelques 1600 mollusques que cette terre renfermait, un seul s'est réanimé (cf. Tableau D.4.14).

Tableau D.6.2.

NOMBRE DE B. SENEGALENSIS EMPRISONNES DANS LA TERRE SECHE PRE-
LEVEE AU SITE DE OUROSSOGUI ET AYANT ETE REANIMES APRES UNE RE-
HYDRATATION.

Taille des mollusques	Nbre de sujets prélevés	Nbre de sujets vivants
- 4 mm	1.050	1
4 à 7 mm	264	0
+ 7 mm	317	0
TOTAL	1.631	

6.3. Infection naturelle des mollusques par les schistosomes

On trouve au tableau D.6.7. le résumé de la recherche des cercaires dans les mollusques. Au total 3771 mollusques ont été collectés et examinés ; ils se répartissent comme suit entre les différentes espèces :

2.245 B. guernei
1.069 B. senegalensis
360 B. forskalii
58 B. jousseaumei
19 B. globosus
20 Biomphalaria pfeifferi.

Vingt sujets ont émis des cercaires mais pour huit seulement il s'agissait des cercaires de Schistosoma. Les deux B. guernei infectés provenaient du site des Makhane et Lampsar où ils avaient été recueillis respectivement le 26 octobre et le 15 novembre 1978. Les quatre B. senegalensis infectés

avaient été prélevés le 14 octobre 1978 au site de Ourossoqui.

Enfin, les deux B. jousseaumei infectés provenaient de Lampsar où ils avaient été prélevés le 4 décembre 1978. La répartition donne donc trois espèces de bullins et trois sites. Les douze mollusques restants comprenaient : (a) des B. guernei dont trois émettaient des xiphidiocercaires, six émettaient des furcocercaires n'appartenant pas à schistosoma, un émettait des cercaires du Paramphistome et un des cercaires de l'Amphistome. (b) un B. senegalensis émettant des Xiphidiocercaires.

6.4. Infection par le Schistosome provoquée en laboratoire

Le nombre des mollusques exposés a été de :

<u>Bulinus</u> (B) <u>guernei</u>	351
<u>Bulinus</u> (B) <u>senegalensis</u>	55
<u>Bulinus</u> (B) <u>forskali</u>	71
<u>Bulinus</u> (P) <u>jousseaumei</u>	18
<hr/>	
TOTAL	495

Nous n'avons pu démontrer d'infection provoquée pour aucun des mollusques exposés. Les sujets appartenant aux espèces Bulinus senegalensis et Bulinus forskali n'ont pu être que difficilement maintenus en vie au laboratoire et ont rarement survécu plus d'une semaine ; or le temps requis pour arriver au stade d'émission de cercaires est de 30 jours. Le taux de mortalité a été de 50 pour-cent pour B. guernei, mais aucun des specimens survivants n'a encore produit de cercaires.

Tableau D.6.3.

DESSICCATION DE BULINUS GUERNEI PENDANT 40 JOURS

Profondeur	Taille des mollusques	Nb.de mollusques enterrés	Nb de mollusques surviv.
0 cm	< 0,5 mm	30	0
"	> 0,5 mm	25	0
5 cm	< 0,5 mm	25	0
	> 0,5 mm	25	0
	TOTAL	105	0

Tableau D.6.4.

DESSICCATION DE BULINUS GUERNEI PENDANT 24 JOURS

Profondeur	Nombre de mollusques enterrés	Nombre de mollusques survivants
0 cm	25	0
5 cm	25	0
	TOTAL	50
		0

Tableau D.6.5.

DESSICCATION DE BULINUS FORSKALII PENDANT 24 JOURS

Profondeur	Nb de mollusques enterrés de 8-10 mm	Nb de mollusques surv.	% de surviv.
0 cm	25	3	12
5 cm	25	0	0
TOTAL	50	3	6

Tableau D.6.6.

DESSICCATION DE BULINUS SENEGALENSIS PENDANT
30 JOURS

Profondeur	Nombre de mollusques de 5 mm enterrés	Nombre de mollusques surviv.
0 cm	200	0
5 cm	300	0
TOTAL	500	0

Tableau D.6.7.

RESULTATS D'EXAMEN DES MOLLUSQUES POUR LA RECHERCHE DES CERCAIRES DE SCHISTOSOMA

Juillet 1978 - Mars 1979 - Région du fleuve Sénégal

Espèces de mollusques	Nb de sujet examinés	Mollusques infectés		Nb de mollusques émettant des cercaires autres que celles de Schistosoma
		Nombre	Site	
<u>Bulinus quernel</u>	2,245	21	Lampsar	6 Furcocercaire
		1	Makhana	3 Xiphidloercaire
				1 Paramphistome
				1 Amphistome
<u>Bulinus senegalensis</u>	1,069	4	Ourossoqui	1 Xiphidloercaire
<u>Bulinus forskalii</u>	360	0		0
<u>Bulinus jousseaumei</u>	58	2	Lampsar	0
<u>Bulinus globosus</u>	19	0		0
<u>Blomphalaria pfeifferi</u>	20	0		0
TOTAL	3,771	8		12

7 - Systématique

Le bassin du fleuve Sénégal est un domaine bien connu des malacologistes, grâce notamment aux nombreuses publications, dont certaines datent de 2 siècles, sur les différentes espèces de bullins observés dans la région.

Bulinus (Bulinus) guernei a été décrit par Dantzenberg en 1890 sous le nom de Isidora guernei ; Tuabo, près de Bakel, a été indiqué comme étant son habitat-type.

Bulinus (Bulinus) senegalensis a été décrit par O.F. Muller en 1781 sous le nom de Bulinus senegalensis, nouvelle désignation du "bullin"., son habitat-type étant Podor au Sénégal.

B. (B) senegalensis est l'espèce type du genre Bulinus.

Bulinus (Physopsis) jousseaumei a été décrit en 1890 par Dantzenberg sous le nom de Isidora jousseaumei, son habitat type étant le fleuve Sénégal près de Médine.

Les deux autres espèces ci-après, présentes dans certains habitats, ont été décrites, mais sans être signalées dans le bassin du fleuve Sénégal : Bulinus (Bulinus) forskali décrit par Ebnenberg en 1831 sous le nom de Isidora forskali, qui situe son habitat à Damietta en Egypte.

Bulinus (Physopsis) globosus décrit par Morelet en 1866 sous le nom de Physa globosa et dont l'habitat type était le fleuve Dande en Angola.

Le genre Bulinus Muller se subdivise en deux sous-genres, Bulinus et Physopsis. Les espèces du sous-genre Physopsis se caractérisent par (1) une columelle tronquée (2) la sculpture spiralée de la coquille formée de rangées de petites impressions et modules transverses (3) un sillon renal distinctif sur la surface ventrale. Chez le Bulinus, la columelle est généralement droite, bien que parfois tournée et/ou recourbée, mais jamais tronquée. La coquille se caractérise par une sculpture axiale prononcée et parfois des côtes, mais l'animal

(partie charnue) n'a jamais de sillon rénal..

Les divers spécimens collectés et examinés au cours de notre étude se caractérisaient par certaines particularités de la coquille et de la partie charnue, dont la liste a été établie par Wright (1956) et Mandahl-Barth (1958).

Bulinus (Bulinus) guernei : coquille fine, d'un brun très clair, striée. Les stries sont dues partiellement à la présence de côtes larges et lisses, et à des bandes de couleur plus foncée. La columelle est droite en confluence ininterrompue avec la marge basale. La marge columellaire est à peine recourbée au-dessus de l'ombilic profond et rond. Le vortex du corps est très volumineux et représente plus des 3/4 de l'ensemble de la coquille. Chez les adultes, l'ouverture est légèrement évasée. Les spirales sont légèrement remplies et séparées par de profonds sillons.

Bulinus (Bulinus) senegalensis : la coquille comporte entre cinq et cinq volutes et demi, elle est relativement plus large que pour l'espèce B. forskalii, car plus ovée et moins turriculée. Les volutes sont arrondies, sans angle d'embase ou saillie. L'ouverture est relativement plus haute. La sculpture consiste en fines lignes transversales coupées de délicates lignes spiralées. La sculpture transverse est plus prononcée pour les deux premières volutes.

Bulinus (Physopsis) jousseamei : il s'agit de l'espèce la plus petite du sous-genre Physopsis. La coquille est rarement supérieure à 10 mm, et comporte quatre volutes, à spirale basse. De couleur généralement brun foncé, on trouve cependant certaines coquilles. La marge columellaire est très légèrement tronquée. L'ouverture est plus large que celle des autres espèces du sous-genre Physopsis et a presque la même hauteur que la coquille. Lorsque la sculpture spiralée est visible, elle est extrêmement délicate. La marge columellaire est repliée, presque confondue avec le vortex du corps, et oblitère l'ombilic ou le réduit à une fente très étroite.

Bulinus (Physopsis) globosus : la coquille est de taille moyenne ou grande, elle est ovée, à spirale obtuse généralement peu proéminente et comprenant quatre à quatre volutes et demi, augmentant rapidement et séparée par une suture peu profonde. La coquille, brillante, de couleur jaunâtre, presque brun doré, a des lignes de croissance très ténues. L'ouverture est ovée et l'ombilic est profond et large, particulièrement marqué chez le sujet de grande taille. La columelle peut être tordue ou droite, mais plus ou moins tronquée en dessous. On observe sur les premières volutes, et parfois même sur la partie supérieure de la dernière volute, une sculpture spiralée plus ou moins distincte consistant en petites lignes ou impressions transverses.

Bulinus (Physopsis) globosus et Bulinus (Physopsis) jousseau-me peuvent facilement être confondus l'un avec l'autre, surtout lorsque la spirale de B. (Ph.) globosus est basse et que la columelle est peu tronquée. Il est possible qu'il y ait parfois synonymie entre les deux appellations, B. (ph.) globosus étant le nom le plus ancien.

Bulinus (Bulinus) forskalii : le sujet adulte a une coquille longue et généralement effilée, la spirale étant beaucoup plus haute que l'ouverture. Elle comporte environ six volutes renflées séparées par de profondes sutures. L'ouverture relativement courte est à marge extérieure et à marge columellaire tordue ou parfois droite, mais épaissie et non recourbée chez certains sujets. L'embase dans la partie supérieure existe chez tous les sujets, sauf parfois pour les dernières volutes. La première volute est généralement lisse alors que les autres sont plus ou moins côtelées. On observe parfois une sculpture spiralée aux lignes délicates. La coquille est le plus souvent de couleur claire, presque blanche ou diaphane ; de rares specimens sont de couleur brunâtre plus foncée.

Il est possible de confondre B. (B.) senegalensis et certains jeunes specimens de B. (B.) forskalii dont les volutes et les stries sont peu proéminentes, et seul l'examen de sujets adultes permet alors une identification précise.

CHAPITRE E

DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS1. PREVALENCE DE LA BILHARZIOSE

La répartition géographique de la bilharziose urinaire est fonction de certains facteurs écologiques bien déterminés. Ainsi, le taux d'infection peut varier considérablement entre villages très voisins où les conditions de vie sont pourtant identiques. Trois facteurs sont indispensables au maintien du cycle parasitaire, et donc à la contamination :

1. Une eau de surface abritant un mollusque hôte.
2. Des êtres humains qui, par leur urine, évacuent dans l'eau des oeufs fécondés.
3. Un contact entre l'homme et l'eau qui permet la pénétration transcutanée du muracidium.

L'étude de prévalence de la bilharziose réalisée par l'équipe de santé publique du projet (1977) a révélé que la maladie est rarement observée dans les villages situés directement en bordure du fleuve Sénégal, lequel, en aval de Bakel n'offre pas un habitat favorable aux mollusques, les rives étant généralement sablonneuses et exemptes de végétation ou de débris. De plus, les courants rapides au moment des crues emportent et détruisent les micro-habitats formés en saison sèche. Enfin, dans le delta, la forte salinité de l'eau du fleuve en saison sèche inhibe le développement des bullins. Par conséquent, l'eau du fleuve ne présente pas un danger de contamination par la bilharziose pour les populations riveraines qui s'y baignent ou y font leur lessive.

L'étude de prévalence a également fait apparaître des taux

plus élevés d'infection dans certains villages des zones de diéri, éloignés du fleuve. Le taux de prévalence a été de 15 % pour le village de Doumga Oura Alfa, et de 44 % pour celui de Zeneiga-Maure. L'étude sur les populations de mollusques a également porté sur deux villages du diéri. Le premier est Doumga Oura Alfa, où comme déjà indiqué, le taux de prévalence a été de 15 pour-cent, le second est Ourossoqui où le taux est de 50 % (chiffre indiqué en 1978 par Dr. Veyx, Hôpital d'Ourossoqui). Le village de Zeneiga-Maure, inaccessible en saison des pluies, n'a pu être inclus parmi les sites sélectionnés pour l'étude sur les densités de population des mollusques. Il est probable que les villages de diéri soient d'éventuels lieux de contamination, mais uniquement en saison des pluies, lorsque la population locale utilise pour divers besoins domestiques l'eau accumulée dans les dépressions de latérite, bien qu'elle ne s'en serve pas comme eau de boisson. Toutes ces dépressions abritaient des mollusques de l'espèce Bulinus senegalensis qui peut se développer avec une extrême rapidité dans ces eaux qui ne subsistent guère que pendant quatre mois.

Au village de Ourossoqui, parmi les échantillons de B. senegalensis (seule espèce présente) prélevés sur le site, quatre spécimens étaient infectés. Le rôle vectoriel primaire de ce bullin en Gambie a été étudié de façon exhaustive par l'Organisme "British Medical Research Council". Ce bullin doit être considéré comme le vecteur primaire de la bilharziose humaine dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal. Nous avons déjà signalé que pendant la période de l'étude, le bétail ne s'est pas abreuvé dans la mare et ne pâture pas à proximité, l'eau et le fourrage étant amplement disponibles ailleurs.

Dans le delta, la situation est totalement différente. Les plans d'eau douce, tels que les marigots du Djeuss et du Lampsar, constituent un habitat favorable pour plusieurs espèces de bullins, en particulier B. guernei et F. forskalii. Or il s'agit d'une nappe pérenne, bien que moins abondante en

saison sèche, et qui est utilisée par la population locale pour divers besoins domestiques ou à titre récréatif ou professionnel.

Le risque de propagation de la maladie est très élevée. La raffinerie de Richard Toll emploie quelques 2.000 ouvriers saisonniers migrants, sans compter une importante équipe permanente. Les saisonniers qui viennent de toutes les régions du Sénégal, constituent une source d'infection constamment renouvelée. Les périmètres rizicoles de la S.A.E.D. font également appel à une main-d'oeuvre saisonnière.

Par conséquent, on trouve réunis dans le delta les trois facteurs indispensables à la transmission de la bilharziose : le bullin, le contact entre l'homme et l'eau, et la source de contamination.

Néanmoins, aucun cas d'infection n'a été observé à l'exception du site de Lampsar.

Cette situation s'explique en partie par une compatibilité ou une incompatibilité entre l'agent pathogène et son hôte intermédiaire, et qui peut différer d'une souche ou d'un site à l'autre.

Ainsi, il y a forte compatibilité à Lampsar entre Schistosoma haematobium et les souches de B. guernei et de B. jousseaumei présentes sur ce site. Une étude par Mc Cullough (1959) effectuée au Ghana a révélé qu'il n'y a compatibilité de Bulinus globosus qu'avec les souches de S. haematobium originaires du site de Pokoase (ville située à 30 km du littoral) et de Bulinus truncatus rohlfsi qu'avec les souches de S. haematobium provenant du village de Ke, en bordure du fleuve Volta.

Ces résultats ont été corroborés par les travaux de Paperna (1968) qui a découvert une incompatibilité entre les souches de Bulinus (Physopsis) globosus originaires de Pokoase et celles de S. haematobium originaires du delta du fleuve Volta. Pour d'autres régions d'Afrique, une incompatibilité existe entre certains bullins du groupe Bulinus truncatus et S. haematobium ce dernier étant par contre transmis par Bulinus (Physopsis) globosus.

Une autre explication possible à l'absence de bilharziose pourrait être l'incidence d'un faible pH sur le miracidium. D'après Lo (1968) la concentration d'ions d'hydrogène dans l'eau a une forte influence sur la capacité de survie du miracidium. En effet pour que le miracidium soit un agent de contamination du mollusque il faut non seulement qu'il survive pendant une période suffisante pour trouver le mollusque mais qu'il ait assez de vigueur pour y pénétrer; il précise que lorsque la valeur du pH était de 5, les miracidia de S. haematobium ont nagé absolument normalement pendant une minute. Cinquante - pour-cent des sujets se sont arrêtés au bout de trois minutes ou nageaient anormalement; la période léthale était atteinte au bout de cinq à 22 minutes. Or dans des conditions normales, le temps moyen de survie du miracidium est de 24 heures.

Dans la partie basse du delta les mesures du pH ont donné des valeurs comprises entre 4,5 et 6,0, et à deux reprises des valeurs supérieures à 6,0 (à Pahl, novembre et décembre, 1978).

Apparemment, l'eau du fleuve Sénégal, avec des valeurs de pH de 6 à 7, a un faible pouvoir tampon et la concentration d'ions d'hydrogène est augmentée (donc de pH abaissé) par la présence de détritits et par le degré élevé d'acidité de la masse de sol des marigots et des autres habitats.

En ce qui concerne les pourcentages de Ca et de Mg (salinité) de l'eau dans le delta ils sont proches des valeurs observées plus en amont.

Les taux de salinité mesurés pour les sites de l'étude dans le delta sont très inférieurs aux seuils de tolérance des bullins et de ceux des souches biomphalarides et lymnaeides. Les miracidia du schistosome, surtout de Schistosoma manson, ont une tolérance à la salinité supérieure à celle du mollusque hôte intermédiaire. De plus l'éclosion des oeufs de S. manson est possible en eau saumâtre et les miracidia qu'ils libèrent sont viables et infectieux pour tout mollusque hôte. C'est pourquoi dans le delta, même en cas de forte salinité des eaux, il peut y avoir transmission de la bilharziose en présence d'autres facteurs favorisants.

2. ETUDE DES MOLLUSQUES VECTEURS

2.1. ETUDES DES POPULATIONS DE MOLLUSQUES

Notre étude a démontré qu'il existe, dans les mares temporaires des dépressions de latérite (Matam, Ourossoqui, Doumga Oura Alfa) une corrélation certaine entre les fluctuations de la densité des populations de mollusques et la pluviosité. A Ourossoqui par exemple, les pluies débutent en juin et les précipitations maxima sont enregistrées en juillet; on a alors observé dans les mares une forte augmentation de la population de mollusques, les concentrations maxima ayant été atteintes en octobre. Novembre a été marqué par un déclin brutal et les mollusques avaient disparu en janvier, période d'assez des cuvettes. Ce cycle semble caractéristique d'habitats temporaires similaires des mollusques en Afrique et au Nord-Est du Brésil. Il est indubitable que les mollusques mettent à profit la courte période favorable dont ils disposent, d'où leur surabondance rapide dans les mares. Malheureusement c'est également pendant cette période que les contacts entre l'homme et l'eau sont les plus fréquents, et donc que les agents pathogènes sont évacués en plus grand nombre dans l'eau avec les urines. L'infection du mollusque a lieu en début de saison des pluies et on assiste à une surpopulation de cercaires en septembre-octobre.

Dans les canalisations d'irrigation le cycle de fluctuation de la densité de population des mollusques est différent (cf. l'étude sur les sites de Richard Toll et de Guede-chantier),

n'étant plus en corrélation avec les précipitations; il en est d'ailleurs de même pour la présence d'eau dans les canaux. Ce sont les crues qui commandent la densité de population qui, par ailleurs est également affectée par les curages périodiques du réseau d'irrigation pour l'enlèvement des herbes aquatiques et des boues.

En effet les eaux de crue chargées de limon ont pour effet de réduire la végétation aquatique qui abrite les mollusques et leurs oeufs ainsi que la microflore dont se nourrissent les mollusques. Ceci est dû au fait que les limons font écran à la pénétration de la lumière solaire dans l'eau et gênent par conséquent la photosynthèse.

Si l'on considère les données physicochimiques recueillies au cours de notre étude on constate que le bassin du fleuve Sénégal offre, d'une manière générale, des conditions favorables à la vie des hôtes intermédiaires, ces derniers pouvant s'adapter à la grande variabilité des facteurs physiques et chimiques.

En ce qui concerne les températures elles ont oscillé entre 17,5 et 39 ° C, la moyenne étant de 27° C. La température de 39 ° C a été enregistrée à Doumga Oura Alfa en une période où la cuvette ne contenait que peu d'eau et où des mollusques viables y ont été collectés. La température de 33 ° C, enregistrée à trois reprises en des sites différents et à des heures variables, est bien tolérée par les mollusques.

Pour ce qui est du pH, les mollusques tolèrent des valeurs de 4,5; néanmoins dans ces conditions leur coquille devient fragile. Les valeurs de pH enregistrées ont varié de 4,5 à 7.

Les pourcentages d'oxygène dissous ont été très variables : de 1,6 à 14,0 mg/l, la moyenne se situant à 5,2 mg/l. Les mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes étant planoroides peuvent vivre dans des eaux à très faible taux d'oxygène dissous.

La dureté de l'eau des divers habitats examinés était généralement faible donc à teneur peu élevée en sels de calcium. Les valeurs enregistrées ont varié entre 8 et 421 mg CaCO_3/l , la valeur maxima ayant été relevée au site de Pahk. La moyenne n'a été que de 28 mg/l.

2.2. ETUDE SUR LA DESSICCATION

L'un des facteurs importants favorisant la propagation des mollusques dans la zone sahélienne, est leur capacité de résistance à la déshydratation. On trouve cités, dans la littérature, des exemples de différence de résistance d'une espèce à l'autre. Ainsi, Mc Collough (1962) a démontré qu'au Ghana, Bulinus truncatus rohlfsi est plus résistant à la sécheresse que Bulinus (Physopsis) globosus. Or le bassin du fleuve Sénégal connaît de fréquentes périodes de sécheresse et les mollusques qui y vivent ont une capacité de résistance plus ou moins forte à cette sécheresse. Plusieurs mollusques de la région appartenant à des souches différentes ont été exposés en laboratoire à des conditions simulant celles du terrain.

Les specimens de Bulinus guernei prélevés dans le delta ont été peu résistants à la dessiccation ; aucun n'a survécu au test quelles que soit leur taille où la profondeur à laquelle ils ont été enfouis dans la boue. Par conséquent cette souche ne peut tolérer de déshydratation d'aussi courte durée soit-elle, contrairement aux souches prélevées à Thiès par Larivière et al (1962) dont le taux de survie a été de 50 pourcent après une dessiccation d'un mois. Dans l'étude sur les populations de mollusques Bulinus guernei était prédominant sur les sites disposant d'une source d'eau pérenne, tandis que sur les sites soumis à de courts assecs périodiques (Eaux et Forêts, Guédé-chantier) sa population est restée limitée pendant quelques mois après la réapparition de l'eau.

Pour B. forskalii le taux de survie a été de 12 % lorsque les échantillons ont été disséminés à la surface de la boue. Cette capacité de résistance de l'espèce à de brèves périodes de sécheresse étend son aire géographique ; en fait, elle est presque partout présente en Afrique du Sud du Sahara ainsi que dans la vallée du Nil.

Dans le bassin du fleuve Sénégal nous l'avons observée dans tous les plans d'eau à l'exception des cuvettes de latérite. Selon Smithers (1958), B. forskalii identifié en Gambie a eu un taux de survie de 20 pour-cent après une dessiccation de 14 semaines, tandis que les sujets ayant réussi à s'enfouir dans la boue, donc à protéger leur ouverture, ont atteint un taux de survie de 60 pour-cent.

Il est intéressant de noter que B. senegalensis n'a pu résister à 30 jours de dessiccation en laboratoire ce qui peut être imputable à une prédisposition du mollusque à hiberner avant d'être soumis à la dessiccation. En effet, dans la cuvette de latérite de Ourossoqui, un mois avant l'assèchement complet nous avons pu constater la formation, au-dessus du niveau de l'eau, d'un anneau périphérique de près de 30 cm de large, constitué de milliers de coquilles de B. senegalensis, généralement des sujets de petite taille (moins de 4 mm) et non adultes. Il semble qu'un ou plusieurs facteurs physiques ou chimiques aient déclenché le mécanisme d'hibernation et qu'ainsi la plupart des mollusques se sont laissés enterrer sous une épaisseur de boue suffisante pour recouvrir leur ouverture. A mesure du retrait de l'eau les mollusques étaient littéralement incrustés dans la terre durcie. Nous avons effectué un prélèvement et avons soumis ces mollusques à un processus de rehydratation en laboratoire. Sur les 1600 échantillons, un seul a été retrouvé vivant. Or si l'on tient compte de l'hermaphrodisme des mollusques, il suffit d'un seul sujet pour repeupler la mare lors de la prochaine saison des pluies.

2-3 INFECTION NATURELLE DES MOLLUSQUES PAR LE MIRACIDIUM

Au Tableau D-4-15 sont indiqués les trois bullins ayant émis des cercaires : Bulinus guernei, B. jousseaumei et B. senegalensis.

Tous les specimens infectés appartenant à l'espèce B. senegalensis avaient été prélevés le 14 Octobre 1978 (époque de pointe de la densité de pollution des mollusques) dans la cuvette de latérite de Ourossoqui; compte tenu de l'absence de tout bétail dans la zone d'échantillonnage, les

cercaires émises par ces bullins sont incontestablement celles de Schistosoma haematobium. Le 15 septembre 1978 nous avons noté que vingt deux personnes se trouvaient dans la mare, soit pour s'y baigner, soit pour y faire la lessive et que le sol alentour était recouvert de linge mis à sécher; nous en avons déduit que ce plan d'eau est très utilisé par la population locale. La valeur du pH relevée ce même jour était de 6,9. Or la conjonction des trois facteurs que sont la forte densité de population des mollusques vecteurs, le contact intense entre l'homme et l'eau, et un pH supérieur à six, est considérée être un élément majeur favorisant la transmission de la bilharziose urinaire, et en fait, le taux de prévalence de la maladie à Ourossoqui est particulièrement élevé. (nos analyses en laboratoire ont révélé que parmi les élèves de l'école primaire, 30 pour-cent étaient fortement contaminés, et à deux reprises les urines recueillies ont donné lieu à la formation de grumeaux dans le tube à centrifuger).

Seul B. senegalensis est présent dans les [✓]cuvettes de latérite entourant le village. Par contre dans une mare de la plaine d'inondation nous avons collecté 10 specimens de B. globosus mélangés avec ceux de B. senegalensis. Or cette mare est beaucoup plus éloignée du village et par conséquent moins utilisée par la population tant que les cuvettes de latérite contiennent de l'eau. On peut donc affirmer avec une quasi certitude que B. senegalensis est, à Ourossoqui, le principal vecteur de Schistosoma haematobium.

Les specimens infectés de B. guernei ont été prélevés le 26 octobre 1978, à Makhana et le 15 novembre 1978 à Lampsar, deux villages situés en bordure du marigot de Lampsar et distants l'un de l'autre de 5 km. Les deux sites offrent des habitats extrêmement favorables aux bullins, et les espèces qui y sont les plus communes sont B. guernei et B. forskalii, toutes deux vecteurs de la bilharziose urinaire.

Lampsar est le seul village du delta où des cas de bilharziose ont été décelés. Dr. W. Downs a signalé sept cas en février 1977 et cinq cas en juin 1978. Dr. Lemasson a examiné en 1978 les urines de 1.570 personnes parmi les habitants

des autres villages du delta et n'a trouvé aucun sujet infecté. Les douze cas reconnus à Lampsar donnent finalement un faible taux de fréquence, et les vecteurs incriminés sont certainement B. guernei et/ou B. jousseaumei s'agissant des deux espèces ayant émis des cercaires du schistosome. Néanmoins la détermination morphologique des cercaires n'a pas été possible. Les spécimens infectés de B. guernei prélevés en octobre et novembre et destinés à être utilisés pour une étude en laboratoire de contamination de souris n'ont pas survécu au transport. Par contre cette expérience est en cours avec deux spécimens infectés de B. jousseaumei expédiés à New Orléans (U.S.A.).

L'hypothèse que les cercaires émises par les échantillons de B. guernei et B. jousseaumei prélevés à Lampsar sont celles de S. haematobium se trouve confortée par le fait que le site est entouré de clôtures interdisant son accès au bétail et par les cas de bilharziose signalés parmi la population. En ce qui concerne par contre les cercaires émises par les échantillons de bullins prélevés à Makhana elles peuvent appartenir soit à S. haematobium soit à S. bovis.

Pour résumer disons que trois bullins, provenant chacun d'une zone déterminée sont susceptibles d'être des vecteurs de la bilharziose humaine; il s'agit de B. guernei (Lampsar et Makhana), B. jousseaumei (Lampsar) et B. senegalensis (Ourossogui).

CHAPITRE F

RECOMMANDATIONS

Il est difficile de prévoir avec certitude quel sera le taux de prévalence de la bilharziose et la densité de population de ses mollusques vecteurs une fois réalisé l'aménagement du bassin du fleuve Sénégal. C'est pourquoi nous recommandons la création d'une équipe de surveillance sanitaire qui serait chargée de suivre l'évolution épidémiologique. Cette équipe pourrait être placée sous la tutelle de l'OMVS et aurait pour tâches :

1. de surveiller l'évolution de la densité des populations de mollusques vecteurs à l'intérieur des périmètres irrigués.
2. de surveiller l'évolution épidémiologique de la bilharziose dans les villages actuels ou à créer.
3. en cas de situation critique de recommander les mesures prophylactiques appropriées.

L'OMVS pourrait agir en collaboration avec le Service de Parasitologie du Laboratoire national de recherches vétérinaires de Dakar, qui semble être l'un des services le mieux doté en expertise et qui bénéficie d'une longue expérience en matière de recherches sur la bilharziose, notamment sur le cycle intermédiaire du mollusque, sans compter sa connaissance approfondie du terrain et des agents pathogènes qui y sévisent.

En se basant sur la répartition géographique des populations de mollusques il est possible de proposer certains moyens de lutte en fonction des divers habitats.

Pour les mares temporaires (par exemple celles de Matam et de Ourossoqui) un contrôle chimique par les molluscicides est à envisager. Un ou deux traitements pourraient être

appliqués en juillet, époque de remplissage des mares par les premières pluies. On détruirait ainsi les mollusques en hibernation qui constituent un potentiel de repeuplement. On ne trouve dans les cuvettes de latérite aucune végétation susceptible de contrecarrer l'action des molluscicides.

Dans les canalisations des réseaux d'irrigation on pourrait, avant l'application des molluscicides, faire appel à des mesures écologiques ou techniques : curage des canaux pour éliminer la boue et la végétation aquatique ou semi-aquatique, ce qui détruirait en grande partie les mollusques et perturberait l'habitat des survivants, qui seront de plus soumis à l'action ultérieure du molluscicide.

Pour le contrôle chimique, il existe de nombreux produits molluscicides très efficaces même à faible dose, toxiques pour le mollusque et même pour ses oeufs, sans perturber notablement le biotope. On peut, entre autres, citer le pentachlorophenate de sodium (produit par Shell Co, USA), le Frescon (produit par Shell Co., Grande Bretagne), le Bayluscide ou niclosamide (produit par Bayer Co., R.F.A.).

De nombreux essais au Bayluscide ont été réalisés dans le cadre de projets pilotes et le produit est actuellement largement utilisé au Brésil, à Porto Rico, en Egypte, en Iran, etc.. Les coûts annuels de traitement en 1972 pour 100 m³ d'habitat varient entre un minimum de 225 FCFA dans des régions arides dotées d'importants réseaux d'irrigation, et un maximum de 9000 FCFA dans des régions à forte pluviométrie et où les plans d'eau naturels sont rares et très disséminés (Jobin, 1979). Pour les produits en poudre soluble, le prix courant varie entre 1800 FCFA (St-Lucia) et 2925 FCFA (Porto Rico) par kg de matière active.

Les différences de prix s'expliquent surtout par les taxes locales et les coûts d'emballage et de transport.

Certaines recommandations peuvent également être formulées en ce qui concerne les futurs aménagements hydro-agricoles. Il importe notamment d'empêcher les fuites d'eau dans le réseau.

de canalisation; en effet ces fuites favorisent la prolifération des mollusques.

La vitesse d'écoulement de l'eau dans les canaux d'irrigation devrait être suffisamment rapide pour empêcher l'installation des mollusques qui, dans les canaux en terre, par exemple, parviennent à se fixer même lorsque la vitesse d'écoulement est de 0,6 m/sec., et ce d'autant plus facilement qu'ils sont protégés par la végétation aquatique. Mais il convient de rappeler que la vitesse de l'eau n'est pas uniforme dans une canalisation. Il a été démontré que le débit en périphérie est en moyenne égal à 0,40 de la vitesse superficielle médiane, et qu'on peut enregistrer jusqu'à 12 pour-cent d'écarts pour la valeur moyenne du débit de fond entre l'écoulement le long des parois et l'écoulement médian (OMS, 1963). De plus la vitesse moyenne d'écoulement dans une section donnée est obtenue en divisant le débit par l'aire de la section, et est égale à 0,729 de la vitesse superficielle médiane.

En ce qui concerne la lutte contre les mollusques, il convient de rappeler que pour chaque espèce correspond une vitesse critique au-delà de laquelle le mollusque ne peut plus avoir prise, ou du moins très difficilement. C'est pourquoi les réseaux d'irrigation devraient, dans la mesure du possible, être conçus de façon telle que la vitesse d'écoulement soit aussi élevée que le permettent la nature et la configuration du sol, sans risque d'érosion.

Il serait parfois nécessaire d'avoir recours à des canalisations fermées, malgré leur coût beaucoup plus élevé que celui des canalisations ouvertes, car en plus d'une meilleure lutte contre les mollusques, elles permettent notamment de réduire les pertes par évaporation, les fuites d'eau, et les mauvaises herbes, d'où finalement une économie d'eau. Pour plus amples détails sur les réseaux d'irrigation, se référer au rapport sur les aménagements agricoles, préparé dans le cadre de l'Etude sur l'Environnement.

ANNEXE

DATES ET HEURES DES PRELEVEMENTS SUR LES SITES

SITE	Juillet Date	Heure	Août Date	Heure	Septembre Date	Heure	Octobre Date	Heure	Novembre Date	Heure	Décembre Date	Heure	Janvier Date	Heure	Février Date	Heure	Mars Date	Heure
DAKAR-PAVCO	22	12:30	15	09:30	12	10:00	26	15:00	15	14:30	7	14:00	19	11:00	20	12:00	19	14:30
MAKHANA	-	-	15	11:00	12	11:00	26	16:00	15	07:00	4	09:00	19	12:30	20	08:00	19	15:25
LAMPSAR	22	11:30	15	12:30	12	12:30	26	17:00	15	11:00	4	10:30	19	14:30	20	10:00	19	16:30
PAIK	18	18:00	15	14:30	12	NE	27	09:30	19	10:45	5	11:00	20	14:30	21	11:00	19	17:30
RAFFINERIE DE F. TOLL	19	11:30	15	18:15	12	18:00	27	11:00	19	09:45	5	12:00	20	16:30	21	16:40	19	ASSEC
EAUX ET FORÊTS	-	-	16	08:30	13	09:00	27	12:00	19	08:15	5	NE	20	15:00	22	08:00	20	07:45
QUELLE CHANTIER	21	10:00	16	12:00	13	11:00	28	10:00	16	12:00	6	NE	21	ASSEC	22	ASSEC	20	10:30
DOUNGA CURA ALFA	20	10:00	18	NE	13	16:00	28	15:30	16	ASSEC	6	ASSEC	21	ASSEC	22	ASSEC	NV	ASSEC
COURNASSOUI	-	-	18	NE	15	10:45	29	16:30	17	ASSEC	6	NE	21	ASSEC	23	ASSEC	NV	ASSEC
MOITAN	19	15:00	17	14:00	14	09:45	29	09:00	17	08:00	6	NE	21	ASSEC	23	ASSEC	NV	ASSEC

NE = non enregistré

NV = non visité

* = supposition.

BIBLIOGRAPHIE

- Ackermann, W., White, G., and Wortington, E.B., 1973. Man-made Lakes: Their Problems and Environmental Effets. Geophysical Monograph 17. American Geophysical Monograph 17. American Geophysical Union, Washington, D.C.
- American Public Health Asso. et al. 1975. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 14 th ed. APHA, AWWA, WPCF, Washington D.C.
- Bouffard and Neveux, 1908. Bilharziose dans le Haut Senegal et le Haut Niger. Bull. Soc. Path. Exot. Vol. 1 p. 430.
- Carlos, L.F.M., 1969. Doctorat du Troisieme Cycle Geographie. Geographie Medicale du Senegal. Faculte des Lettres et Sciences Humaines, Université de Dakar.
- Downs, W. 1977. Eight Report: Senegal River Pilot Health Research Program. Yale University, New Haven, Conn.
- Farooz, M., Neilsen, J., Samaan, Mallach, M.B., and Allam, A.A., 1966. The Epidemiology of Schistosoma haematobium and S. mansoni infections in the Egypt-49 Project Area. Prevalence Of Bilharziases in Relation to Certain Environmental Factors. Bull. Wld. Hlth. Org. Vol. 35, pp. 319-330.
- Faust, E.C., Russell, P.F. and Jung, R.D., 1976. Clinical Parasitology, Lea and Febiger, Philadelphia, Penn.
- Fenwick, A., 1972. Effect of a Control Program on Transmission of Schistosoma mansoni on an irrigated estate in Tanzania. Bull. Wild. Hlth. Org., Vol. 47, pp. 325-330.
- Jobin, W.R., 1979. Cost of Snail Control. Amer. J. Trop. Med. Hyg., Vol. 28, pp. 142-154.
- Lacan, A., 1963. La Lutte Contre les Bilharzies dans un Programme de Sante Publique. Rapport, 3ème Journées Medicales de Dakar. Medecine Afrique Noire. Juillet, Dakar, Senegal.
- Lariviere, P., Hocquet, M., Ranque, J., 1962. Etude de la Resistance a l'Anhydrobiose des Gastropodes d'Eau douce, B. Guernei Daulzemberg et Blomphalaria pfeiffer". C.R. Soc. Biol. pp. 725-726.
- Lariviere, M., Gretillet, S., and Hocquet, P., 1963. Considerations et Recherches sur l'Epidemiologie des Bilharzioses au Senegal. 3eme Journées Medicales de Dakar. Medecine Afrique Noire. Dakar, Senegal.

- Lefrou, G., 1933. Presence de Bulinus dybowskii au Senegal. La Diagnose des Bulinidae Africains. Bull. Soc. Path. Exot., Vol. 26, p. 1099.
- Leger, M., 1923. Les Bilharzioses Urinaires et Intestinales au Senegal. Bull. Soc. Path. Exot. Vol. 16, p. 141.
- Lemasson, J.M. , and Diaw, O.T., 1978. Donnees epidemiologiques de la bilharziose urinaire dans le delta du Fleuve Senegal. SAED, Projet Debi Lampsar. Etudes Sanitaires, 18 SE.
- Lo, Chin-Tsong, 1968. Compatibility and Host-Parasite Relationship between Bulinus and an Egyptian Strain of Schistosoma haematobium (Bilharz). Ph. D. Thesis, University of Michigan, Ann Arbor, Mich.
- Mandahl-Barth, G., 1958. Intermediate Hosts of Schistosoma. African Biomphalaria and Bulinus. W.H.O. Monograph Series, No. 17.
- Malek, E.A., 1962. Bilharzioses Control in Pump Schemes near Khartoum, Sudan and an Evaluation of the Efficacy of Chemical and Mechanical Barriers. Bull. Wld. Hlth. Org., Vol. 27, pp. 41-58.
- Mancy, K.H., Jaffe, J. 1966. Analysis of dissolved oxygen in natural and waste water, USPHS Publ. N° 999-WP-37, Washington, D.C.
- Mc Cullough, F.S., 1959. The Susceptibility and Resistance of Bulinus (Physopsis) globosus, and Bulinus (Bulinus truncatus rohlfsi) to Two Strains of Schistosoma haematobium in Ghana. Bull. Wld. Hlth. Org., Vol. 20, pp. 53-60.
- _____. 1962. Observations on Bulinus (Bulinus) truncatus rohlfsi (Clessin) in Ghana. 1. The Distribution of the Snails and Their Role in the Transmission of Schistosoma haematobium. Ann. Trop. Med. Parasit. Vol. 56, pp. 53-60.
- _____. Eyakuze, V.M., Msinde, J., and Editi, H., 1966. Water Resources and Bilharziasis Transmission in the Misungwi Area, Mwanza District, North-West Tanzania. East Afr. Med. J., Vol. 45, pp. 295-308.
- Paperna, I., 1968. Susceptibility of Bulinus (Physopsis) globosus and Bulinus truncatus rohlfsi from Different Localities in Ghana to Different Local Strains of Schistosoma haematobium. Ann. Trop. Med. Parasit. Vol. 62, pp. 13-26.

- Smithers, S.R., 1956. On the Ecology of Schistosoma Vectors in the Gambia, with Evidence of their Role in Transmission. Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg. Vol. 50, pp. 354-365.
- Stanley, N.F., and Alpers, M.P. Eds. 1975. Man-made Lakes and Human Health. Academic Press, London.
- U.S. Department of the Interior, 1976. Senegal River Basin Preliminary Basic Data Examination and Suggested Study Program. Bureau of Reclamation.
- Veys, A. 1978. Personal Communication.
- Watson, J.M., 1969. Mis en Valeur de la Vallee du Senegal. Aspects Sanitaires. Rapport de Mission. WHO, Afr/PAA/60., 27 mai, 1970.
- Webbe, G., 1963. Known transmission patterns of S. haematobium in Tanganyika and the Possible Influence of Irrigation on Incidence of Infection. East Afr. Med. J. Vol. 40, pp. 235-239.
- _____. 1965. Transmission of Bilharziasis. 1. Some Essential Aspects of Snail Population Dynamics and Their Study. Bull. Wld. Hlth. Org., Vol. 33, pp. 147-153.
- W.H.O. 1965. Snail Control in the Prevention of Bilharziasis. Wld. Hlth. Org. Monograph Series, No. 50
- _____. 1978. A Field Guide to African Freshwater Snails. Vol. 1: West African Species. W.H.O. Snail Identification Centre - Danish Bilharziasis Laboratory. Charlottenlund, Denmark.
- Wright, C.A., 1956. The anatomy of the six Species of the Molluscan Genus Bulinus (Planorbidae) from Senegambia. Proc. Malacol. Soc. (London), Vol. 32, pp. 88-104.

LISTE DES TABLEAUX
LISTE DES FIGURES



- A. Introduction
- B. Historique
- C. Etude de la prévalence des Schistosomes
 - 1. Déroulement de l'étude
 - 2. Dépouillement des données
- D. Etude des Mollusques Hôtes Intermédiaires
 - 1. Description de la zone de l'étude
 - 2. Sélection et description des sites de l'étude
 - 2.1 Dakar-Bango
 - 2.2 Makhana
 - 2.3 Pampsar
 - 2.4 Pahk
 - 2.5 Complexe sucrier de Richard Toll.
 - 2.6 Service des Eaux et Forêts de Richard-Toll
 - 2.7 Guédé chantier
 - 2.8 Doumga Oura Alfa
 - 2.9 Ourossogui - Aéroport
 - 2.10 Matam
 - 3. Description des habitats
 - 3.1 Paramètres
 - 3.1.1 Végétation
 - 3.1.2 Turbidité
 - 3.1.3 pH
 - 3.1.4 Température
 - 3.1.5 Oxygène dissous
 - 3.1.6 Dureté

3.2 Caractéristiques des sites

- 3.2.1 Site de Dakar-Bango
- 3.2.2 Site de Makhana
- 3.2.3 Site 3 - Lompsar
- 3.2.4 Site 4 - Pahk
- 3.2.5 Site 5 - Raffinerie de Richard Toll
- 3.2.6 Site 6 - Service des Eaux et Forêts de
Richard Toll
- 3.2.7 Site 7 - Guédé - chantier
- 3.2.8 Site 8 - Doumga Oura Alfa
- 3.2.9 Site 9 - Ourossoqui
- 3.2.10 Site 10 - Matam

3.3 Paramètres physiques et chimiques (Résumé)

4. Densité de population des mollusques

4.1 Méthodologie

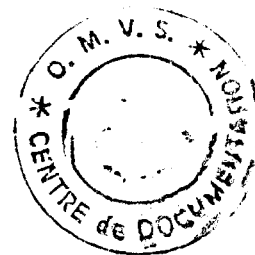
4.2 Résultats

- 4.2.1 Site 1 - Dakar-Bango
- 4.2.2 Site 1 - Makhana
- 4.2.3 Site 3 - Lompsar
- 4.2.4 Site 4 - Pahk
- 4.2.5 Site 5 - Raffinerie de sucre
- 4.2.6 Site 6 - Eaux et Forêts
- 4.2.7 Site 7 - Guédé - chantier
- 4.2.8 Site 8 - Doumga Oura Alfa
- 4.2.9 Site 9 - Ourossoqui
- 4.2.10 Site 10 - Matam

4.3 Discussion des résultats

5. Etudes en Laboratoire

- 5.1 Résistance de *Bulinus guernei* à la salinité
- 5.2 Etude sur la Déshydratation
- 5.3 Infection naturelle des mollusques par les
schistosomes
- 5.4 Infection des mollusques par les schistosomes
provoquée en laboratoire.



- 6. Résultats des Etudes en Laboratoire
 - 6.1 Résistance de B. Guernei à la salinité
 - 6.2 Etudes sur la dessiccation
 - 6.3 Infection naturelle des mollusques par les schistosomes
 - 6.4. Infection par le schistosome provoquée en laboratoire
- 7. Systématique

E. Discussions et Conclusions

- 1. Prévalence de la Bilharziose
- 2. Etude des mollusques vecteurs
 - 2.1 Etude des populations de mollusques
 - 2.2 Etude sur la dessiccation
 - 2.3 Infection naturelle des mollusques par le Miracidium

F. Recommandations

G. Bibliographie

Annexe

LISTE DES TABLEAUX

- C.1-1 Villages de l'Echantillon pour l'Etude de la Bilharziose
- C.2-1 Résultats des analyses des échantillons d'usine prélevés dans les villages de l'étude
- D.3-1 Température de l'eau des habitats des mollusques
- D.3-2 pH de l'eau des habitats des mollusques
- D.3-3 Oxygène dissous dans l'eau des habitats des mollusques
- D.3-4 Dureté de l'eau naturelle des sites de prélèvement
- D.4-1 Densité de population de B. guernei
- D.4-2 Densité de population de B. forskalii
- D.4-3 Densité de population de B. senegalensis
- D.4-4 Densités de pointe des populations de mollusques vecteurs éventuels et non-vecteurs.
- D.6-1 Résistance à la salinité de B. guernei
- D.6-2 Nombre de B. senegalensis emprisonnés dans la terre sèche prélevée au site de Ourosogui
- D.6-3 Dessiccation de B. guernei pendant 40 jours
- D.6-4 Dessiccation de B. guernei pendant 24 jours
- D.6-5 Dessiccation de B. forskalii pendant 24 jours
- D.6-6 Dessiccation de B. senegalensis pendant 30 jours
- D.6-7 Résultats d'examen des mollusques pour la recherche des cercaires de schistosoma.

LISTE DES FIGURES

- C.2-1 Distribution par classe d'âge des sujets atteints de Bilharziose urinaire dans les villages de l'échantillon dont le taux d'infection est supérieur à 10 %
- D.2-1 Situation géographique des sites de l'étude sur les populations de mollusques.

CHAPITRE A

INTRODUCTION

Le Sénégal est le second grand fleuve d'Afrique Occidentale. Long de plus de 1.800 km, il a un bassin versant de quelques 290.000 km². Le fleuve Sénégal est en réalité formé par la jonction des rivières Bafing et Bakoye, à Bafoulabé, à 1.060 km en amont de l'embouchure. Ces deux rivières, ainsi que la rivière Falémé, assurent l'essentiel des apports au fleuve.

Le bassin du fleuve Sénégal se caractérise notamment par la forte irrégularité saisonnière des pluies. Dans l'extrême Sud du bassin, on enregistre des précipitations presque à longueur d'année, mais d'une plus forte intensité de mai à octobre. Par contre, dans la partie centrale et septentrionale, la saison des pluies est généralement de courte durée et les précipitations sont souvent de caractère orageux, et concentrées entre juillet et septembre.

L'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS) créée par les Etats du Mali, de la Mauritanie et du Sénégal, est chargée de la réalisation d'un programme de mise en valeur du bassin fluvial, qui prévoit notamment la construction du barrage anti-sel de Diama à 30 km en amont de Saint-Louis près du village de Diama et du barrage de Manantali (Mali) pour la régularisation des débits du fleuve. Le barrage de Diama sera exploité à la cote 1m50 IGN et créera une retenue d'eau de 235 km². La cote d'exploitation du réservoir de Manantali a été fixée à 208m00 IGN et la surface inondée couvrira 477 km².

Le barrage de Diama aura pour principales fonctions d'empêcher la remontée de l'eau de mer dans le lit du fleuve et d'assurer l'alimentation pérenne du delta en eau urbaine et d'irrigation. Les buts multiples du barrage de Manantali sont

la production d'énergie hydroélectrique et la régularisation des débits du fleuve pour les besoins, en aval, de l'irrigation et de la navigation. L'un des objectifs de l'OMVS à l'horizon de l'an 2028 est l'exploitation en culture irriguée de 225.000 hectares.

De nombreux documents ont fait état des risques accrus de propagation de la bilharziose du fait de la construction de lacs artificiels et du développement de l'agriculture irriguée. Chacun des grands lacs artificiels d'Afrique a créé les conditions favorables à une multiplication rapide des mollusques-hôtes intermédiaires des schistosomes, et il est fort probable que les futurs barrages prévus au programme de l'OMVS augmenteront la fréquence des bilharzioses. De l'avis du Ministère de la Santé du Sénégal, la bilharziose urinaire ne constitue pas un problème majeur de santé publique dans le bassin du fleuve Sénégal. Sans aucun doute, les taux de morbidité et de mortalité dus à cette maladie sont loin d'être comparables à ceux du paludisme ou de la malnutrition ; de même la maladie n'est pas responsable des nombreux cas d'infirmité constatés, notamment la cécité provoquée par l'onchocercose. La bilharziose n'est ni une maladie à évolution fulgurante, ni une affection mortelle, mais plutôt une affection chronique insidieuse. Et pourtant, les malades qui en sont victimes souffrent d'une baisse sensible de leurs capacités, ce qui les empêche de participer pleinement aux activités économiques de leur communauté.

L'agent pathogène de la bilharziose urinaire est Schistosoma haematobium qui, à l'âge adulte, se loge dans les veines vesicales de l'homme. Après accouplement des adultes mâles et femelles, les oeufs franchissent la paroi vésicale et sont évacués au-dehors dans les urines. Les oeufs ne peuvent éclore que dans l'eau ; ils libèrent alors un embryon larviforme, le miracidium. Pour que le cycle puisse se poursuivre, la larve doit trouver, généralement dans les quarante huit heures, l'hôte intermédiaire, qui est un mollusque, et dans lequel elle se loge. Le miracidium y poursuit sa reproduction asexuée et subit toute une série d'évolutions : au bout d'une période

d'incubation de trente jours au minimum, il émet une nouvelle larve, le cercaire. Lorsque le mollusque hôte est fortement contaminé, il peut émettre des centaines de cercaires chaque mois. Ce sont ces cercaires qui, par pénétration transcutanée à l'occasion d'une baignade, contamineront l'homme. Après cette pénétration à travers le tissu humain, les cercaires passent dans le réseau sanguin et se logent dans les vaisseaux du système porte intra-hépatique, où se fait la fécondation. L'adulte mâle transporte la femelle dans son canal gynécophorique jusqu'au plexus péri-vésical où s'effectue la ponte des oeufs. Ainsi se trouve bouclé le cycle évolutif mollusque-homme du parasite. La période d'incubation chez l'homme dure en moyenne de dix à douze semaines, durant laquelle les jeunes vers produisent un métabolite qui provoque une inflammation de la veine portale et peut se traduire par une réaction allergique du sujet contaminé. Il peut en résulter des troubles toxisymptomatiques tels que anorexie, céphalées, malaises, douleurs généralisées des membres, fièvre et transpiration. L'évacuation des oeufs provoque un traumatisme qui s'accompagne d'hémorragies surtout dans la paroi vésicale (et qui se manifeste par la présence de sang dans les urines), mais en cas d'infection plus sérieuse et plus prolongée, des régions du corps plus éloignées peuvent être atteintes. Enfin, au fur et à mesure qu'augmente le nombre de vers qui s'infiltrèrent hors de la région vésicale et ne peuvent donc être évacués, on peut assister à la formation de pseudo-abscesses qui peuvent évoluer en fibromes, et même à une dégénérescence fibreuse de tout un organe. S'il s'agit d'une affection ancienne et grave, la miction peut s'accompagner de sensations de brûlures et de symptômes de cystites chroniques. Parfois l'abdomen devient sensible et distendu et il peut même y avoir insuffisance rénale. Lorsque l'infection est très forte, le sujet atteint peut être victime d'infections secondaires par le canal d'anciennes lésions.