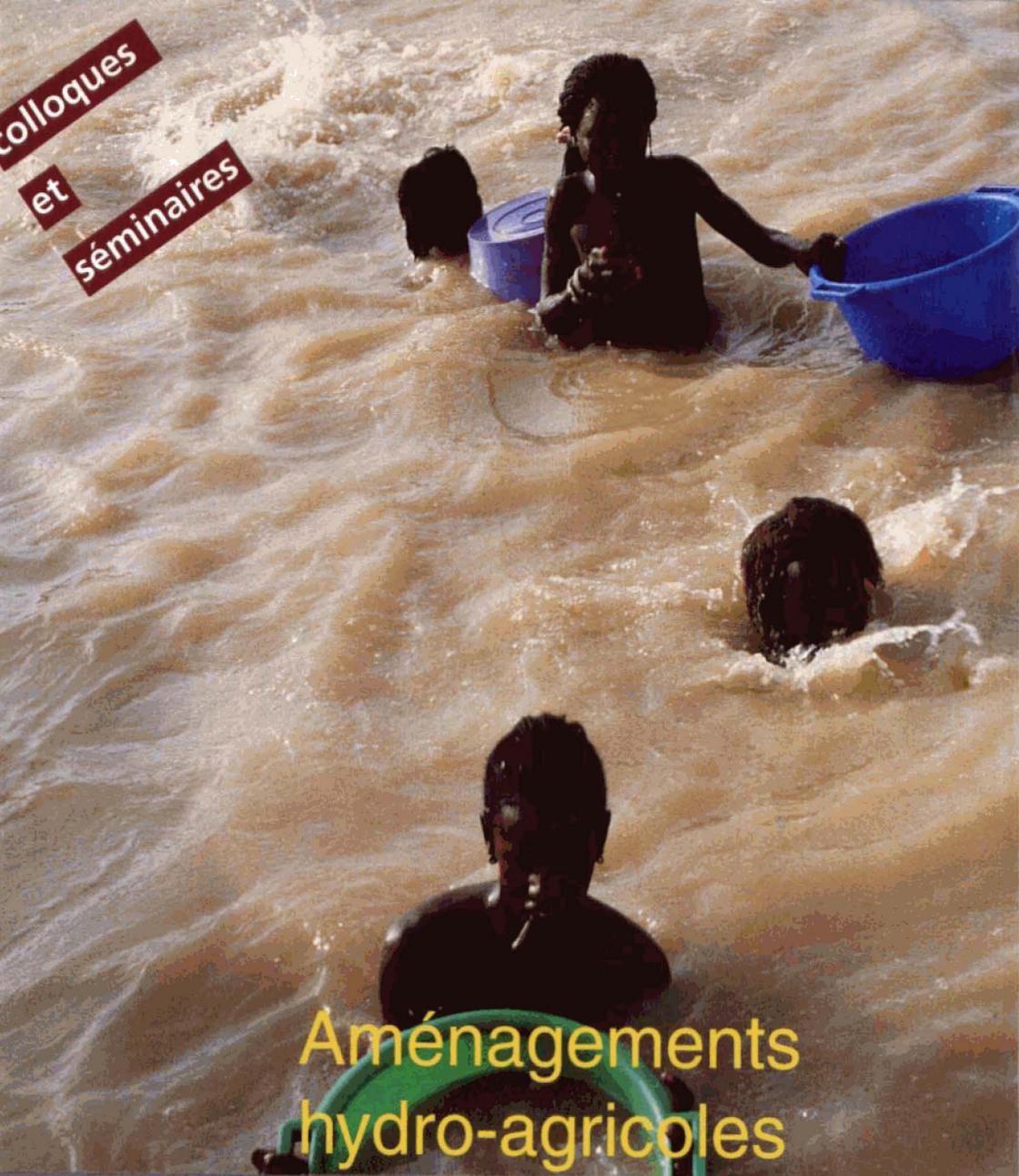


colloques  
et  
séminaires



# Aménagements hydro-agricoles et santé

Éditeurs scientifiques  
**Jacques Brengues**  
**Jean-Pierre Hervé**

**CRSTOM**  
éditions

# Erratum

*Aménagements hydro-agricoles et santé*  
*(vallée du fleuve Sénégal)*

collection Colloques et séminaires :

Sur la couverture,  
l'ordre des éditeurs scientifiques a été inversé.

*Lire :*

Editeurs scientifiques

Jean-Pierre Hervé

Jacques Brengues

**Maquette intérieure**

Catherine Plasse

**Mise en page**

Chantal Tourman

**Coordination-Fabrication**

Elisabeth Lorne

**Maquette de couverture**

Michelle Saint-Léger

*Photo de couverture*

Orstom-Indigo base/Michel Dukhan : « Les enfants se baignent et remplissent les bassines ».

La loi du 1<sup>er</sup> juillet 1992 (code de la propriété intellectuelle, première partie) n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans le but d'exemple ou d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1<sup>er</sup> de l'article L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

© Orstom éditions, 1998

ISSN : 0767-2896

Actes du colloque Eau et Santé  
Dakar, novembre 1994

# Aménagements hydro-agricoles et santé (Vallée du fleuve Sénégal)

---

Éditeurs scientifiques  
Jean-Pierre Hervé et Jacques Brengues

**Éditions de l'Orstom**  
INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

collection Colloques et séminaires

Paris, 1998

Aménagements  
hydro-agricoles et santé  
(vallée du fleuve Sénégal)

# Remerciements

L'atelier de transfert des résultats du programme « L'eau et la santé dans les contextes de développement »

s'est tenu à Dakar

les 14 et 15 novembre 1994

sous la présidence

du docteur Malick Niang, directeur de l'Hygiène et de la Santé publique, représentant son Excellence le ministre de la Santé. Nous lui devons énormément pour l'aide qu'il nous a apportée au cours de la réalisation de ce programme. Nous tenons à le remercier très chaleureusement.

Philippe Mathieu, représentant de l'Orstom au Sénégal a participé à l'organisation de ce colloque.

Le docteur Arona Gueye, directeur du Laboratoire national de l'élevage et de recherche vétérinaire a accueilli l'ensemble des participants dans la salle de conférence de l'Isra (Institut sénégalais de recherches agricoles).

Marinette Teppaz a assuré le secrétariat de cette réunion et a participé à sa préparation.

Les autorités administratives de la vallée du fleuve nous ont, pendant cinq ans, apporté l'appui sans lequel nous n'aurions pu conduire ce programme.

Le ministère sénégalais de la Santé nous a apporté une aide précieuse dans la conception du projet. Grâce à leur appui les autorités sanitaires nous ont per-

mis de conduire nos recherches sur le terrain dans les meilleures conditions. Nous pensons plus particulièrement :

\* aux médecins colonels Sy et L. C. Sarr, qui se sont succédé à la direction de la Santé publique, pendant le déroulement du programme,

\* au docteur A. B. Gaye, médecin-chef du Service national des grandes endémies,

\* au docteur Malik Niang, déjà cité, médecin-chef de la région de Saint-Louis pendant la réalisation des recherches, ainsi que son adjoint,

le Docteur C. Décam,

\* au docteur Dieye, médecin-chef du département de Dagana,

\* au médecin capitaine Sambou, médecin-chef du département de Podor, ainsi que son adjoint le docteur P. A. Diack,

\* au docteur I. Talla, médecin-chef de Richard-Toll, ainsi que son adjoint le Docteur Daff,

\* au docteur Gassama, de la Compagnie sucrière sénégalaise,

\* au docteur M. C. Ndour, directeur du Slap, et son équipe dont l'aide sur le terrain est irremplaçable en matière de paludisme et de lutte contre les moustiques,

\* à monsieur Fall, infirmier à Dodel et monsieur S. N'Diongue, technicien médical et entomologiste du Service des grandes endémies.

Nous sommes redevables aux populations des villages

concernés par le périmètre MO 6bis et des villages environnants, ainsi qu'à celles de la ville de Richard-Toll et des villages du site de Lampsar, de leur compréhension et de l'accueil qu'elles ont réservé aux différentes équipes qui se sont succédé sur place.

Les scientifiques de l'Orstom et de l'ensemble des organismes de recherche qui ont participé à ce travail collectif, sont trop nombreux pour que leur nom à tous figurent ici. Sans eux ce projet n'aurait jamais été mené à bien.

Le personnel technique de l'Orstom et de l'université de Dakar a toujours fait preuve d'une remarquable efficacité dans les enquêtes sur le terrain et dans les travaux conduits au laboratoire.

Elisabeth Lorne nous a beaucoup aidé dans la préparation de cet ouvrage. Elle a toujours répondu avec efficacité et célérité à nos sollicitations nombreuses et répétées.

Que toutes et tous veuillent accepter nos remerciements.

# Sommaire

---

Avant-propos .....	11
--------------------	----

## **Introduction**

L'homme, enfant terrible de l'évolution .....	17
J. Mouchet	

Aménagements hydro-agricoles et santé au Sénégal. Présentation du programme « Eau et santé dans la vallée du fleuve » .....	33
J.P. Hervé, J. Brengues, P. Handschumacher, G. Hébrard	

Les petits rongeurs indicateurs des modifications du climat, des milieux et des pratiques agricoles dans la vallée du fleuve Sénégal .....	53
J.M. Duplantier	

## **La moyenne vallée du fleuve Sénégal**

Mobilité spatiale et gestion de l'environnement par les populations de la rive gauche du fleuve dans le contexte de l'après-barrage. De la gestion à la maîtrise de l'eau à Diomandou (périmètre MO 6 bis) .....	69
P. Handschumacher et O. Sall	

Qualité de l'eau de consommation dans les périmètres irrigués de Diomandou et de Nianga. Influence de la source d'approvisionnement.....	87
L. Robidoux, E. Ghedin, P. Handschumacher, G. Hébrard, J.-P. Schmit	

Aménagements hydro-agricoles et paludisme. Le périmètre irrigué de Diomandou .....	103
O. Faye, O. Gaye, D. Fontenille, G. Hébrard, L. Konaté, J.-F. Molez, J.-P. Hervé, M. Diagne, N. Sy, S. Diallo, J. Mouchet	

Bilharzioses et parasitoses intestinales. Étude de la prévalence dans le périmètre de Diomandou .....	117
O. Ndir, S. Diallo, O. Gaye, O. Faye, I. B. Bah, Y. Dieng, T. Dieng	

Évolution de la situation nutritionnelle et alimentaire  
dans les villages du périmètre MO 6 bis ..... 127  
K. Simondon-Bork , E. Bénéfice, M. Sy-Ndiaye

Évolution de la situation malacologique et helminthologique en  
fonction des modifications de l'environnement.  
L'exemple du périmètre irrigué de Diomandou ..... 141  
O. T. Diaw, G. Vassiliades, M. Seye, Y. Sarr

### **La ville de Richard-Toll**

D'une urgence en santé publique à une géographie  
de la santé à Richard-Toll ..... 151  
P. Handschumacher, I. Talla, G. Hébrard, J.-P. Hervé

La qualité de l'eau de boisson à Richard-Toll.  
Influence du comportement de l'utilisateur ..... 169  
L. Robidoux, E. Ghedin, P. Handschumacher, G. Hébrard,  
J.-P. Schmit

Implication des rongeurs dans les problèmes de santé.  
L'exemple de la borréliose et de la bilharziose intestinale  
à Richard-Toll ..... 185  
M. Sene, B. Godeluck, J.-F. Trape, J.-M. Duplantier

Les mollusques hôtes intermédiaires des trématodoses  
humaines et animales. Distribution et variation  
de densité dans les différents systèmes épidémiologiques  
de Richard-Toll ..... 201  
O. T. Diaw, G. Vassiliades, M. Seye, Y. Sarr

Bilharzioses et parasitoses intestinales.  
Étude de la prévalence dans la zone de Richard-Toll ..... 219  
O. Ndir, S. Diallo, O. Gaye, O. Faye, I. B. Bah, Y. Dieng, T. Dieng

### **Le delta du fleuve Sénégal**

La desserte médicale et le recours aux soins  
de santé primaire. Évolution spatiale et temporelle ..... 237  
A. Niang, P. Handschumacher

Épidémiologie des bilharzioses humaines.  
Évolution récente dans le bas-delta du Sénégal ..... 263  
J.-C. Ernould, K. Ba

---

Aménagements hydro-agricoles et paludisme. Étude comparative d'une zone rizicole et d'une zone de culture pluviale traditionnelle .....	283
O. Faye, O. Gaye, J.-F. Molez, D. Fontenille, L. Konate, G. Hébrard, J.-P. Hervé, M. Diagne, N. Sy, S. Diallo, J. Mouchet	
Conclusion et recommandations .....	293
J. Brengues et J.-P. Hervé	
Résumés .....	299
Liste des auteurs .....	311

## Avant-propos

En septembre 1988, le ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche (MESR France), a décidé de privilégier certaines actions de recherche finalisée pour le développement en coopération. Dans cet esprit, le département Recherche pour le Développement de ce ministère a retenu le projet « L'eau et la santé dans les contextes de développement » (Eau et Santé) proposé par l'Orstom. Les deux zones d'étude choisies en accord avec les autorités sanitaires des pays concernés, étaient situées au Cameroun et au Sénégal.

Au Sénégal, ce programme s'est déroulé de 1989 à 1994, dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal, en zone sahélienne où des aménagements hydro-agricoles et/ou agro-industriels étaient en cours ou prévus. Son objectif était d'étudier l'influence des modifications de l'environnement, consécutives à des opérations d'aménagement, sur les maladies liées à l'eau afin de réunir les données nécessaires pour repenser les plans de prévention et de lutte, en fonction des nouvelles données épidémiologiques.

La vallée du fleuve Sénégal, en dépit de son étendue, de la diversité du milieu et de son peuplement, fait figure d'entité régionale. Elle a toujours constitué un vaste ensemble inondable dont la mise en valeur s'effectuait traditionnellement par la gestion des crues et des décrues. L'agriculture traditionnelle occupait les cuvettes de décantation du lit majeur où étaient pratiquées les cultures dites de « waalo ». La bordure du lit majeur jamais inondée, faisait quant à elle, l'objet de cultures pluviales dites de « jeeri ». Les agriculteurs wolofs dans le delta, toucouleurs puis soninkés dans la moyenne vallée, géraient ces espaces en complémentarité avec les éleveurs peuls et les pêcheurs représentés dans les différentes ethnies. Les systèmes de production étaient donc basés sur la crue du fleuve Sénégal, largement dépendante des précipitations.

Pour compenser la précarité des conditions naturelles et faire face aux longues années de sécheresse, de nombreux projets de mise en valeur ont été initiés dans la vallée du fleuve. Le delta et la moyenne vallée ont-ils ainsi été les domaines privilégiés des aménagements hydro-agricoles. Les premiers périmètres rizicoles ont succédé, dans le delta, à l'édification, en 1964, d'une digue le long de la rive du fleuve. La construction et la fermeture des barrages de Diama (en 1986) en aval, et de Manantali (en 1987) en

amont, ont été accompagnés de nombreux projets de mise en valeur visant à rendre le cultivateur indépendant de la dynamique naturelle des eaux. La culture irriguée se substitue peu à peu à la culture de décrue et à la culture pluviale. Elle constitue le facteur principal de la transformation de l'espace agricole traditionnel, avec, comme conséquence, une redistribution des fluides et une profonde modification du paysage sahélien originel.

Les recherches conduites dans le cadre du programme « Eau et Santé » ont montré que les bouleversements induits par les barrages et l'irrigation ont entraîné une modification des habitudes des populations, leur insertion dans de nouveaux circuits de commercialisation ainsi qu'une croissance de la pression démographique.

Dans la moyenne vallée du fleuve, ces recherches n'ont pas permis de mettre en évidence une détérioration de l'état de santé des populations qui puisse être attribuée aux aménagements. Il convient cependant de se montrer très prudent face à une situation qui n'est pas encore stabilisée et qui reste donc susceptible de modifications à moyen ou à long terme. Dans le cas du paludisme, la faible transmission observée est liée aux comportements des populations humaines et vectorielles. Dans les villages étudiés, les habitants dorment en général à l'extérieur sous la protection de moustiquaires. L'accès difficile à ces hôtes humains est à l'origine d'une déviation zoophile des vecteurs dont une majorité (jusqu'à 80% des femelles d'*An. gambiae* s.l.) prennent leurs repas sanguins sur des hôtes alternatifs constitués par les bovins, ovins et caprins. Cette zoophilie relativement importante en période de pullulation des moustiques explique le caractère instable du paludisme. Le risque d'épidémies, les années pluvieuses par exemple, est donc certain et demande une surveillance continue.

Dans la basse vallée du fleuve, les recherches ont montré que le problème des bilharzioses (intestinale et urinaire) était très préoccupant. L'épidémie de bilharziose intestinale à Richard-Toll a été le révélateur d'un profond problème d'aménagement. Une surveillance parasitologique et malacologique rigoureuse s'impose au niveau de cette zone du delta en pleine évolution. Par contre, concernant le paludisme, l'étude a démontré que la riziculture n'a pas augmenté la transmission, à défaut de pouvoir affirmer qu'elle l'a diminuée. *An. pharoensis* le principal anophèle présent étant un médiocre vecteur du fait de sa faible longévité, la faible transmission qui s'y effectue est certainement assurée par

*An. gambiae* s.l. Le risque de flambées épidémiques est important lors des années pluvieuses ou suite à un meilleur développement d'*An. gambiae* s.l. consécutif à un changement des caractéristiques hydro-chimiques de l'eau dans les rizières. Une surveillance épidémiologique du paludisme dans la zone est indispensable.

L'ensemble des résultats du programme « Eau et Santé » a été exposé au cours d'un colloque qui s'est tenu à Dakar les 14 et 15 novembre 1994. Outre les scientifiques et les chercheurs ayant participé au programme, étaient invités non seulement les autorités médicales et administratives mais aussi les autorités villageoises des zones où les recherches ont été conduites.

Cette réunion a permis :

- de présenter les recherches réalisées durant cinq ans, à la fois dans la moyenne vallée du Sénégal et dans le delta du fleuve;
- d'informer les autorités médicales et administratives des implications en santé publique des résultats de ces recherches;
- d'ouvrir la discussion sur les stratégies de prévention et de lutte à adopter face à une situation épidémiologique nouvelle;
- d'expliquer aux autorités villageoises présentes à la réunion, les nouveaux problèmes de santé auxquels les populations sont confrontées afin que celles-ci puissent agir pour mieux prévenir et mieux lutter;
- de faire un bilan de la coopération entre les différents intervenants du programme (chercheurs de l'Isra, de l'Université et de l'Orstom, mais aussi de la communauté scientifique française et européenne, et les autorités médicales de la région du fleuve);
- en résumé, de transférer aux autorités la totalité des données recueillies par les scientifiques du programme et de mettre à leur disposition les « outils » mis au point par ces derniers.

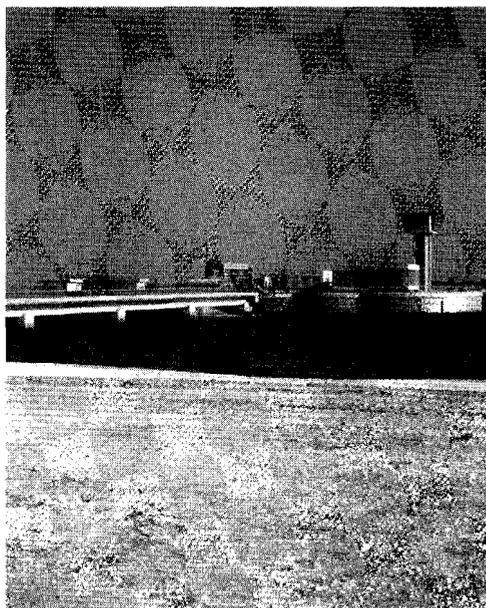
Cet ouvrage reprend les différentes interventions qui ont eu lieu au cours de cette réunion.

**Jean-Pierre Hervé  
Jacques Brengues  
Ousmane Faye**



# Introduction

---





# L'homme, enfant terrible de l'évolution

**Jean Mouchet**

Entomologiste médical

## █ L'évolution sur la planète

Depuis sa création, il y aurait 4,6 milliards d'années, la terre a été le siège de transformations continues avant de devenir la planète que nous connaissons. Orogenèses lentes, volcanisme violent, érosion permanente ont façonné les reliefs. Les climats ont été bouleversés; le bassin parisien était tropical au tertiaire; le Sahara vert date de moins de 10 000 ans.

La vie, apparue il y a plus d'un milliard d'année avec les procaryotes, s'est complexifiée. Les fossiles des invertébrés datent d'il y a 500 millions d'années, ceux des poissons de 400 millions. Les Préhominiens commencèrent à émerger à partir des Primates il y a quelques 5 millions d'années avec les australopithèques, puis *Homo habilis* apparut en Afrique entre 2 à 3 millions d'années. *Homo erectus* était répandu dans une grande partie du globe il y a 1,5 million d'années. L'homme de Néanderthal *Homo sapiens neanderthalensis* a laissé des traces depuis plus de 100 000 ans. Notre ancêtre direct *Homo sapiens sapiens* semble s'être différencié il n'y a guère que 50 000 ans. C'est donc une des productions les plus récentes de l'évolution et cependant il a profondément modifié la surface de la planète. D'abord chasseur-cueilleur discret et intégré dans les écosystèmes, l'homme a pris son autonomie écologique lors de la révolution néolithique il y a 7 000 à 10 000 ans.

## ■ L'occupation de l'espace par l'Homme

Les populations néolithiques ont aménagé l'espace en fonction de leurs nécessités économiques et ont tenté de « dominer » voire d'asservir leur environnement.

Assurées d'une continuité dans la satisfaction de leurs besoins, elles ont commencé une expansion démographique qui les a amenées à se grouper en « villes », tant pour complémentariser leurs techniques que pour se protéger de leurs voisins.

Lentement, jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle, se sont constitués des environnements, aménagés certes, mais gardant des liens étroits avec le milieu naturel qu'ils avaient supplanté. L'irrigation apparue il y a 3 000 ou 4 000 ans a profondément modifié le cycle des cultures. Mais la rizière a une faune très similaire, bien qu'appauvrie, à celle des marais. Le parc à *Faidherbia* d'Afrique de l'Ouest a une flore de savane. Les végétations primaires, forêts tropicales humides ou xérophiles, toundras arctiques, écosystèmes montagnards, mangroves, forêts galeries, etc., ont continué à recouvrir une grande partie de notre globe jusqu'au début de ce siècle, constituant une gigantesque banque de gènes.

## ■ La rupture des barrières écologiques

À partir du XIX<sup>e</sup> siècle deux phénomènes concomitants et quelquefois interdépendants sont devenus les pivots des changements planétaires; la révolution scientifique et industrielle et l'explosion démographique. S'ils sont considérés comme les moteurs du « développement », ils sont aussi des facteurs de déstabilisation écologique, économique et sociale, balayant sur leur passage les structures sociales, les cadres de vie ainsi que les réserves biolo-

giques et minérales de notre planète. De quoi demain sera fait est une question angoissante pour tous ceux dont la réflexion n'est pas aliénée par des dogmes religieux ou scientistes.

Dernier-né des problèmes de notre planète, l'interaction des « productions humaines » sur les phénomènes naturels : le déboisement entraînerait des sécheresses ; le déstockage du carbone fossile augmenterait la teneur en CO<sup>2</sup> de l'atmosphère et produirait un effet de serre suivi d'un réchauffement du globe (« global warming ») ; la couche d'ozone serait altérée par l'émission des fluoro-chlorés. Les prises de positions médiatiques catastrophistes sont tempérées par les climatologues qui hésitent à voir dans ces phénomènes autre chose que des variations réversibles. Le réchauffement (« global warming ») est contesté, car basé sur des observations provenant de zones urbanisées où la température a augmenté du fait de l'accumulation des activités humaines, sans que ces situations particulières reflètent la situation planétaire. Quant à la disparition de la couche d'ozone, elle est remise en question par le manque de données antérieures pouvant servir de témoin.

Ce qui est patent est la réduction spatiale des écosystèmes primaires entraînant un appauvrissement de la biodiversité. Les grands mammifères encore abondants au début du siècle, jusqu'en 1940, ne subsistent plus que dans des réserves. Jusqu'à quand seront-elles respectées ? Les dollars du tourisme pourront-ils contrebalancer l'avidité de riverains de plus en plus nombreux ?

Par contre les espèces qui se sont adaptées aux milieux anthropiques connaissent une prospérité inégalée : les *Culex* urbains sont omniprésents de même que les blattes et les mouches. Les *Rattus* remplacent les rongeurs autochtones. Les pigeons dans les villes et les étourneaux dans les campagnes deviennent des fléaux.

La mer pas plus que la terre n'a échappé au massacre. L'agressivité des pêcheurs et l'amélioration des techniques de pêche menacent de nombreuses espèces. Ce milieu ne peut plus être considéré comme un réservoir inépuisable.

À la différence des autres espèces, l'homme n'a plus de barrière écologiques naturelles. Rien ne peut endiguer l'explosion démographique favorisée par le développement de la médecine. Seul l'homme lui-même peut se limiter. Si cette volonté de stabilisation se mani-

feste dans certains pays comme la Chine ou les États industrialisés avec la planification familiale, d'autres États, parmi les plus prolifiques, la refusent au nom de principes religieux ou de traditions.

## ■ Les changements écologiques et la santé

Dans ce monde en mutation, les pathocénoses connaissent des modifications considérables dans la mesure où elles sont liées à l'environnement naturel ou social. Les vecteurs et réservoirs sont les éléments sensibles des cycles, éliminés ou, au contraire, favorisés par les changements écologiques anthropiques. Les transformations qui dans le domaine de la santé ont le plus grand impact sont (MOUCHET, 1989) :

- la modification des couvertures végétales ;
- la manipulation des eaux de surface ;
- l'urbanisation.

Suivant les régions, les vecteurs et réservoirs concernés, ainsi que l'épidémiologie de la maladie, l'impact des changements de l'environnement pourra être néfaste, bénéfique ou neutre. Les effets induits seront modifiés par l'action des services de santé, par l'attitude des populations et par les éventuels correctifs apportés par le génie civil.

### *La modification des couvertures végétales*

La grande forêt tropicale est attaquée de toutes parts et plus de la moitié a disparu dans les vingt-cinq dernières années.

La demande de bois précieux est très motivante ; en général, le forestage est bien rétribué et le développement de l'outillage, tronçonneuses et caterpillars, facilite le travail. Seul un petit nombre d'arbres sont abattus mais l'exploitation ouvre la route aux établissements agricoles.

Les cultures sur brûlis, pratiquées sans danger depuis des millénaires, sont devenues source de désertification en Asie du Sud-Est depuis que les populations aborigènes ont considérablement augmenté. Le « turn-over » est devenu si rapide que la forêt n'a plus le temps de se reconstituer entre les périodes de culture.

Les plantations de café se font au détriment de la forêt en Côte d'Ivoire comme en Équateur.

Enfin les chercheurs d'or au Brésil, de pierres précieuses en Extrême-Orient, détruisent sans vergogne l'environnement pour un profit éphémère.

En Afrique la disparition de la forêt entraîne l'arrivée des *Anopheles gambiae* s.s. et *An. funestus* et livre au paludisme des zones où il était circonscrit (LIVADAS *et al.*, 1958). En Asie du Sud-Est, le scénario change et l'abattage de la voûte élimine *An. dirus*, un vecteur redoutable. Son effet est donc bénéfique vis-à-vis du paludisme (KONDRASHIN et ROONEY, 1991). Par contre la déforestation semble favoriser *An. minimus* en Thaïlande (SUVANNADABBA, 1991). En Amérique du Sud, les terrassements des mineurs constituent des gîtes à *An. darlingi* à l'origine de la reprise du paludisme dans des zones d'où il avait été éliminé.

L'exploitation de la forêt, quelquefois clandestine, par des populations non immunes fuyant les plaines surpeuplées, est, en Extrême-Orient, la principale cause de mortalité par paludisme. Elle concerne surtout les adultes (SUVANNADABBA, 1991).

La colonisation des forêts est, en Amérique du Sud, à l'origine de la multiplication des leishmanioses chez les migrants. Ces parasitoses circulaient dans la forêt primaire entre mammifères sauvages (paresseux, tamanoirs, rongeurs) par l'intermédiaire de phlébotomes de litière du genre *Psychodopygus*; avec la déforestation, la pathocénose a changé et s'est déplacée vers les mosaïques forêt-savane et les plantations de café où elle entre en contact avec l'homme. Cette mutation épidémiologique est due, soit à la « capture » du parasite par de nouveaux vecteurs, soit au changement de comportement des vecteurs forestiers (LE PONT *et al.*, 1992).

En Asie, les plantations d'hévéas constituent des milieux forestiers anthropiques secondaires où *An. dirus* s'est parfaitement bien adapté (KONDRASHIN et ROONEY, 1992).

Les mollusques, bulins et planorbes, hôtes des schistosomiases sont apparus en Côte d'Ivoire dès que la forêt a disparu. Les schistosomiases ont suivi ou ne sauraient tarder (MOUCHET et BRENGUES, 1990).

Les *Chrysops* d'Afrique centrale s'adaptent bien à la secondarisation de la forêt; jusqu'à quel niveau de déboisement survivent-ils est une question qui n'amène pas de réponse très franche.

La suppression des galeries forestières, méthode de lutte très efficace contre les glossines riveraines (groupe *G. palpalis*), tourne au désastre écologique, non pas du fait de cet objectif, mais parce que ces formations sont les sources de bois de chauffe pour les villes de savane. Leur sauvegarde est une priorité de la lutte contre la désertification car on considère qu'elles jouent un rôle important dans la régulation de la pluviométrie (MOUCHET et BRENGUES, *loc. cit.*).

Il n'est pas jusqu'à la suppression du tapis herbacé des steppes sahéliennes, accompagnée du tassement du sol autour des puits, sites de surpâturage, qui soit neutre. Lors des pluies, l'eau, moins bien absorbée, reste en nappes de surface qui sont colonisées par *An. gambiae* s.l. On a vu là un facteur amplificateur de l'épidémie de 1988, année pluvieuse, au Botswana. Le sujet reste peu documenté.

## *La manipulation des eaux de surface*

### **Forages et adductions d'eau**

L'accès à l'eau potable est considéré comme véritable « droit » des populations. Aussi de grandes campagnes, soutenues par les organisations charitables tout autant que par les instances internationales, ont-elles équipé d'adductions d'eau et/ou de puits un grand nombre de villages, en particulier dans les zones sahélo-sahariennes. Cette politique a eu des retombées sociales très positives en allégeant le travail des femmes; au plan médical, elle a fait régresser les maladies diarrhéiques et la dracunculose (ver de Guinée).

Mais les forages mal contrôlés peuvent aussi avoir des conséquences indésirables. Ainsi dans l'oasis de Bilma, à la suite d'un forage profond, on a constaté une infection palustre de 40 % à 60 %

des enfants sédentaires (DEVELOUX *et al.*, 1994). L'insécurité qui sévit dans le nord du Niger a empêché d'étudier ce cas d'école. En effet, les eaux de surface des oasis sahariennes au sud du Hoggar étaient colonisées par *An. dthali* qui n'est pas vecteur. Le paludisme était inconnu à Bilma.

## Barrages

Les barrages, de tailles très différentes, s'accompagnent de retenues d'eau. Les bords de ces lacs artificiels se couvrent de végétation alors qu'à l'étiage, s'y forment des mares résiduelles. En Afrique tropicale, *An. funestus* peuple les premiers biotopes, *An. gambiae* les seconds. Dans les régions de paludisme stable d'Afrique, les barrages ne modifient pas l'épidémiologie de la maladie mais, en zone de paludisme instable, ils peuvent provoquer des épidémies (Zimbabwe, 1993) avant que l'endémie ne s'installe.

Dans le Maghreb, on a multiplié les petits barrages collinaires à usage agricole; ils sont colonisés par *An. labranchiae* mais jusqu'ici il ne s'est pas produit de reprise du paludisme (BOUCHITÉ et CHAUVET, *com. pers.*).

En Asie du sud-est, les vecteurs vivent en eau courante (*An. minimus*) et/ou en sous bois (*An. dirus*); ils ne sont donc pas affectés par les barrages. Mais les lacs de retenue chassent les populations qui ont à défricher la forêt pour leur réinstallation et sont alors victimes de paludisme grave.

Il n'est pas toujours facile de prévoir quels culicidés vont pulluler lors de la création d'un barrage. A Brokopondo, au Surinam, on attendait *An. darlingi* et une extension du paludisme; c'est *An. nuneztovari* qui s'est installé sans créer de problème de santé. La même chose s'est produite dans l'immense réservoir de Tucuruí en Amazonie brésilienne (HERVÉ, *com. pers.*).

Les mollusques, bulins et planorbes, font partie du cortège d'espèces qui s'installent dans les barrages. En Afrique, la bilharziose est presque inévitable. En Amérique du Sud, les *Australorbis* ont colonisé certains lacs de retenue mais ne se sont pas acclimatés dans d'autres où le sol est trop acide. En Asie, les *Oncomelania* et surtout les *Trichura* n'y sont pas signalés.

Les lacs de retenue suppriment les gîtes à simulies, et donc l'onchocercose, en amont des barrages, mais les déversoirs permettent la prolifération de *Simulium damnosum*. Ils ont créé des situations épidémiques d'onchocercose par exemple à Loumana au Burkina Faso (PHILIPPON et MOUCHET, 1976).

Il y a des très nombreuses études sur les barrages dans le monde, mais les observations des zoologistes et des écologistes sont souvent mal intégrées aux études épidémiologiques, ce qui ne permet d'en tirer tout l'information souhaitable en santé publique.

### Irrigation

L'irrigation a dû débiter il y a plus de 3 000 ans dans le « croissant fertile » de Mésopotamie. En Extrême-orient, elle conditionne depuis des millénaires la plus grande partie de la riziculture base de l'alimentation. A Madagascar, elle ne s'est développée sur les Plateaux qu'au XIX<sup>e</sup> siècle. En Afrique, elle est en général plus récente. En Amérique du sud, elle est peu développée.

Il faut distinguer les canaux d'amenée et les drains, des surfaces irriguées proprement dites.

Les premiers se comportent comme des cours d'eau plus ou moins canalisés dont le régime est déterminé par l'homme. Mal entretenus et encombrés par la végétation, ils jouent un rôle majeur dans l'établissement des foyers de bilharziose en Afrique et constituent d'excellent gîtes à moustiques. Si leur courant est trop rapide, ce sont les simulies qui s'installent.

Les surfaces irriguées, en particulier les rizières, offrent un miroir d'eaux temporaires très propices au développement des moustiques. – *En Afrique*, la période après le repiquage voit la prolifération d'*An. gambiae* s.l. avec des conséquences qui varient suivant le contexte épidémiologique (comme les barrages) (ROBERT *et al.*, 1985). Après l'épiaison à Madagascar (et en Afrique de l'Est?) apparaît *An. funestus* (MARRAMA, 1994) alors qu'en Afrique de l'Ouest ce sont *An. coustani* et/ou *An. pharoensis*. On pense que c'est le développement de la riziculture qui a amené *P. falciparum* sur les plateaux de Madagascar. Mais dans de nombreux pays, la prolifération des vecteurs, provoquée par l'irrigation, n'a pas eu les répercussions épidémiologiques graves que l'on craignait.

– *En Asie*, les rizières sont aussi productrices d'anophèles mais les espèces qui s'y développent ne sont pas des vecteurs de *P. falciparum*; tout au plus y a-t-il quelques cas de *P. vivax* dus à *An. sinensis*, *An. subpictus*, *An. philippinensis*. Les plaines rizicoles constituent un environnement sain en comparaison avec les collines boisées impaludées. Est-ce la raison, ou une des raisons, de leur occupation par les envahisseurs devenus majoritaires (Qin au Vietnam, Thai au Laos et en Thaïlande, Indo-européens en Inde), alors que les minorités (Paléodravidiens en Inde, Paléoindochinois en Indo-Chine) sont confinées dans les zones impaludées? La superposition du paludisme et des minorités est un fait patent mais l'explication n'est peut-être pas univoque.

En Asie, *Culex tritaeniorhynchus* vecteur de l'encéphalite japonaise a troqué le marais pour la rizière. La maladie est-elle en extension? Difficile de répondre surtout maintenant qu'existe un vaccin.

Bulins et planorbes en Afrique ne font que transiter dans les rizières où l'eau est trop chaude. Aux Philippines, les *Oncomelania* peuvent être détruits dans les rizières par des labourages répétés.

## L'urbanisation

En accroissement de 6% par an, l'urbanisation est le phénomène marquant de cette fin de siècle. Elle absorbe l'excédent démographique des campagnes qui ne se dépeuplent pas pour autant. Aucun pays ne peut gérer rationnellement ces marées humaines. Le problème, sérieux, des banlieues des pays industrialisés apparaît dérisoire à côté de celui des « favellas » de Rio ou de Lima où le chômage avoisine 90% entraînant criminalité, déviances, prostitution dans un environnement sans hygiène, quelquefois sans eau où les soins de santé sont erratiques.

Pour avoir été plus lente à démarrer, l'urbanisation prend une allure galopante en Afrique : Abidjan 30 000 habitants en 1955, plus de deux millions en 1988, Yaoundé 50 000 habitants en 1960, plus d'un million en 1990. Au Congo plus de 50% de la population vit à Brazzaville et à Pointe-Noire.

L'occupation du terrain par les infrastructures urbaines et la pollution des eaux de surface réduisent, sinon suppriment, la production

anophélienne. Il n'y a pas de paludisme dans les villes d'Asie et d'Amérique. La seule exception est l'Inde où sévit un paludisme spécifiquement urbain transmis par *An. stephensi* qui se développe dans les citernes. En Afrique, le paludisme urbain reste marginal par rapport à la maladie rurale. La multiplication des études aboutit toujours aux mêmes conclusions : la transmission diminue de la périphérie au centre ; en conséquence, l'immunité s'abaisse ; il y a donc moins de cas mais ils sont plus graves, d'autant qu'ils peuvent être contractés à la campagne (GAZIN *et al.*, 1987). S'il y a des masses d'eau dans la ville (étangs de Ouagadougou, par exemple), la transmission augmente à leurs abords.

Le moustique urbain par excellence *Culex pipiens* et son cousin pantropical *C. quinquefasciatus* sont vecteurs de *Wucheria bancrofti*, en Egypte pour le premier, sur le pourtour de l'Océan Indien et aux Antilles pour le second (HAWKING, 1977). Il est actuellement difficile d'apprécier leur importance en santé publique.

La leishmaniose anthroponotique, due à *Leishmania tropica*, revêt un aspect très nettement urbain au Moyen Orient (Sanliurfa, Alep, Kaboul etc...) (LE PONT, *com. pers.*).

En ville, les insectes hématophages constituent plus une gêne pour les citadins qu'un risque sanitaire majeur.

Le problème le plus grave en milieu urbain est celui des MST, dû à la promiscuité et au développement de la prostitution lié à la pauvreté. Le pourcentage de séropositifs en VIH est dix fois plus élevé dans les villes qu'en campagne quand ce n'est plus : plus de 17% chez les femmes enceintes à Brazzaville contre 1 à 2% dans le Congo rural.

## Le réchauffement de la planète (« global warming »)

Un réchauffement de la planète, s'il se poursuivait, serait susceptible d'étendre l'aire de répartition des vecteurs et de faciliter la transmission des maladies virales et parasitaires. On considère en

effet que *P. falciparum* n'est plus transmis au dessous de 18 °C. On peut donc penser qu'un réchauffement de 1 °C serait susceptible d'accroître les aires d'épidémicité et d'endémicité de ce parasite.

Cette hypothèse est confortée par les épidémies des dix dernières années sur les plateaux de Madagascar et sur les montagnes d'Afrique centrale (Ouganda, Rwanda, Burundi, Ethiopie). On prétend même que l'on observe du paludisme là où, historiquement, il n'y en avait jamais eu.

Nous nous sommes penchés sur le problème sans obtenir confirmation ni infirmation de l'hypothèse. A Madagascar, depuis l'introduction du riz sur les plateaux au siècle dernier il y a des épidémies ; en 1955, le paludisme en avait « disparu » à la suite des traitements intradomiciliaires. Il a commencé à réapparaître à partir de 1982 pour atteindre un niveau épidémique paroxystique en 1987. Les mesures qui furent prises ont brisé l'épidémie (traitement au DDT) ou tout au moins minimisé ses effets (libéralisation de la vente de la chloroquine). Nous n'avons pas pu obtenir les données météorologique des plateaux malgré les promesses des services concernés, qui les considèrent comme secret d'État ! Les causes de l'épidémie de Madagascar sont toujours inconnues. Les augmentations de température dont on a fait état reposent sur les données recueillies à Antananarivo. Elles sont doublement biaisées par le phénomène urbain et le changement de la station météorologique, transportée 100 mètres plus bas en 1953.

En Ouganda, nous avons visité deux foyers épidémiques. Sur les pentes du Mont Elgon à 1 800 mètres, le paludisme n'était pas nouveau. Il existait il y a 25 ans, a déclaré l'infirmier qui s'y trouvait déjà, mais il a augmenté. La population a été multipliée par cinq avec le développement du forestage, ce qui explique l'afflux de malades au dispensaire. Dans la région de Rukungiri, des épidémies localisées sont dues à la recherche de l'or, activité interdite et donc nocturne. Les terrassements fournissent des gîtes à *An. gambiae* s.l., et les hommes adultes de 15 à 40 ans sont contaminés durant leur activités minières ; les autres membres de la communauté sont peu touchés.

Au Zimbabwe, pays jusqu'ici protégé par la lutte antivectorielle, les épidémies sont en général consécutives à l'arrêt des traitements insecticides. La température moyenne a bien augmenté de 1 °C à Harrare, mais ce phénomène ne peut être invoqué dans la genèse des

épidémies. Un épisode de ce type est survenu dans une région du sud du pays, indemne de paludisme depuis 25 ans. La population touchée, adultes mâles et femelles de 15 à 35 ans, suggère une contamination professionnelle. En fait, la plupart des cas concernent des personnes qui se livrent au braconnage nocturne des poissons dans les eaux d'un lac de retenue, construit il y a quelques années. Des braconniers, venus d'une zone impaludée du nord du pays, ont importé le parasite, de surcroît résistant à la chloroquine.

En Ethiopie, les données du service météorologiques font ressortir des grandes différences dans les variations de la température moyenne au cours des vingt dernières années, suivant les stations. Dans l'une d'entre elles, on note un refroidissement. Il y a eu des épidémies mais elles sont peu documentées.

Au Rwanda, où des études d'un écologiste semblaient établir une relation entre la poussée du paludisme et la température, il n'a pas été possible d'approfondir les études de cas. Le Burundi a, lui aussi, été victime d'épidémies, mais elles ne sont que partiellement documentées dans leurs relations avec le climat.

Ces exemples montrent à quel point il est difficile d'établir des relations entre facteurs climatiques et paludisme, tant les facteurs humains sont souvent primordiaux. On doit garder un certain recul vis-à-vis des scénarios catastrophes, issus de modèles mathématiques préparés par des futurologues, d'autant que le phénomène lui-même du « global warming » est contesté (cf. *supra*).

## ■ Diffusion des parasites et des vecteurs

L'homme est le « diffuseur » principal des parasites. Actuellement, on peut dire qu'aucun pays n'est à l'abri de l'importation d'aucun parasite. Mais, pour que la maladie s'épidémise ou s'endémise, il faut qu'il y ait sur place des vecteurs susceptibles de transmettre l'agent pathogène. Maurice et La Réunion furent de véritables sanatoriums pour les

navigateurs et les Créoles, jusqu'au moment où des anophèles y furent introduits et s'y implantèrent en 1867 (JULVEZ *et al.*, 1990). Dans le même ordre d'idées, la maladie du sommeil amenée par les esclaves ne s'est jamais établie en Amérique du Sud suite à l'absence de glossines.

Les vecteurs ont une aire de répartition qui résulte d'un long processus évolutif d'adaptation à un milieu où ils trouvent nourriture, sites de développement mais aussi pathogènes et prédateurs qui maintiennent une barrière écologique. Par les vents ou les bois flottés, ils ont pu être introduits dans certaines îles où ils se sont éventuellement endémisés.

Depuis que l'homme a développé des moyens de transports à longue distance, il est devenu un élément de dispersion des vecteurs. Ce sont d'abord les ectoparasites (poux et puces), qui ont suivi les grandes migrations humaines, de même que les commensaux (mouches, punaises, blattes). Puis les espèces qui se reproduisent sur les bateaux et supportent de longs transports (*Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus*) ont envahi l'aire tropicale, provoquant de terribles épidémies de fièvre jaune et endémisant peut-être les filarioses.

Les espèces dont les œufs supportent de longues anhydrobioses ont aussi été facilement dispersées. *Aedes albopictus*, dont les œufs sont pondus dans les noix de coco, a probablement été introduit à Madagascar par les Indonésiens qui transportaient ces fruits comme réserves alimentaires. Très récemment, ce moustique a été amené d'Asie dans les deux Amériques avec les stocks de vieux pneus destinés au recyclage; par la même voie, il a gagné l'Italie (via l'Amérique du Nord); son importation tout aussi récente en Albanie et au Nigeria est moins claire (JULVEZ et MOUCHET, 1994).

La navigation à vapeur, en raccourcissant la durée des voyages, a permis la dissémination des anophèles, notamment d'*An. gambiae* s.l. au Brésil et à Maurice d'où il a gagné La Réunion par voie anémochore (JULVEZ *et al.*, 1990).

Le développement des transports aériens allait marquer une nouvelle étape. Dès 1935, des anophèles étaient observés à Nairobi dans des avions venant du Soudan. La colonisation des îles du Pacifique par *Aedes aegypti* s'est faite au rythme de la construction des aéroports (SÉCHAN *et al.*, 1993). En 1994, six cas de paludisme d'aéroport ont été signalés autour de Roissy : on peut estimer qu'entre 2 000 et 6 000 anophèles ont été importés d'Afrique en un mois par 300 appareils (dont 200 venant

d'aéroports à risque), soit entre 9 et 20 anophèles par avion. Les réticences des compagnies et des autorités aéroportuaires ont jusqu'ici gêné le développement de recherches minimales, à la fois dans les aéroports d'arrivée en Europe et de départ en Afrique (GIACOMINI *et al.*, 1995).

Enfin, à la suite de la construction d'un aéroport dans l'île de San Cristobal aux Iles Galapagos, *Simulium bipunctatum* a été importée du continent américain et est devenu un fléau pour les habitants et un risque pour la faune aviaire inestimable du Parc National (ABEDRAABO *et al.*, 1993).

Heureusement l'importation d'une espèce ne signifie pas son implantation obligatoire. Les anophèles africains importés en France ont peu de chance d'y faire souche même temporairement. Les pays du Maghreb craignent qu'*An. gambiae* ne s'installe sur leur territoire avec le développement des routes transahariennes. Nos connaissances ne permettent pas d'évaluer ce risque, mais il est à peu près sûr que cet anophèle a déjà été importé dans le passé sans faire souche. Entre 1942 et 1955, il y avait des vols réguliers d'appareils, non désinsectisés, de Zinder à Alger, faisant escale dans les oasis. Évidemment, des changements climatiques pourraient augmenter le risque. Plus d'attention devrait être apporté à la désinsectisation des aéroports à risque et des aéronefs qui en décollent, en évitant une généralisation onéreuse des mesures. Il faut des mesures « à la carte ».

Il ne faut pas minimiser non plus le danger d'établissement de vecteurs nouveaux. En 1930, *An. gambiae* s'est installé au Brésil, d'où il a dû être éradiqué. *Ae. albopictus* se maintient depuis deux ans, après son importation, en Italie. Comme il est vecteur de dengue, le risque de voir cette maladie se propager dans le bassin méditerranéen ne doit pas être pris à la légère.

## ■ L'homme, enfant terrible de l'évolution

Dernier né de l'évolution, l'homme s'est affranchi des barrières écologiques naturelles. Mais il a obtenu ce résultat par un modelage

de son environnement. Le processus, lent pendant 10 000 ans, a pris de nouvelles dimensions depuis un demi-siècle grâce au développement technologique et en réponse à la pression démographique. La gestion de la population du globe et de l'environnement est le défi des cinquante prochaines années. C'est une urgence absolue.

Dans le cadre de cette évolution planétaire, les maladies liées à l'environnement, en particulier celles transmises par les vecteurs, se resituent dans un cadre renouvelé par les activités humaines. On ne peut pas dire que la situation se soit améliorée ou péjorée, elle est devenue différente et appelle des solutions appropriées.

Les connaissances actuelles permettent difficilement de pronostiquer le risque que peut faire courir un projet d'aménagement. Nos « banques de données » actuelles sont insuffisantes. Il y a urgence à développer les travaux de terrain qui prennent en compte les variations anthropiques et climatiques pour être en mesure de proposer des mesures efficaces au moment même de la mise en oeuvre des projets de développement. En ce sens, le Programme « Eau et Santé », après avoir été un précurseur, doit devenir le moteur d'une recherche intégrant facteurs écologiques, épidémiologiques et socio-économiques.

## Bibliographie

ABEDRAABO (S.), LE PONT (F.),  
SHELLEY (A. J.), MOUCHET (J.), 1993 —  
Introduction et acclimatation  
d'une simulee anthropophile  
dans l'île de San Cristobal,  
Archipel des Galapagos.  
*Bull. Soc. Ent. Fr.*, 98 : 108-113.

DEVELOUX (M.), CHEGOU (A.),  
PRUAL (A.), OLIVAR (M.), 1994 —  
The malaria in the oasis of Bilma,  
Republic of Niger. *Trans. Roy. Soc.  
trop. Med. Hyg.*, 88 (6) : 644-649.

GAZIN (P.), ROBERT (V.)  
CARNEVALE (P.), 1987 —  
Le paludisme urbain à Bobo-

Dioulasso. *Cah. Orstom,  
sér. Ent. méd. Parasitol.*, 25 : 27-31.

GIACOMINI (T.),  
MOUCHET (J.) *et al.*, 1995 —  
Étude de six cas de paludisme  
contracté près de Roissy  
en 1994. Mesures de prévention  
nécessaires dans les aéroports.  
*Bull. Acad. Nat. Med.*,  
179 : 335-353.

HAWKING (F.), 1977 —  
The distribution of human  
filariasis through the world.  
*Trop. Dis. Bull.*, 74 : 642-679.

- JULVEZ (J.), MOUCHET (J.), 1994 —  
Le peuplement Culicidien des îles du Sud-Ouest de l'océan Indien. L'action de l'homme dans l'importation des espèces d'intérêt médical. *Ann. Soc. Ent. France*, 30 : 391-401.
- JULVEZ (J.), MOUCHET (J.)  
RAGOVOODOO (C.), 1990 —  
Épidémiologie historique du paludisme dans l'Archipel des Mascareignes. *Ann. Soc. belge Med. Trop.*, 70 : 249-261.
- KONDRASHIN (A. V.),  
ROONEY (W.), 1992 —  
« Epidemiology of malaria and its control in countries of the WHO South East Asia Region ».  
*In : Advanced knowledge on Malaria in South East Asia*. Bangkok, SEAMEO-TROP MED éd. : 13-22.
- LE PONT (F.), DESJEU (P.),  
TORRÉS ESPEJO (J. M.), FOURNET (A.)  
MOUCHET (J.), 1992 —  
*Leishmanioses et Phlébotomes en Bolivie*, Paris, Orstom/Inserm, 113 p.
- LIVADAS (G.), MOUCHET (J.),  
GARIOU (J.), CHASTANG (R.), 1958 —  
Peut-on envisager l'éradication du paludisme dans la zone forestière du Sud-Cameroun. *Rivista di Malariologia*, 37 : 229-250.
- MARRAMA (L.), 1994 —  
*Anopheles funestus sur les Plateaux de Madagascar*. Mémoire de DEA : Santé publique et PED, univ. Paris-VII, 120 p.
- MOUCHET (J.), 1989 —  
Les maladies à vecteurs dans un monde en mutation. *Bull. Séances Acad. roy. Sc. Outre-Mer (Bruxelles)*, 35 : 369-387.
- MOUCHET (J.), BRENGUES (J.), 1990 —  
Les interfaces agriculture-santé dans le domaine des maladies à vecteurs et de la lutte antivectorielle. *Bull. Soc. Path. exot.*, 83 : 376-393.
- PHILIPPON (B.), MOUCHET (J.), 1976 —  
*Répercussion des aménagements hydrauliques à usage agricole sur l'épidémiologie des maladies à vecteurs en Afrique Intertropicale*. Cahiers du CENECA, coll. Intern., Paris, mars 1976, doc. n° 3-12-13, 14 p.
- ROBERT (V.), GAZIN (P.), BOUDIN (C.),  
MOLEZ (J. F.), OUEDRAOGO (V.),  
CARNEVALE (P.), 1985 —  
La transmission du paludisme en zone de savane arborée et en zone rizicole à Bobo-Dioulasso. *Ann. Soc. belge Med. Trop.*, 65, Suppl. 2 : 201-214.
- SÉCHAN (Y.), LARDEUX (F.), LONCLE (S.),  
RIVIÈRE (F.), MOUCHET (J.), 1993 —  
« Les arthropodes vecteurs de maladies et agents de nuisance en Polynésie française. » *In : Atlas de la Polynésie française*, Paris, Orstom, Planche n° 58.
- SUVANNADABBA (S.), 1991 —  
« Deforestation for Agriculture and its impact on malaria in Southern Thailand. » *In : Forest malaria in South East Asia*, MRC New Delhi éd. : 220-226.

# Aménagements hydro-agricoles et santé au Sénégal

Présentation du programme « Eau et  
santé dans la vallée du fleuve »

**Jean-Pierre Hervé**  
Entomologiste médical

**Jacques Brengues**  
Entomologiste médical

**Pascal Handschumacher**  
Géographe

**Georges Hébrard**  
Entomologiste médical

## Introduction

La population mondiale croît de façon exponentielle, elle devrait doubler d'ici trente ans et 80 % de cette population devrait être dans les pays en développement (PED). Cette croissance ne s'accompagne malheureusement pas, dans les « pays du sud », d'un développement économique, agricole et industriel qui permettrait de répondre aux besoins de leurs populations. Ainsi en Afrique noire, entre 1980 et 1987, le revenu moyen par habitant a chuté de 10%. Seule une forte augmentation des activités industrielles et agricoles des PED est susceptible de procurer à ces pays les ressources alimentaires et les revenus nouveaux qui leur sont indispensables.

De fait le monde a connu, au cours des années 1960 et 1970 un développement rapide de l'irrigation dont le rythme s'est cependant ralenti à partir des années 1980. Cela est particulièrement vrai en Asie du sud et du sud-est, où l'on est passé de la mise en place de nouveaux projets, à la réhabilitation et à la modernisation des systèmes existants. Cette tendance est directement liée aux succès des projets antérieurs qui ont permis l'autonomie alimentaire et donc la réduction des besoins en matière d'investissement pour de nouveaux projets. Ainsi, depuis 1980, la production agricole de l'Inde a progressé de 10 % et celle de la Chine de 20 %.

Par contre, depuis 1980, la production agricole africaine n'augmente plus. En 1960 l'Afrique noire était en autosuffisance alimentaire et exportait même des denrées agricoles. En 1980, elle devait importer 11 millions de tonnes d'aliments et plus de 35 millions de tonnes en 1990. Autrement dit, les productions alimentaires stagnent par rapport à une population élevée dont la croissance annuelle est supérieure à 3 %. En outre, les modifications des habitudes alimentaires ont entraîné une forte augmentation des importations de blé et de riz qui ne sont pas ou ne sont qu'insuffisamment produits en Afrique. Ainsi, dans les seuls pays du Sahel, les importations de riz ont été multipliées par trois depuis 1975.

Il est donc indispensable d'accroître la production alimentaire d'un continent dont les potentialités agricoles sont énormes. Avec ses 700 millions d'hectares de terres arables, l'Afrique dispose de cinq fois plus de terres cultivables que les USA. Bien gérées les terres africaines pourraient faire vivre trois fois plus de population qu'aujourd'hui. Un des moyens pour atteindre cet objectif est d'irriguer de nouvelles terres. Cela est particulièrement vrai dans les pays du Sahel où les pluies sont hasardeuses ou insuffisantes.

La multiplication des aménagements agricoles et industriels n'est cependant pas sans conséquence pour les populations des PED. De tels aménagements qui font appel, dans la plupart des cas, à des technologies avancées, si ce n'est nouvelles pour ces pays, entraînent en effet de profonds changements écologiques. Ainsi l'extension et l'amélioration des cultures, indispensables pour satisfaire la demande alimentaire, provoqueront des modifications du couvert végétal ainsi que des réseaux d'eau superficielle. Le développement industriel, outre ses prélèvements sur les eaux de surface,

entraînera des concentrations humaines demanderesses d'eau, mais aussi productives d'effluents pollués. En d'autres termes, les modifications anthropiques profondes liées aux aménagements se traduiront par des changements, tant dans l'accès aux eaux ménagères que dans l'épidémiologie des maladies associées à l'eau. Les maladies à vecteurs, dépendantes de l'environnement, sont particulièrement sensibles à ces changements.

En outre, ces aménagements productifs de ressources alimentaires ou de revenus nouveaux vont influencer sur le comportement des populations avec, pour conséquence, modifications des besoins et de l'état nutritionnel, ainsi que de l'accès aux soins. Ces modifications devraient être bénéfiques mais les proliférations humaines incontrôlées, fréquentes en milieu urbain, peuvent aussi avoir des conséquences sanitaires catastrophiques.

Tous les régimes politiques proclament leur intérêt pour l'avenir de l'environnement. Mais lorsque l'on essaie de prévoir les conséquences d'une action de développement ou simplement d'une exploitation intensive des ressources naturelles, on constate vite le côté aléatoire des prévisions. C'est pour apporter des éléments concrets à des projections sur l'évolution des problèmes médicaux, en particulier ceux liés à la consommation de l'eau et des aliments et aux maladies transmises par des vecteurs (insectes, mollusques) associés à l'eau, que le programme « Eau et Santé » été mis en place au Sénégal.

## ■ Le programme eau et santé

Son intitulé complet « étude de l'influence des aménagements sur l'environnement et sur l'épidémiologie des maladies liées à l'eau pour la mise en place de moyens de lutte et de prévention adaptés », traduit parfaitement l'objectif final du programme.

Les aménagements de la vallée du fleuve Sénégal, avec la construction des barrages de Manantali, en amont, et de Diama, en aval, suivie de nombreux projets de mise en valeur, ont profondément

modifié le paysage sahélien originel, avec un changement de la gestion des ressources hydriques. La culture irriguée, qui se substitue peu à peu à la culture de décrue et à la culture pluviale, est le facteur principal de la transformation de l'espace agricole de la vallée et la cause de mutations socio-économiques importantes.

L'étude des situations épidémiologiques nouvelles qui en résultent et de leur suivi constituait le moyen de mesurer la prévalence des principales affections (paludisme, schistosomoses, maladies de dénutrition, borrelioses, leishmanioses, parasitoses intestinales...) mais surtout leur dynamique (incidence) en fonction de l'évolution des aménagements hydro-agricoles et agro-industriels. Cette connaissance est en fait le préalable nécessaire à la proposition de nouvelles méthodes de prévention et de lutte susceptibles de résoudre les problèmes posés par les situations nouvelles.

Ce programme a été très largement pluridisciplinaire. Il a en effet mobilisé des scientifiques appartenant à de très nombreuses disciplines. La collaboration a concerné les biomédicaux (entomologistes, parasitologistes, nutritionniste, malacologistes, épidémiologistes etc.), mais aussi d'autres biologistes (mammalogistes, agronomes, etc.) ainsi que les hydrologues et les chercheurs en sciences sociales (géographes, anthropologues, économistes, etc.). Aucune discipline n'a été considérée comme maître d'œuvre, et encore moins comme prestataire de service. Au contraire, il s'est agi de favoriser la complémentarité pour tendre vers un bilan synthétique respectant l'identité, la méthodologie et l'apport de chacune des approches.

Il a très largement fait appel au partenariat. Les chercheurs ayant participé au programme appartiennent à peu près pour moitié à l'Orstom et pour moitié à divers instituts sénégalais (14 chercheurs sur 30) : Faculté de médecine, Faculté des sciences, Isra (Institut Sénégalais de Recherche Agronomique) et Ministère de la santé. Il a également été fait appel aux structures médicales régionales et locales : médecin de région, médecins de département, de dispensaire ou encore d'entreprises privées (Compagnie Sucrière Sénégalaise) et infirmiers.

Enfin ce programme s'est voulu régional et international. Il a bénéficié de l'appui du laboratoire du Cermes (OCCGE) de Niamey (Niger). Il a entretenu en outre des relations privilégiées avec l'Université de Montpellier et celle de Strasbourg, ainsi qu'avec l'OMS (Division of

Control of Tropical Diseases, Unit of Schistosomiasis and other Trematode infections). Enfin des collaborations très profitables se sont mises en place avec l'Université du Québec à Montréal (Uqam) dès 1990, puis avec l'Institut Pasteur de Lille (Centre d'immunologie et de biologie parasitaire) dans la deuxième moitié de l'année 1991. Des relations se sont nouées, à partir de 1993, avec l'Université de Gent (Faculté de médecine vétérinaire).

Il a été polyfinancé. Le grand programme « Eau et Santé au Sénégal » a bénéficié, lors de sa mise en place, d'un financement du ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche (MESR, ex MRT) et de l'Orstom. Le volet paludisme du programme a été, en partie, financé par le ministère de la Coopération (financement du FAC). Enfin la Banque mondiale et l'OMS au travers du TDR (Programme spécial de recherche et de formation concernant les Maladies tropicales) ont participé au financement des recherches conduites dans le domaine des bilharzioses tandis que l'Uqam prenait en charge une partie du financement des recherches concernant la qualité de l'eau de boisson. Nos partenaires sénégalais nous ont apporté un appui logistique important (véhicule, personnel de terrain et de laboratoire) et ont mis à notre disposition leurs infrastructures (dispensaires sur le terrain et laboratoires). Le programme Espoir (financement de la CEE) a également participé au fonctionnement de l'équipe « Eau/Santé ».

## ■ Présentation de la zone d'étude

### *La République du Sénégal*

Le Sénégal (SECK, 1977), d'une superficie de plus de 197 000 km<sup>2</sup> est situé à l'extrême ouest du continent africain entre 12° et 16°30' de latitude nord et entre 11°30' et 17°30' de longitude ouest (fig.1). Le pays, presque tout entier contenu dans la grande cuvette tertiaire sénégal-mauritanienne qui s'incline vers l'ouest, est très plat et les reliefs dépassant 100 m n'existent que dans le sud-est (contreforts du Fouta-Djalou) et dans l'Ouest (massifs volcaniques

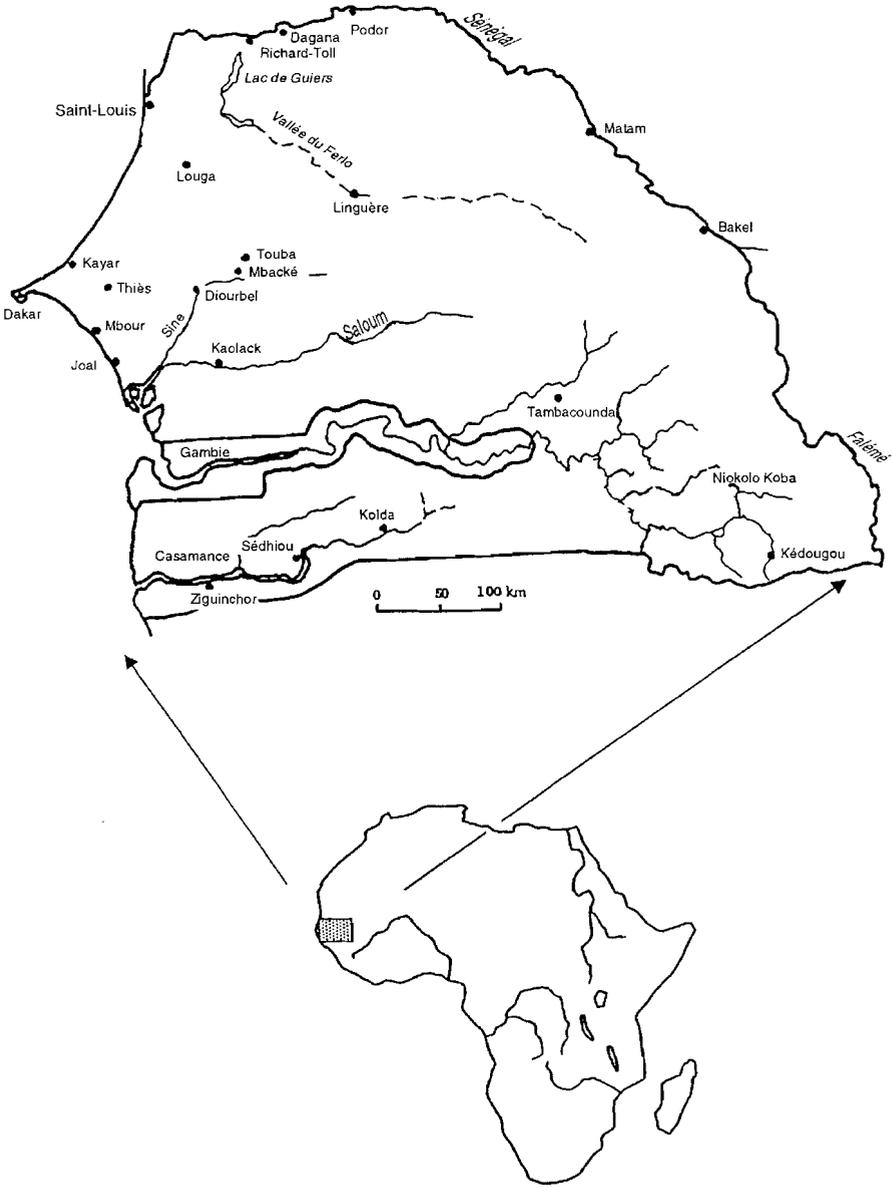


Figure 1  
Le Sénégal : Carte de situation.

de la presqu'île du Cap-Vert) du pays. A cause de cette absence de relief, le climat est fonction essentiellement de la latitude, passant progressivement du type guineo-soudanien au sud, au type sahélien au nord, alors que la longue façade atlantique à l'Ouest du pays est très largement sous influence maritime (climat de type cap-verdien).

Le pays possède deux fleuves importants : le Sénégal et la Gambie. Le lit du Sénégal forme la frontière avec la République Islamique de Mauritanie ; le cours moyen de la Gambie traverse la République du Sénégal, mais son cours inférieur, large et navigable, se situe entièrement en République de Gambie.

La population du Sénégal se chiffre actuellement aux environs de 7 millions d'habitants, très inégalement répartis puisque les 3/4 sont regroupés à l'ouest du pays, alors que les campagnes représentent 60% de la population totale.

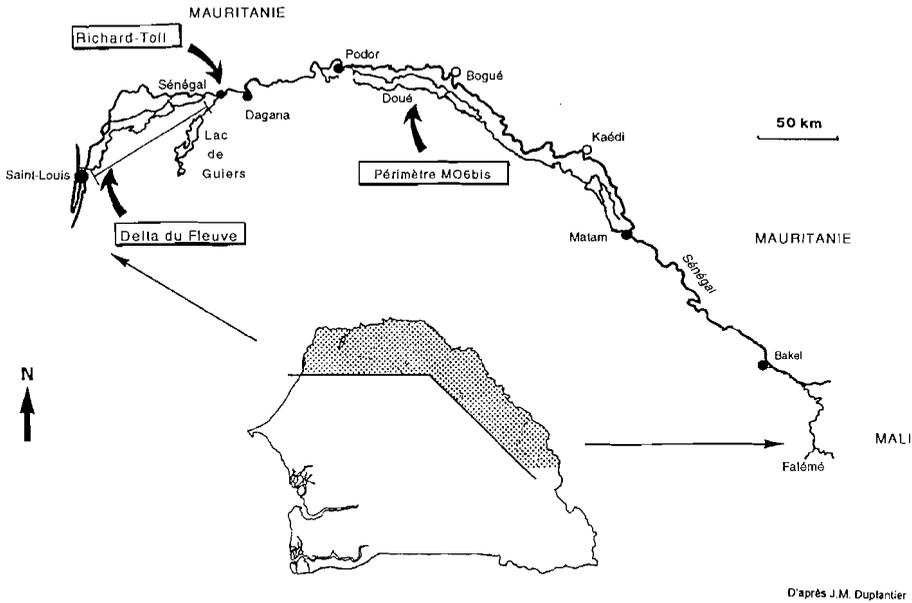
L'agriculture demeure l'activité de base du Sénégal, à la fois parce qu'elle occupe près de 70% de la population active et parce qu'elle alimente une bonne part des industries de transformation (huilerie, conserveries de poisson, industrie sucrière, etc.)

## *La vallée du fleuve Sénégal*

### **Le Fleuve (d'après GAC, 1990)**

Le fleuve Sénégal (fig.2) prend sa source dans le massif du Fouta Djallon (Guinée) à 960 m d'altitude. Son cours supérieur, appelé Bafing, traverse une région accidentée entrecoupée de chutes et de rapides. Il conflue avec le Bakoy à Bafoulabé (Mali), 255 km en amont de Bakel, et prend à partir de là le nom de Sénégal.

Peu avant Bakel il reçoit l'apport de la Falémé, son principal affluent, alors que le cours du fleuve n'est qu'à une vingtaine de mètres au-dessus du niveau de la mer et que l'on peut considérer qu'à Bakel, il a reçu tous les apports hydrauliques sur lesquels il peut compter de la part de ses affluents. Il constitue alors la frontière entre le Sénégal et la Mauritanie jusqu'à son embouchure. Après Bakel, le fleuve entre dans sa vallée alluviale. Celle-ci dont la largeur varie alors entre 10 et 25 km, s'étire sur 430 km jusqu'à Richard-Toll. La pente y est alors très faible (de l'ordre de 0,02‰). Le lit mineur du fleuve se situe même en



■ Figure 2  
La vallée du fleuve Sénégal.

contrebas de l'océan à partir de Bogué, situé à près de 400 km de l'embouchure. Le fleuve trace de nombreux méandres dans cette vaste plaine alluviale où apparaissent défluent, plaines inondables et lacs. Ainsi le Doué, principal défluent, quitte le Sénégal à une quarantaine de km en aval de Kaédi. Il reste parallèle au cours du fleuve sur près de 200 km, isolant l'île à Morphil, avant de le rejoindre peu après Podor.

En aval de Dagana, le Sénégal alimente deux dépressions : le lac de Rkiz (Mauritanie) en rive droite et l'ensemble lac de Guiers - vallée du Ferlo au Sénégal. Il traverse, à partir de Richard-Toll, une région plate, le Delta, vaste plaine steppique aux sols de plus en plus salins, puis se jette dans l'océan Atlantique à Saint-Louis après un parcours de 1 800 km. Son embouchure, instable, se situe à l'extrémité de la flèche sableuse littorale de la Langue de Barbarie.

Le bassin versant du fleuve Sénégal couvre approximativement une superficie de 280 000 km<sup>2</sup>, dont 220 000 pour le seul Haut bassin. Il se partage entre les quatre républiques de Guinée, du Mali, de la Mauritanie et du Sénégal.

Cependant, en dépit de son étendue, de la diversité du milieu et de son peuplement, la vallée du Sénégal fait figure d'entité régionale fondée sur une agriculture centrée sur le fleuve. La population se répartit dans des villages de paysans et de pêcheurs situés le long du fleuve et dans des hameaux de « pasteurs-paysans » dispersés sur de plus grands espaces.

### **Climats et paysage de la vallée (d'après HANDSCHUMACHER, 1991)**

Le fleuve Sénégal traverse successivement des régions soumises aux climats guinéens, soudanien, sahélien avant d'atteindre la zone littorale influencée par la mer. Les caractéristiques principales en sont l'alternance d'une saison sèche et d'une saison humide, avec un gradient pluviométrique régulièrement décroissant de l'amont vers l'aval : 2 000 mm de pluie près des sources du Bafing, alors que les moyennes pluviométriques annuelles trentenaires (1931 - 1960) des stations de Dagana, Podor et de Matam sont respectivement de 330, 334 et 538 mm. Celles-ci tombent à 236, 211 et 364 pour la période de 1961 à 1985. Une extrême irrégularité caractérise donc les précipitations tant spatialement que dans ses variations inter-annuelles.

La grande superficie occupée par le Haut-bassin, en zone guinéenne, donne au fleuve un régime tropical humide. Avant la fermeture du barrage de Manantali deux saisons bien différenciées marquaient le régime du fleuve : « de juin-juillet à octobre-novembre le Sénégal connaissait une période de hautes-eaux puis une période de basses-eaux de novembre-décembre à mai-juin, pendant la saison sèche, avec une décroissance régulière des débits » (KANE, 1987). La pente extrêmement faible du Sénégal dans sa vallée alluviale conduit à des écoulements très lents. La crue se propage en effectuant son parcours dans la vallée alluviale en deux mois environ.

Le micro-relief et la crue déterminent la végétation présente dans la vallée. Celle-ci tranche sur la monotonie de la steppe sahélienne. *Acacia nilotica* formait des peuplements boisés denses, qui sont aujourd'hui en réduction constante. Ces forêts n'occupent plus que quelques cuvettes en raison de l'extension des cultures de décrue, des périmètres irrigués et de la réduction des surfaces submergées.

Des *Balanites aegytiaca* souvent largement ébranchés sont fréquentes sur les hautes levées.

En bordure du lit majeur apparaît un paysage de savane arbustive où prédominent Acacias (*Acacia raddiana*, *Acacia seyal*, *Acacia senegalensis*), et *Balanites (Balanites aegytiaca)*, mais où figurent également *Combretum glutinosum*, *Euphorbia balsamifera*, *Calotropis procera*.

Dans la région du Delta la végétation change. Les terrains salés portent une maigre steppe halophyte. Les parties hautes des levées sableuses sont dénudées, ce qui entraîne une forte déflation éolienne et la formation de nebkhas fixées par les plantes herbacées. Les parties basses, constituées par des terrains argilo-limoneux, sont occupées par une steppe arbustive.

Les cuvettes qui restent inondées longtemps forment des prairies aquatiques où l'on trouve du riz sauvage. Un peu de mangrove à *Rizophora* et *Avicennia* persiste à proximité de St-Louis. Elle est très appauvrie et de petite taille, se trouvant à la limite septentrionale de son aire d'extension.

### **Fonctionnement traditionnel de la vallée (d'après LERICOLLAIS, 1989 et 1991)**

La population de la vallée (près de 900 000 habitants pour les régions riveraines au Sénégal et en Mauritanie, d'après le recensement de 1976) se répartit dans les villages de paysans et de pêcheurs situés tout au long de la vallée, et dans les campements et les hameaux d'agro-pasteurs dispersés sur un espace plus large.

Cette population appartient à plusieurs ethnies. La population toucouleur est dominante dans la moyenne vallée et représente 38 % du total de la population de la vallée. Elle se répartit dans les villages de la plaine alluviale et de sa proche bordure. Ils sont relayés à l'amont par les villages soninké du secteur de Bakel (10 %), et à l'aval par les villages wollof du bas Sénégal (9 %). Dans la moyenne vallée, à l'aval de Kaédi, les Peuls (18 %) et les Maures (20 %) transhumant de la vallée, où ils passent la saison sèche, vers les régions sahéliennes des bordures où ils demeurent en saison des pluies.

Avant la construction des grands barrages sur le fleuve, la crue était extrêmement variable d'une année sur l'autre. Elle inondait environ 500 000 ha les années où elle était importante, 370 000 ha en

moyenne, environ 100 000 ha les années faibles. Ces superficies inondées correspondent à des débits à Bakel de 7 000 m<sup>3</sup>/s pour les crues décennales, une moyenne de 4 500 m<sup>3</sup>/s, et 1 040 m<sup>3</sup>/s les années de faible crue. A Dagana, les débits décennal et médian ne sont plus respectivement que de 3 175 et 2 490 m<sup>3</sup>/s.

Durant la saison sèche, des eaux marines remontaient le cours inférieur du Sénégal. Elles recouvraient d'abord les vasières puis les cuvettes de la région du Delta avant que ne se forme un biseau salé dans le lit mineur qui remontait jusqu'à Dagana une année sur deux.

La population de la région associait généralement l'exploitation des terres alluviales inondées — le walo — (culture de décrue), avec celle des bordures sahéliennes — le diéri — (culture pluviale). La durée de submersion des cuvettes argileuses conditionnait directement les superficies cultivées en culture de décrue. Ces aptitudes morpho-pédologiques des différents terrains du lit majeur sont d'ailleurs parfaitement connues des cultivateurs. L'élevage a lieu en bordure de la plaine alluviale, tandis que la pêche est pratiquée toute l'année dans le fleuve et les chenaux défluent. Le delta, qui ne comptait que les villages de pêcheurs wolof sur les berges du fleuve et quelques centaines de pasteurs maures et peuls, a connu une immigration importante suite aux aménagements (cultures irriguées) de ces vingt dernières années.

### **Les aménagements de la vallée**

La vallée du fleuve apparaît comme un milieu complexe aux potentialités agricoles importantes. Ainsi, dès l'époque coloniale, les projets de mise en valeur de la vallée par l'irrigation n'ont cessé de hanter les esprits. Des essais eurent lieu en plusieurs points le long du fleuve. La réalisation la plus importante fut Richard-Toll, initié pendant la guerre pour assurer la couverture des besoins vivriers du Sénégal. Depuis 1964 le delta est devenu le champ d'un effort continu d'aménagement et de peuplement. Les premiers grands casiers irrigués ont été aménagés dès 1937 dans la moyenne vallée (Dagana et Nianga, près de Podor). Enfin, depuis les années soixante-dix, les petites rizières villageoises s'y sont multipliées. Les aménagements restaient cependant limités par le très faible débit du fleuve en saison sèche et la présence d'eau salée dans le cours inférieur.

Pour parvenir à une maîtrise totale de l'eau du fleuve, considéré, dans un contexte général de sécheresse, comme le facteur fondamental de la croissance de l'économie agricole de la vallée, un programme de développement intégré s'appuyant à la fois sur la construction des barrages de Diama et de Manantali et sur l'aménagement de 250 000 ha de terre du lit majeur pour l'irrigation, a été établi. Les objectifs principaux de ce programme sont les suivants : a) de développer quantitativement la production agricole et animale, b) de la sécuriser en la garantissant contre les aléas, en particulier climatiques, c) d'accroître les revenus des populations riveraines, d) de fixer et de mieux répartir les exploitants dans la zone où ils exercent leurs activités, e) de sauvegarder le milieu en rétablissant un équilibre écologique compromis.

Le barrage de Manantali (au Mali) régularise les apports du Bafing et contrôle ainsi environ la moitié des écoulements du Sénégal. Il a été mis en service en 1987. Avec une retenue de 12 milliards de m<sup>3</sup> d'eau, il a été réalisé avec, entre autres, comme objectifs la mise en irrigation de 375 000 ha de cultures réparties le long de la vallée, le laminage des fortes crues, le soutien des débits d'étiage et la production de 800 GWh d'électricité

A une trentaine de km en amont de Saint-Louis, le barrage anti-sel de Diama édifié en 1985 et complété par des endiguements en rive droite et en rive gauche, peut influencer les niveaux d'eau sur près de 350 km. Il est conçu pour : a) arrêter la remontée des eaux marines dans le lit du fleuve pendant la saison des basses eaux (de janvier à juillet), b) créer un réservoir d'eau douce à l'amont, c) améliorer les conditions de remplissage des réservoirs d'eau secondaire (lac de guiers, axe Gorom-Lampsar, lac Rkiz...).

### *Les zones d'étude*

Les études sur le terrain ont intéressé la moyenne et la basse vallée du fleuve qui ont, de tout temps, concentré la population et l'activité agricole. C'est sur cette partie de la vallée que les bouleversements induits par les barrages et l'irrigation risquent d'être les plus importants. Elles se sont déroulées dans trois zones (fig. 2) :

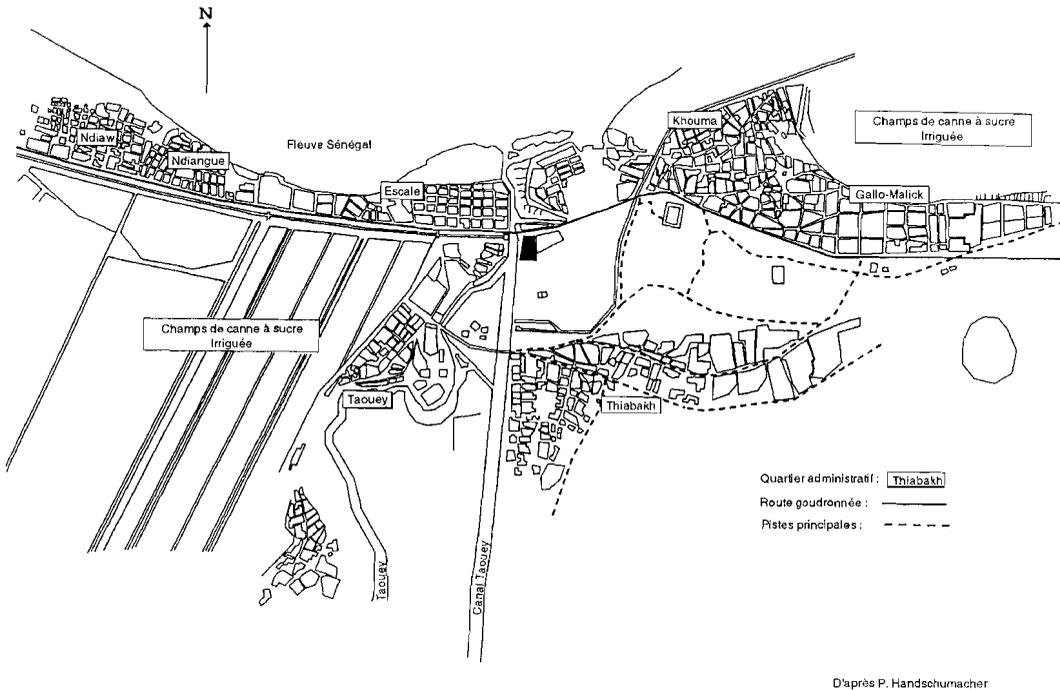
- Le périmètre irrigué à usage rizicole MO 6bis, situé près de Podor (moyenne vallée). Les premières données, sauf en ce qui concerne la nutrition, y ont été recueillies avant la mise en eau du périmètre en 1989.
- La zone sucrière irriguée de Richard-Toll, située dans la basse vallée du fleuve. La ville de Richard-Toll, seul grand centre agro-industriel du Sénégal représente, avec une population de près de 50 000 habitants, une situation exceptionnelle dans le delta. Les études y ont commencé en 1991.
- Le delta du fleuve Sénégal où les études ont débuté en 1993. Le fleuve serpente au milieu d'une plaine steppique aux sols plus ou moins salins. De grands périmètres s'y sont développés dans les années 1960-1970, entraînant l'arrivée d'une population relativement dense (colons). Depuis 1986, ces périmètres sont en cours de réhabilitation et le milieu y est considérablement modifié.

### **Richard-Toll et le delta du fleuve** (d'après HANDSCHUMACHER *et al.*, 1992)

La commune de Richard-Toll (fig. 3), située sur la rive gauche du fleuve Sénégal (16°27'N, 15°42'W), n'a été, pendant longtemps, qu'une simple bourgade servant d'escale au commerce fluvial. Elle était environnée de villages wolofs waloo-waloo (ethnie d'agriculteurs pêcheurs) et de campements peuls (pasteurs nomades). Ce site a connu une très forte croissance démographique et a vu sa population passer de 3 000 habitants en 1965, à 13 000 en 1971, pour atteindre près de 50 000 habitants en 1994. La ville actuelle est en fait constituée par l'agglomération, autour de l'« escale », de cinq anciens villages et d'un campement, aujourd'hui érigés au rang de quartiers (Escale, Ndiaw, Ndiangué, Khouma, Gallo Malick, Taouey et Thiabakh).

Le réseau hydrographique y est très dense :

- le fleuve longe la ville au nord ;
- le marigot Taouey, dont le tracé a été modifié par la construction du canal de la Taouey, partage la ville du nord au sud. Il relie directement le fleuve au lac de Guiers ;
- le grand canal (encore appelé canal principal), dont le tracé est parallèle au fleuve, coupe la ville en deux d'est en ouest ;
- les canaux d'irrigation et les drains utilisés pour l'exploitation des champs de canne à sucre et des rizières, sont très nombreux.



D'après P. Handschumacher

Figure 3  
La commune de Richard-Toll.

Du point de vue répartition ethnique, les Wollofs sont majoritaires, avec 50% de la population, suivi des Peuls qui représente 40% de celle-ci. Les autres ethnies (Maure, Sereer, Sarakolé, Diolas...) sont numériquement peu représentées.

Richard-Toll est une ville à vocation agricole. Les cultivateurs font de la riziculture pendant la saison humide, de juillet à décembre, et du maraîchage pendant la contre-saison sèche. Elle abrite la plus grande industrie agro-alimentaire du Sénégal, la CSS (Compagnie Sucrière sénégalaise) installée en 1971. La CSS exploite 7 000 hectares dont 6 500 en canne à sucre et emploie environ 6 000 personnes parmi lesquelles environ 3 000 temporaires venant de toutes les régions du Sénégal.

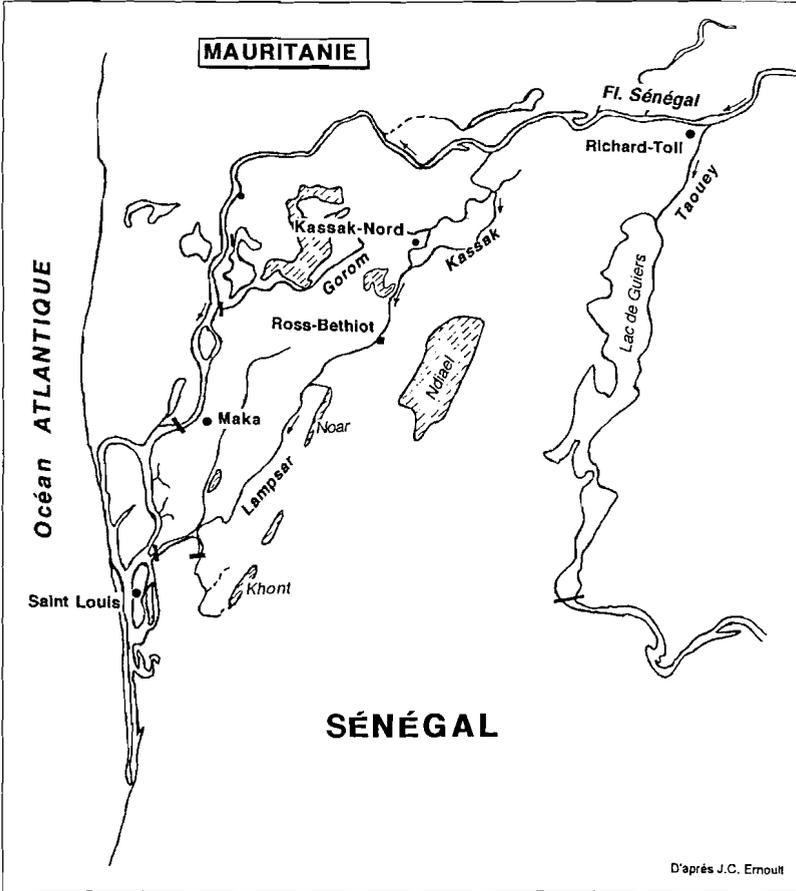


Figure 4  
Le delta du fleuve Sénégal.

Le delta proprement dit est limité, à l'ouest et au nord, par le fleuve Sénégal de Saint-Louis jusqu'à Richard-Toll et, à l'est, par le lac de Guiers et la vallée du Ferlo (fig.4). A l'est du delta se trouve la cuvette du N'Diael, petite unité désertique dans un environnement encore sahélien. Dès que l'on franchit la nationale 2 reliant St Louis à Richard-Toll on se trouve véritablement au cœur du delta où zones irriguées et vertes abondent.

Cette vaste plaine basse est parcourue par de nombreux chenaux dont les principaux sont le Diovol, le Kassack, le Gorom, le Djoudj et le Lampsar qui rejoignent le cours principal du fleuve au nord de Saint-Louis.

La végétation, hors des périmètres irrigués, est localisée essentiellement le long des marigots, des cuvettes et des dunes fixées. Dans toutes les terres basses du delta, les formations végétales sont à relier à la présence du sel.

Le delta du fleuve Sénégal n'est pas une région d'irrigation traditionnelle, mais depuis 1966, la vulgarisation de la riziculture irriguée y est entrée dans une phase active. L'édification récente des barrages (Diama et Manantali) s'inscrit d'ailleurs dans une perspective d'accroissement des surfaces agricoles.

L'examen de la distribution de la population par ethnies montre que les Wolofs sont très majoritaires dans l'ensemble de la communauté rurale (66%) devant les Peuls (24%) et les Maures (7%, avant 1987).

Les caractéristiques climatiques qui prédominent dans le delta du fleuve Sénégal sont celles d'une zone de transition entre le domaine océanique et la frange littorale à l'ouest et un arrière-pays continental saharo-sahélien à l'est.

Le climat est du type tropical à saisons contrastées, dans lequel un court hivernage, généralement de trois à quatre mois seulement (juillet, août, septembre, parfois octobre ou juin), s'oppose à une longue saison sèche. En outre en hivernage, la pluviométrie n'excède pas 120 mm par mois. La pluviométrie moyenne annuelle est faible : 216,7 mm à Richard-Toll (1976-1989), 235,6 mm à Ndiol (même période). On retrouve des valeurs identiques à Saint-Louis (213 mm). La baisse de la pluviosité est manifeste par comparaison avec la période antérieure (398 mm à Saint Louis dans l'intervalle 1902-1969).

Dans ce climat sahélien, voire saharo-sahélien ces dernières années, les variations inter-annuelles sont extrêmement marquées, y compris durant la seule période sèche récente. Ainsi à Richard-Toll, pour la période 1976-1989, le maximum de pluviométrie a été enregistré en 1978 avec 406,1 mm et le minimum en 1983 avec 34,7 mm.

Les températures moyennes annuelles, dans le secteur de Richard-Toll sont voisines de 27 °C, le minimum moyen étant de 20,1 °C, le maximum moyen de 35,2 °C.

A l'échelle mensuelle, le maximum moyen le plus élevé se place en mai (39,3 °C) tandis que le minimum moyen le plus bas est en janvier (13,6 °C). En revanche, les moyennes mensuelles les plus fortes se situent en juin et en octobre (29,3 °C) tandis que la plus faible est en janvier (21,3 °C).

L'humidité atmosphérique est inférieure à 55 % durant la contre-saison sèche. Elle augmente à partir de mai et atteint un maximum en août-septembre, de 75 % environ. La comparaison avec les valeurs enregistrées plus à l'ouest, à Saint-Louis et à Ndiol, montre une diminution rapide, à l'échelle du delta, de l'humidité relative au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'océan.

### **Le périmètre MO 6bis (Handschumacher, 1990 ; Lericollais et Diallo, 1980 ; Leroux, 1977)**

La zone d'étude retenue dans la moyenne vallée, est centrée sur le périmètre de Diomandou (officiellement dénommé MO6bis), département de Podor, sous-préfecture de N'Dioum dont il est distant d'une vingtaine de km (fig. 2). Cette zone est donc située à l'extrême nord du pays. La vallée alluviale du fleuve est très large à cet endroit, de l'ordre de 25 km Elle est bordée au nord et au sud de formations dunaires.

Le climat y est du type sahélien et prend même, sur la rive mauritanienne, un caractère sub-saharien. Les précipitations sont de type orageux et leur hauteur moyenne annuelle est inférieure à 350 mm (335 mm à Podor), l'isohyète de 400 mm traversant le diéri sénégalais nettement au sud de la vallée alluviale. Le nombre de jours de pluies à Podor est inférieur à 30, les trois mois de juillet, août et septembre concentrant plus de 80 % des précipitations.

L'emprise continentale se manifeste par un écart thermique diurne élevé, la température minimale moyenne étant de l'ordre de 15 °C à Podor, alors que le rafraîchissement estival reste très relatif (température moyenne du mois d'août enregistré à Podor : 29,9 °). Le mois de juin reste le plus chaud avec une température moyenne de 32,1 °, un deuxième maximum thermique étant enregistré au mois d'octobre (30,0 °). Dans cette région souffle, en fin de saison sèche, l'harmattan, vent saharien, chaud et desséchant.

La végétation des bordures de la vallée est une pseudo-steppe arbus-tive composée d'espèces ligneuses, le plus souvent épineuses : *Acacia radiana*, *Acacia senegal*. Les arbres sont, pour la plus grande partie, saccagés par la pâture et la coupe et, de ce fait, ne subsistent que sous des formes rabougries.

Le périmètre, dont la mise en eau a démarré en juillet 1989, fait partie d'un ensemble de quatre réalisations implantées dans la région. Il s'agit de périmètres dits « moyens ». Celui de Diomandou représente une surface totale de 1 100 ha, dont 480 de surface nette aménagée. Il a été implanté dans les cuvettes traditionnellement exploitées par les villages Toucouleur de Diomandou, Thialaga et Dodel, par le village Peul de Diouwanabe et par le village à dominante Maure de Diama Bayla. Il est situé en bordure immédiate du Doué. Ce défluent du Sénégal, long de plus de 200 km, est un cours d'eau permanent qui, avec le fleuve enserre l'île à Morphil. Il fournit, grâce à une importante station de pompage, l'eau d'irrigation du périmètre et en récupère les eaux de drainage. La population des cinq villages de la zone d'étude a été estimée à un peu moins de 4 000 habitants.

## Bibliographie

GAC (J.Y.), 1990 —  
*Environnement et qualité des eaux du fleuve Sénégal. (projet Equesen). Rapport scientifique n° 2.* Rapport Orstom-Dakar, multigr. : 54 p.

HANDSCHUMACHER (P.), 1990 —  
*Emprise foncière ancienne et modifications actuelles. Le rôle du périmètre irrigué dans une nouvelle gestion de l'espace.* Rapport Orstom-Dakar, n° Orstom/ES/DK/35.90. Doc. Multigr. : 14 p.

HANDSCHUMACHER (P.), 1991 —  
*Note sur les déplacements des populations de la rive gauche du fleuve Sénégal. Quelques*

*implications sur l'épidémiologie des maladies parasitaires.* Rapport Orstom-Dakar, n° Orstom/ES/DK/51.91. Doc. Multigr. : 11 p.

HANDSCHUMACHER (P.), DORSINVILLE (R.), DIAW (O.T.), HÉBRARD (G.), NIANG (M.) et HERVÉ (J.P.), 1992 —  
« Contraintes climatiques et aménagements hydrauliques. A propos de l'épidémie de bilharziose intestinale de Richard-Toll » : 287-295. In BESANCENOT (J.P.) ed. : *Climats et pathologies.* John Libbey Eurotext. Paris.

KANE (A.), 1987 —  
« Le bilan de l'eau sur le bassin

versant du fleuve Sénégal » : 13-21.  
*In : Historiens et géographes du Sénégal*, 2° ed., Dakar.

LERICOLLAIS (A.), 1989 —  
« Risques anciens, risques nouveaux en agriculture paysanne dans la vallée du Sénégal » : 419-436.  
*In : Le risque en agriculture*. Coll. A travers champs, Orstom, Paris.

LERICOLLAIS (A.), 1991 —  
« La vallée du Sénégal » : 5-13.  
*In BONNEFOND (P.) ed. : La vallée du fleuve Sénégal et ses aménagements*. Etudes Scientifiques, France.

LERICOLLAIS (A.), DIALLO (Y.), 1980 —  
« Peuplements et cultures de saison sèche dans la vallée du Sénégal » : 3-71. *In : Carte C à 1/100 000 (Ndioum, Bogué-ouest)*, Orstom, OMVS, Paris. Notice explicative n° 81.

LEROUX (M.), 1977 —  
« Le Climat » : 16-23. *In DRESCH et al. ed. : Atlas national du Sénégal*. Institut National Géographique, Paris : 147 p.

SECK (A.), 1977 —  
« Le Sénégal dans le monde » : 12-13. *In DRESCH et al. ed. : Atlas national du Sénégal*. Institut National Géographique, Paris : 147 p.



# Les petits rongeurs indicateurs des modifications du climat, des milieux et des pratiques agricoles dans la vallée du fleuve Sénégal

Jean-Marc Duplantier  
Rodentologue

## ■ Introduction

La vallée du fleuve Sénégal a subi ces dernières décennies de profonds bouleversements (HANDSCHUMACHER *et al.*, 1992). La sécheresse du début des années 1970, la création de périmètres irrigués, l'emprise humaine de plus en plus importante, et vers la fin des années 1980 la mise en place des deux grands barrages, ont eu des conséquences importantes sur les paysages de la vallée : certains biotopes se sont considérablement réduits ou ont même disparu, d'autres au contraire se sont développés de façon spectaculaire. Les pratiques agricoles ont elles aussi changé (LERICOLLAIS, 1989; HERVÉ *et al.*, voir p. 33).

La quasi-disparition des grands mammifères sauvages de la vallée (DUPUY, 1971; BOURLIÈRE *et al.*, 1976), est essentiellement due à l'action de l'homme; chasse bien sûr, mais aussi compétition avec les troupeaux domestiques. Cependant leur déclin est bien antérieur aux modifications subies par la vallée durant ces trente dernières années. Les petits mammifères et plus particulièrement les rongeurs ont été par contre les témoins privilégiés des changements interve-

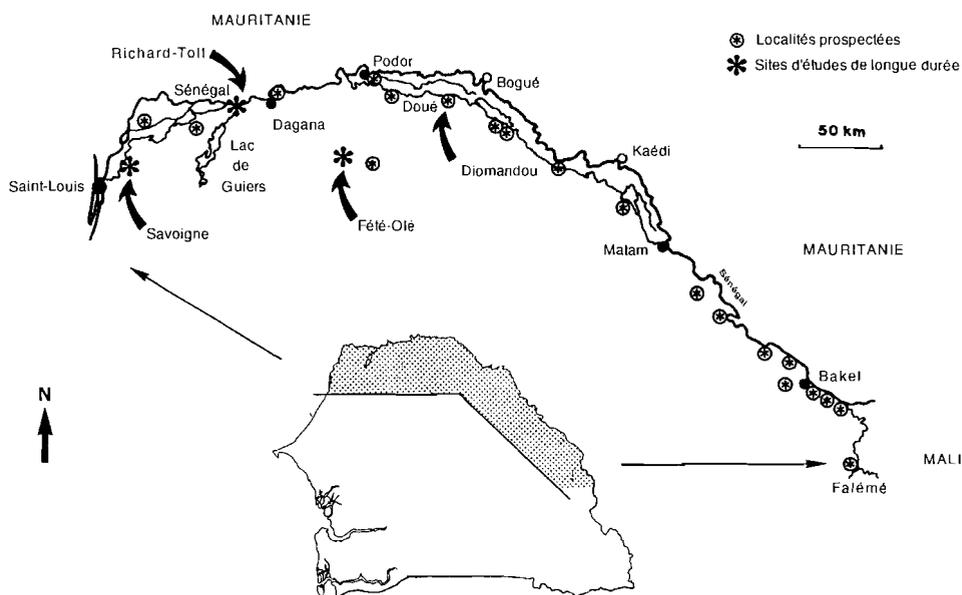


Figure 1  
Localisation des divers sites d'étude des rongeurs  
dans la vallée du Sénégal.

nus durant cette période. En effet les variations notées tant au plan de la diversité spécifique que des abondances et des répartitions sont tout à fait révélatrices des mutations profondes intervenues dans la vallée. Notre objectif est de souligner comment chaque événement s'est répercuté sur les rongeurs et, à ce titre, comment ceux-ci peuvent devenir de bons indicateurs de l'évolution d'une région.

L'évolution dans le temps de la distribution des espèces de rongeurs dans la vallée a été réalisée par comparaison des données anciennes disponibles dans la bibliographie avec les travaux de POULET dans le delta et le Ferlo (POULET, 1974, 1978, 1982, 1984) pour les années 1970 et nos observations personnelles plus récemment (fig. 1). Nos prospections concernent toute la vallée du fleuve et ont été menées de 1983 à 1993 essentiellement par piégeage mais aussi occasionnellement par analyses des pelotes de réjection de la chouette-effraie (DUPLANTIER, 1988; DUPLANTIER et GRANJON,

1988, 1992; DUPLANTIER *et al.*, 1991, non publié). De plus des études de dynamique des populations ont été menées sur trois sites dans le cadre du programme Eau et Santé (fig. 1) :

- le périmètre MO 6bis dans la communauté rurale de Dodel, que nous avons suivi depuis sa mise en service en 1989, ainsi que les villages dépendants de ce périmètre. Une présentation détaillée de cette zone d'étude figure par ailleurs dans ce même volume (voir p. 69).
- les alentours de la ville de Richard-Toll que nous avons échantillonnés de façon bimestrielle de 1990 à 1993 dans le cadre d'une surveillance de la schistosomose intestinale (voir p. 185).
- les villages de Savoigne, Lampsar et Mbakhana dans le delta dont nous avons étudié les peuplements de rongeurs commensaux.

## Évolution des peuplements à l'échelle de la vallée

Les moyennes annuelles des précipitations relevées le long de la vallée de 1930 à nos jours (fig. 2, d'après HANDSCHUMACHER *et al.*, 1992) montrent une baisse régulière et importante de la pluviométrie au cours de cette période. L'action de l'homme (déforestation, surpâturage,...) ajoutée à ce déficit pluviométrique a entraîné une dégradation importante du couvert végétal.

### *La disparition des forêts le long du fleuve*

ROCHEBRUNE (1883) mentionne la présence de *Graphiurus hueti* (loir africain arboricole) à Saint-Louis (fig. 3). La localisation précise de cette information est sujette à caution : au siècle dernier, de nombreux spécimens ont été amenés à des naturalistes amateurs (fonctionnaires ou commerçants) de Saint-Louis par voie fluviale et étiquetés comme provenant de cette ville. Il n'en demeure pas moins que la présence de cette espèce à la fin du siècle dernier quelque part le long du fleuve ne fait aucun doute. Depuis elle n'a jamais été

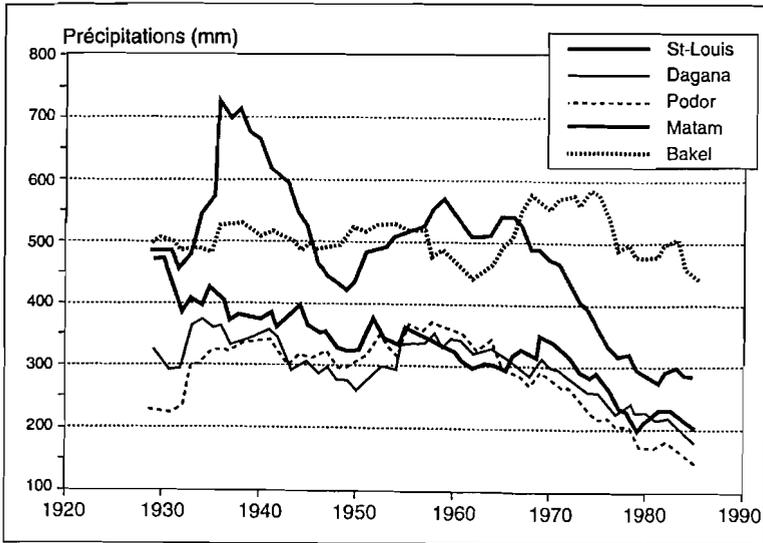


Figure 2  
Précipitations annuelles dans la vallée du fleuve Sénégal : moyennes mobiles de cinq stations sur les soixantes dernières années (d'après Handschumacher *et al.*, 1992).

recapturée dans cette zone et n'est plus aujourd'hui connue que de la moitié sud du pays (DUPLANTIER *et al.*, non publié). La disparition de cette espèce arboricole serait ainsi le premier signe de régression des forêts galeries de la vallée dont les conséquences sur les peuplements animaux ont encore été récemment démontrées par GALAT et GALAT-LUONG (1988). Entre 1976 et 1986 ces auteurs ont noté une diminution des effectifs de singes verts (*Cercopithecus aethiops*) d'un facteur 4 sur l'île Amorfil, située entre le fleuve Sénégal et un de ces bras secondaires (le Doué) près de Podor (fig. 3), ceci parallèlement à une régression du même ordre du couvert forestier.

### La désertification

L'apparition de nouvelles espèces de rongeurs, caractéristiques des zones désertiques, dans le delta et le long de la vallée du fleuve Sénégal (fig. 3, d'après DUPLANTIER *et al.*, 1991), illustre bien ce

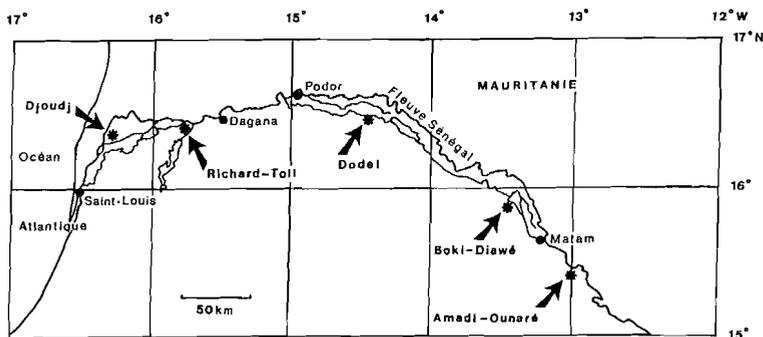


Figure 3

Apparition de trois espèces désertiques à partir des années quatre-vingt dans les localités indiquées d'une flèche (d'après Duplantier *et al.*, 1991).

phénomène. Deux espèces de gerbilles, *Gerbillus henleyi* et *Gerbillus sp.* (du groupe *pyramidum*) et une gerboise, *Jaculus jaculus*, sont maintenant signalées régulièrement dans cette zone alors qu'elles ne s'y trouvaient pas dans les années 1970 (ADAM *et al.*, 1979, HUBERT *et al.*, 1973; POULET, 1982). Il semble bien que le passage sur la rive sud du fleuve, de ces espèces connues en Mauritanie, se soit réalisé dans les années 1980 à la faveur de la désertification de cette région.

De plus nous avons aussi noté l'extension vers le sud de l'aire de répartition d'une espèce caractéristique de la zone sahélienne : *Desmodilliscus braueri* (fig. 4). La limite sud de ce petit Gerbillinid avait été fixée dans les années 1970 aux environs d'une ligne Saint-Louis-Louga-Linguere-Ranerou-Matam (POULET, 1984). Or il a été capturé en abondance à Thiès, plus de 100 km au sud à partir de 1989 (DUPLANTIER *et al.*, non publié).

### L'extension des périmètres irrigués

Avec la mise en service des barrages, une agriculture traditionnelle basée sur le rythme crue-décru est progressivement remplacée par des cultures irriguées avec présence d'eau quasi permanente. Ceci

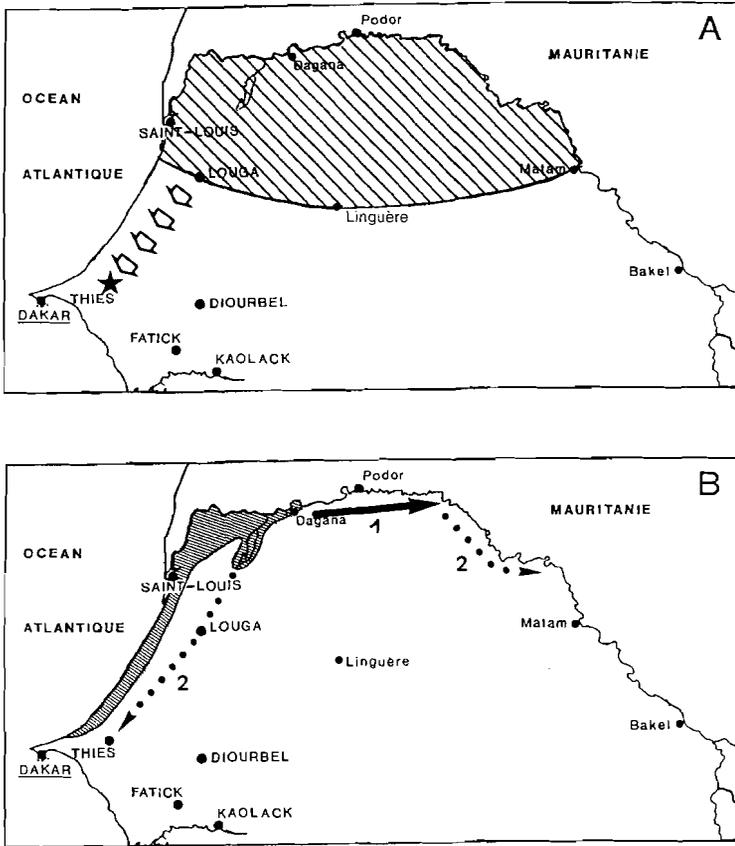


Figure 4

Extension de l'aire de répartition des rongeurs depuis les années quatre-vingt : (A) due à la sécheresse (*Desmodilliscus braueri*) : données de Poulet en 1984 et nos propres observations à partir de 1989 (étoile). (B) due à l'extension des zones irriguées (*Mastomys huberti*) : données de Duplantier et Granjon pour 1988, extension observée (1) et prévisible (2).

favorise l'extension des espèces dominantes dans ces cultures (*Arvicanthis niloticus* et *Mastomys huberti*). Ainsi la répartition de *M. huberti* limitée vers l'est à Dagana en 1986 (DUPLANTIER et GRANJON, 1988), s'étend maintenant au delà de Podor; nous l'avons en particulier capturé sur le périmètre MO 6bis (fig. 4). Il est évi-

dent que dans les années à venir cette progression va se poursuivre vers l'amont au rythme du développement des cultures irriguées dans la moyenne et la haute vallée. De plus une autre extension de l'aire de répartition de *M. huberti* est prévisible en direction du sud à partir du lac de Guiers, avec le creusement du canal du Cayor et l'apparition de zones irriguées dans le bassin arachidier entre ce lac et la ville de Thiès.

## Évolution des peuplements à l'échelle locale

### *Effets de la mise en culture sur la diversité spécifique et l'abondance des rongeurs*

Lors de la première année de mise en culture du périmètre MO 6bis (juin 1989 à juin 1990), le rendement des piégeages est passé de 0,3% à plus de 20% (fig. 5). Ce résultat illustre la rapidité avec laquelle les rongeurs s'adaptent à un nouveau milieu. L'envahissement, réalisé en quatre mois, est le fait des deux espèces les plus abondantes dans les villages voisins : *Arvicanthis niloticus* et *Mastomys huberti*. La légère diminution d'abondance (17,3%) observée en juin 1990 est normale à cette époque qui correspond à la fin de la saison sèche. Par contre les effectifs très faibles calculés en novembre 1990 ne sont certainement pas représentatifs de la situation réelle. En effet le piégeage s'est essentiellement déroulé dans les rizières, alors encore en eau et donc inaccessibles aux rongeurs. À partir de 1991 les densités de rongeurs se sont stabilisées à des niveaux assez bas en réponse à une modification des pratiques agricoles : d'une part le mauvais planage de certaines parcelles a entraîné l'abandon de leurs cultures; d'autre part des problèmes de commercialisation ont provoqué une diminution importante des cultures de contre-saison. Cependant les zones marécageuses à l'intérieur même du périmètre et des cultures maraîchères sur certaines

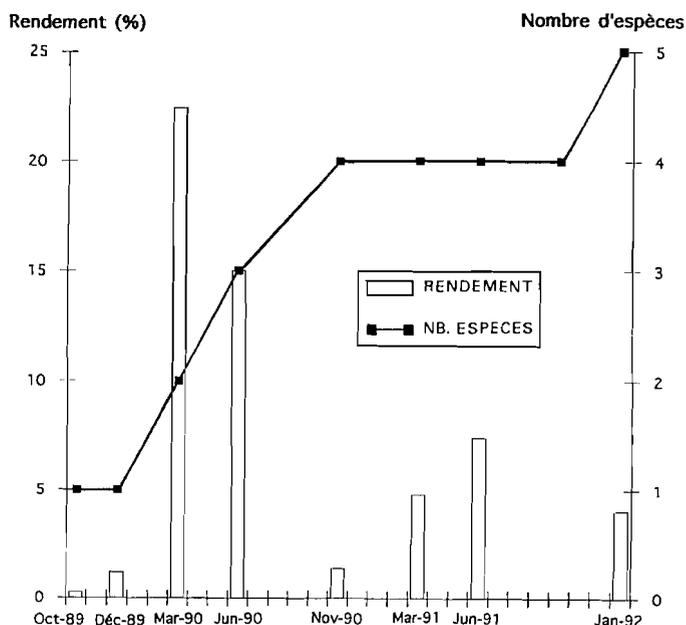


Figure 5

Effets de la mise en culture sur la diversité spécifique et l'abondance des rongeurs : l'exemple du périmètre MO 6bis.

diguettes entre les parcelles de riz, constituent d'excellentes zones refuges à partir desquelles les populations de rongeurs pourront se développer dès que les conditions redeviendront favorables.

En octobre 1989, une seule espèce est présente : *Arvicanthis niloticus*; six mois plus tard les premiers *Mastomys erythroleucus* apparaissent et un an plus tard les premiers *Mastomys huberti*. Parallèlement, dans la dépression naturelle cultivée en sorgho, jouxtant le périmètre, deux espèces ont été capturées *A. niloticus*, puis *Gerbillus henleyi*. On est donc passé en un an de une à quatre espèces sur le même site, puis à cinq quelques mois plus tard avec l'apparition de *Taterillus sp.* Sa présence à quelques dizaines de mètres de *M. huberti*, situation déjà notée à Richard-Toll, illustre parfaitement les bouleversements contradictoires qu'est en train de subir la vallée du fleuve. Alors que la déforestation entraîne l'appa-

rition d'espèces déserticoles, on voit apparaître simultanément des espèces typiques des milieux humides dans les zones irriguées adjacentes. Cet accroissement de la diversité spécifique en un même lieu restreint, augmente bien sûr les risques de dégâts dans les cultures, mais peut aussi avoir des répercussions en matière de santé publique comme nous le verrons plus loin.

### *Effets de l'irrigation permanente et des cultures pérennes sur la dynamique des populations*

En milieu naturel, comme pour pratiquement tous les mammifères africains (*cf. revue in DELANY et HAPPOLD, 1979*), la reproduction des rongeurs est liée au rythme annuel des pluies. Cette relation n'est bien entendu pas directe : les pluies conditionnent l'importance de la production végétale et donc les ressources alimentaires disponibles. Les premières mises-bas ont lieu dans la deuxième partie de la saison des pluies et en fin de saison des pluies le taux de femelles gestantes est pratiquement de 100%. Si la quantité de pluies a été faible, la reproduction s'arrête très vite après les dernières pluies. Par contre si les pluies ont été abondantes et bien réparties dans le temps, la reproduction pourra continuer plusieurs mois. Dans les cultures, la saison de reproduction peut être allongée grâce à une plus grande disponibilité des ressources alimentaires. Ceci peut aussi permettre aux femelles d'élever plus de jeunes par portée.

Un suivi bimestriel des populations de rongeurs a été réalisé à Richard-Toll de juillet 1990 à juillet 1993. Les résultats des piéges effectués dans les stations situées dans les cultures autour de la ville (SENE *et al.*, voir p. 185) sont présentés pour les deux espèces les plus abondantes, *A. niloticus* et *M. huberti* (fig. 6). On constate qu'il n'y a plus aucune liaison entre pluviométrie et densité des rongeurs. Le niveau le plus bas des densités de rongeurs a suivi la meilleure (ou plutôt la moins mauvaise) saison des pluies. Depuis 1992 les minima annuels de populations se situent plus tard (novembre), signe d'une meilleure survie des individus. Ces minima annuels sont plus élevés et se situent entre 20% en 1992 et 30% en 1993, contre 10% environ en 1990 et 1991. Ils sont les indi-

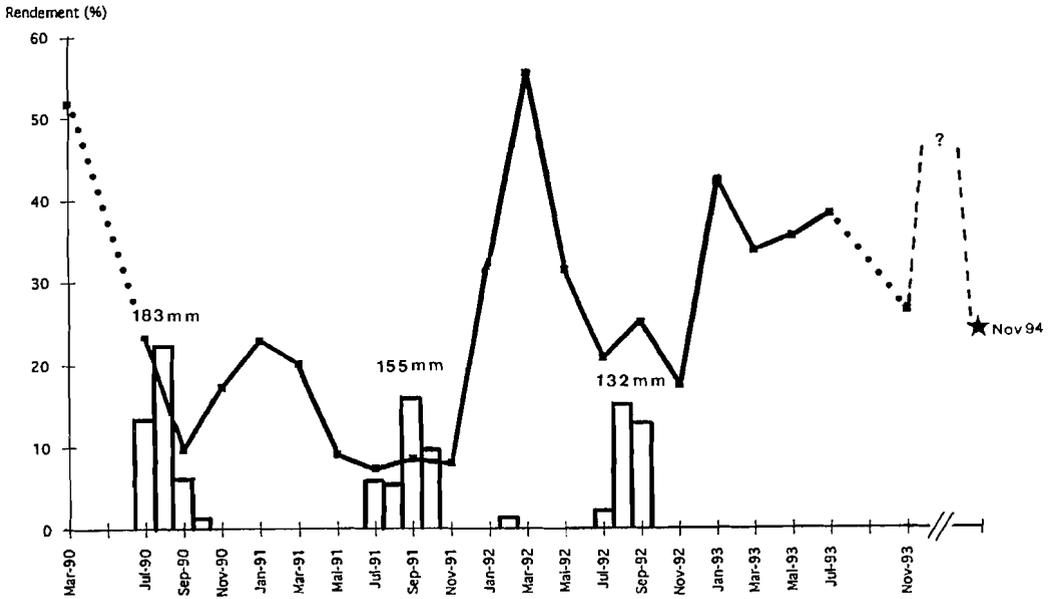


Figure 6

Suivi des populations de rongeurs dans les cultures à Richard-Toll de 1990 à 1993 : Abondance des rongeurs exprimée en rendement des piégeages.

Pluviométrie mensuelle exprimée en mm (histogramme).  
Le chiffre figurant au-dessus de l'histogramme indique la pluviométrie annuelle.

cateurs d'années propices au déclenchement d'une pullulation d'après les travaux de HUBERT *et al.* (1979) et ceci s'est confirmé. Nous n'avons pas de données de piégeage entre 1993 et 1994, mais en août-septembre 1994 les observations directes d'*A. niloticus* dans la journée étaient extrêmement fréquentes dans la vallée (BA, *com. pers.*) et les agriculteurs ont alerté les services de la protection de végétaux à Saint-Louis. La radio nationale elle-même s'est fait l'écho de cette pullulation, ce qui n'était pas arrivé depuis la dernière pullulation constatée en 1987. A la fin de l'hivernage, les inondations dues à la fois à des pluies abondantes et à la vidange du barrage de Manantali pour entretien, ont réduit le nombre de ron-

geurs. Néanmoins le risque de pullulation est encore présent puisque le minimum annuel d'abondance reste très élevé fin 1994 (24%). On peut considérer maintenant que ce risque est devenu permanent dans la région. L'abondance des rongeurs ne dépend plus de la pluviométrie mais bien de la gestion de l'eau et des cultures par les hommes.

## Conclusions

La sécheresse et la déforestation ont entraîné simultanément la disparition d'une espèce et l'apparition de trois autres. L'irrigation s'accompagne pour sa part de l'extension de l'aire de répartition d'une espèce et surtout de l'augmentation de l'abondance des rongeurs. Ces évolutions des milieux, diamétralement opposées, sont donc chacune favorable à un type de rongeur et concourent à augmenter le nombre d'espèces dans cette région.

L'augmentation des abondances de rongeurs entraîne une augmentation des risques de pullulation donc de dégâts dans les cultures et dans les stocks. En matière de santé publique l'augmentation de la diversité spécifique a pour conséquence la mise en contact d'espèces autrefois séparées et la création de couples d'espèces à risque : soit un rongeur résistant à une maladie associé à un rongeur sensible mais disséminateur car à haut potentiel de reproduction et/ou vivant au contact de l'homme. L'exemple le plus connu historiquement est celui des rongeurs désertiques réservoirs de la peste en Asie centrale et dont le rat noir, *Rattus rattus*, a assuré la propagation. En Afrique du sud c'est un Gerbilliné, *Tatera brantsi*, qui en est le principal réservoir et un des *Mastomys*, *M. natalensis*, fait le lien avec les rongeurs commensaux et les populations humaines (ISAACSON, 1975). Au Sénégal on peut citer aussi l'exemple de *Tatera gambiana* et *Mastomys erytroleucus* réservoirs de la leishmaniose cutanée humaine et d'*A. niloticus* qui en est le propagateur lors de ses pullulations (DESJEUX et DEDET, 1982).

Il apparaît donc de plus en plus nécessaire, à la fois pour des raisons économiques et de santé publique, de mettre en place dans la vallée

du Sénégal un réseau de surveillance des rongeurs comme des autres parasites et ravageurs des cultures. Cela avait d'ailleurs été envisagé dès la pullulation catastrophique de 1975. Une information visant à éviter ou modifier certains comportements et certaines pratiques agricoles favorisant le développement des populations de rongeurs est aussi souhaitable. Le passage d'une agriculture saisonnière et familiale à une agriculture permanente et industrialisée doit s'accompagner de la mise en place de tels systèmes de prévention.

#### Remerciements :

Je tiens à remercier Khalilou Ba et Laurent Granjon qui ont participé aux différentes prospections dans la vallée au cours de ces dix années ainsi que P. Delattre qui a bien voulu relire ce manuscrit. Ces travaux ont été réalisés dans le cadre de l'UR 3C (Parasites et ravageurs des cultures) du département MAA, puis dans le cadre du programme « Eau et Santé ».

## Bibliographie

- |   |   |
|---|---|
| <p>ADAM (F.), HUBERT (B.),<br/>POULET (A.R.), 1979 —<br/>« Zoogéographie des<br/>mammifères » : 44-45. In <i>Atlas<br/>National du Sénégal</i>, ed. IGN, Paris :<br/>147 p.</p> <p>BOURLIÈRE (F.), MOREL (G.),<br/>GALAT (G.), 1976 —<br/>Les grands mammifères de la basse<br/>vallée du fleuve Sénégal et<br/>leurs saisons de reproduction.<br/><i>Mammalia</i>, 40 (3) : 401-412.</p> <p>DELANY (M.J.),<br/>HAPPOLD (D.C.D.), 1979 —<br/><i>Ecology of African mammals</i>.<br/>Longman group Ltd., London : 434 p.</p> | <p>DESJEUX (P.), DEDET (J.P.), 1982 —<br/>Ecologie d'un foyer de leishmaniose<br/>cutanée dans la région de Thiès<br/>(Sénégal, Afrique de l'ouest) : 7.<br/>Synthèse épidémiologique après<br/>cinq années d'observation et<br/>hypothèse de fonctionnement. <i>Bull.<br/>Soc. Pat. Exot.</i>, 75 : 620-630.</p> <p>DUPLANTIER (J.M.), 1988 —<br/><i>Biologie évolutive de populations du<br/>genre Mastomys (Rongeur, Muridé)<br/>au Sénégal</i>. Thèse d'état, Université<br/>Montpellier II, 215p.</p> <p>DUPLANTIER (J.M.),<br/>GRANJON (L.), 1988 —<br/>Occupation et utilisation de l'espace</p> |
|---|---|

par des populations du genre *Mastomys* au Sénégal : étude à trois niveaux de perception. *Sci. Tech. Anim. Lab.*, 13 : 129-133.

DUPLANTIER (J.M.), GRANJON (L.), 1992 — Révision de la liste des rongeurs du Sénégal. - *Mammalia*, 56 (3) : 425-431.

DUPLANTIER (J.M.), GRANJON (L.), BA (K.), 1991 - Découverte de trois espèces de rongeurs nouvelles pour le Sénégal : un indicateur supplémentaire de la désertification dans le nord du pays. *Mammalia*, 55 (2) : 313-315.

DUPLANTIER (J.M.), GRANJON (L.) BA (K.), non publié — Répartition biogéographique des petits rongeurs au Sénégal.

DUPUY (A.R.), 1971 — Oiseaux et les Mammifères de la cuvette du Djoudj (Delta du fleuve Sénégal). *Bull. IFAN*, 33 (1) : 237 - 248.

GALAT (G.), GALAT-LUONG (A.), 1988 — *Rapport de mission à l'île Amorfîle*. Centre Orstom de Dakar, doc. ronéo., 10p.

HANDSCHUMACHER (P.), HERVÉ (J.P.), HÉBRARD (G.), 1992 — Des aménagements hydro-agricoles dans la vallée du fleuve Sénégal ou le risque de maladies hydriques en milieu sahélien. *Sécheresse*, 4 (3) : 219-226.

HUBERT (B.), ADAM (F.), POULET (A.R.), 1973 — Liste préliminaire des rongeurs du Sénégal. *Mammalia*, 37 : 76-87.

ISAACSON (M.), 1975 — The ecology of *Praomys (Mastomys) natalensis* in southern Africa. *Bull. OMS*, 52 : 629-636.

LERICOLLAIS (A.), 1989 — « Risques anciens, risques nouveaux en agriculture paysanne dans la vallée du fleuve Sénégal ». In : *Le risque en agriculture*, éd. Orstom, Paris : 419-436.

POULET (A.R.), 1974 — Recherches écologiques sur une savane sahélienne du Ferlo septentrional, Sénégal : quelques effets de la sécheresse sur le peuplement mammalien. *Terre et Vie*, 28 : 124-130.

POULET (A.R.), 1978 — Evolution of the rodent population of a dry bush savanna in the senegalese Sahel from 1969 to 1977. *Bulletin Carnegie Museum of Natural History*, : 113-117.

POULET (A.R.) 1982 — *Pullulation de rongeurs dans le Sahel : mécanismes et déterminisme du cycle d'abondance de Taterillus pygargus et d'Arvicanthis niloticus (Rongeurs, Gerbillidés et Muridés) dans le Sahel du Sénégal de 1975 à 1977*. Ed. Orstom, Paris : 367 p.

POULET (A.R.), 1984 — Quelques observations sur la biologie de *Desmodilliscus braueri* Wettstein (Gerbillidae) dans le Sahel du Sénégal. *Mammalia*, 48 : 59-64.

POULET (A.R.), HUBERT (B.), ADAM (F.), 1979 — *Dynamique des populations et développement de l'agriculture sahélienne*. Actes du congrès sur la lutte contre les insectes en milieu tropical, Marseille, France, Mars 1979 : 773-799.

ROCHEBRUNE (A.T.), 1883 — Faune de la Sénégambie : Mammifères. *Soc. Lin. Bordeaux*, 37 : 49-204.



# La moyenne vallée du fleuve Sénégal

---

partie 1





# Mobilité spatiale et gestion de l'environnement par les populations de la rive gauche du fleuve dans le contexte de l'après-barrage

De la gestion à la maîtrise de l'eau à Diomandou (périmètre MO 6 bis)

**Pascal Handschumacher**  
Géographe

**Oumar Sall**  
Enquêteur

## Introduction

La vallée du fleuve Sénégal est le cadre d'événements de santé spectaculaires depuis la fermeture du barrage de Diama en 1986 et de Manantali en 1988. A l'épidémie de fièvre de la vallée du Rift de 1987 a succédé, en 1988, l'épidémie de bilharziose intestinale de Richard-Toll. On assiste actuellement à une extension des deux bilharzioses humaines notamment dans le Delta, mais également dans la moyenne vallée. Par ailleurs, la crainte d'une augmentation des épisodes morbides par paludisme est toujours présente. Ces effets négatifs réels ou redoutés, déjà envisagés dans les études d'impact (sauf la bilharziose intestinale!) (WATSON, 1969), entretiennent une image négative des

opérations d'aménagement dont les grands barrages sont les symboles. Les problèmes de santé conduisent alors à l'élaboration de stratégies de prévention et de lutte par les différents organismes compétents. Malheureusement, de par la gravité de certaines pathologies, la dimension sanitaire a tendance à occulter la dimension agronomique, sociale, et d'une manière générale environnementale, dans un contexte de désertisation où les déséquilibres sont à l'origine de la stratégie de développement de la culture irriguée. Certains projets « extrêmes » vont jusqu'à proposer une tactique de chasse d'eau à partir de Manantali pour lessiver les berges du Fleuve des hôtes indésirables. Cette action, combinée à l'ouverture du barrage de Diama pour laisser pénétrer l'eau salée devrait, dans l'esprit de ses concepteurs, détruire les populations de mollusques hôtes intermédiaires des bilharzioses. Face à cette vision réductionniste et limitée, focalisée sur les problèmes de santé (et dont l'action bénéfique reste à prouver), délibérément ignorante des contraintes qu'elles fait peser sur les productions agricoles de la vallée et partant sur l'existence même des habitants, il importe de rappeler le contexte dans lequel cette politique d'aménagement a vu le jour (SECK, 1986). L'histoire du périmètre MO 6 bis, replacée dans son contexte régional et dans cette nouvelle dimension de l'aménagement de la Vallée nous permet de rappeler les conditions antérieures aux barrages afin de resituer les risques sanitaires face aux contraintes environnementales. Il importe ainsi de considérer l'impact du processus d'aménagement en cours, non seulement sur la modification des conditions écologiques d'existence des vecteurs, mais également et peut être surtout, sur la gestion par les sociétés de cet environnement et leurs réponses aux évolutions en cours.

## ■ Un fleuve et des hommes

La vallée du fleuve Sénégal qui fait l'objet d'une emprise humaine ancienne, connaît depuis la fermeture des barrages de Diama et de Manantali une déstabilisation profonde et rapide. Cette déstabilisation a soulevé le problème des risques inhérents à toute manipulation de l'environnement et en particulier aux risques sanitaires. L'ampleur

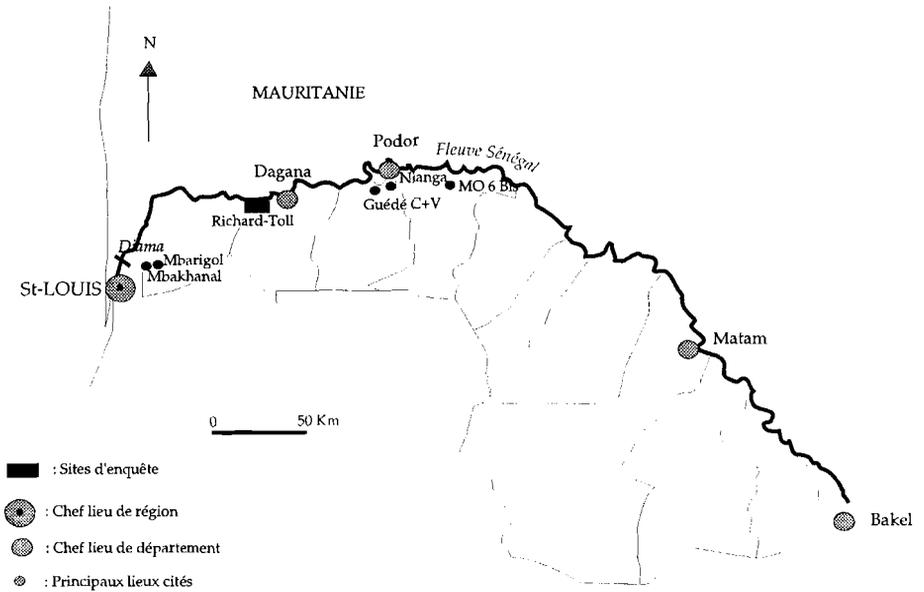


Figure 1  
Cartes des lieux cités.

même des grands barrages ne doit cependant pas occulter la gestion que l'on qualifie souvent de « traditionnelle », façonnée par des techniques et des pratiques plus ou moins bien adaptées aux conditions du milieu créant ainsi des environnements complexes et divers. Si l'action des grands barrages s'exerce au niveau régional (à l'échelle du bassin du fleuve Sénégal), l'étude des répercussions sanitaires doit cependant s'inscrire dans la diversité des paysages de la vallée, et dont chacun peut répondre de manière particulière aux modifications de la gestion de l'eau du fleuve. En raison du conflit qui opposait le Sénégal et la Mauritanie, au démarrage du programme de recherche en 1989 (SANTOIR, 1990), l'étude de la rive droite du fleuve a délibérément été délaissée malgré l'importance des liens qui unissaient les deux rives (SANTOIR, 1993). Il restait à faire des choix de sites d'études représentatifs des paysages de la rive gauche.

Si le bassin du fleuve Sénégal occupe une superficie de près de 300 000 km<sup>2</sup> dont 220 000 pour le seul Haut-bassin, c'est dans la partie

moyenne et basse du cours du fleuve que les problèmes liés à la sécheresse se font sentir le plus sévèrement. C'est au moment où le cours du fleuve s'infléchit vers l'ouest (MICHEL, 1973), qu'il pénètre franchement dans le domaine sahélien constituant un long ruban se singularisant au milieu des paysages steppiques environnants. Mais c'est également en pénétrant dans le milieu sahélien que le fleuve s'enfonce dans le bassin sédimentaire du tertiaire où il a, tout au long du quaternaire, forgé un micro modelé sur lequel les sociétés se sont appuyées pour pratiquer la culture de décrue. En effet, le creusement de cette vallée s'est effectué au quaternaire par étapes successives, individualisant levées et cuvettes qui forment autant d'unités propices à l'agriculture de décrue. Les périodes de creusement linéaire ont alterné avec des périodes d'alluvionnement, constituant des terrasses de galets et de graviers à proximité du lit majeur actuel. Durant l'ogolien, de grands ergs d'orientation N.N.W. - S.S.E. se sont formés. Avec l'éocène débute une période plus humide au cours de laquelle le Sénégal a recreusé son lit dans la basse-vallée. Puis au Nouakchotien, la mer a envahi la basse vallée du fleuve Sénégal et formé un golfe allongé jusqu'à Bogué. Les dunes, arasées par les eaux de ce golfe, ont constitué les terrasses nouakchotiennes qui bordent la basse vallée. Après le Nouakchotien, le Sénégal s'est mis à alluvionner, se divisant en de nombreux bras et construisant de hautes levées. C'est autour de ces cuvettes que tout au long de la moyenne vallée, et ce jusque vers Matam, se sont établis les Toucouleurs, ethnie vivant en synergie avec les Peuls en se partageant espaces et activités. En aval de Bogué, le fleuve a construit un delta très allongé épousant la forme de la basse vallée. A partir de Richard-Toll les levées se multiplient mais s'aplatissent. C'est le domaine des éleveurs peuls et des agriculteurs-pêcheurs wolofs, les waalo waalo.

C'est ainsi qu'un réseau de hautes levées accompagne le lit actuel individualisant de nombreux bras morts dans la moyenne et basse vallée du fleuve Sénégal et permettant les cultures de décrue dans les cuvettes de décantation. Ainsi, la vallée alluviale qui présente la majeure partie des terres aménageables, presque exclusivement située en zone sahélienne, offre certes des possibilités d'aménagement, mais souffre aussi d'une grande dépendance climatique. Celle-ci se traduit dans la comparaison des moyennes pluviométriques annuelles des stations de Dagana, Podor et de Matam, sur la période 1931 à 1960, avec celles de la période 1961 à 1985. Elles sont respectivement de 330, 334 et 538 mm sur la première période pour tomber à 236, 211 et 364

sur la seconde (LE BORGNE, 1988). Par ailleurs une extrême irrégularité caractérise les précipitations tant spatialement que dans ses variations inter-annuelles. La grande superficie occupée par le Haut-bassin en zone guinéenne donne au fleuve un régime tropical humide. Le rythme saisonnier en mime avec un faible décalage la répartition des précipitations sur les zones amont d'alimentation. Avant la fermeture du barrage de Manantali deux saisons bien différenciées marquaient le régime du fleuve : « De juin-juillet à octobre-novembre le Sénégal connaissait une période de hautes-eaux puis une période de basses-eaux de novembre-décembre à mai-juin pendant la saison sèche, avec une décroissance régulière des débits » (KANE, 1987). La pente extrêmement faible du Sénégal dans sa vallée alluviale (0,02‰) conduit à des écoulements très lents, la crue se propageant dans la vallée alluviale en deux mois pour inonder environ 500 000 ha les années où elle était importante, 370 000 ha en moyenne, et 100 000 ha les années faibles. Ces différentes informations ont été reprises presque intégralement dans l'article introductif dans la partie concernant la description de la vallée du Sénégal (voir p. 33).

La vallée du fleuve apparaît donc comme un milieu complexe aux potentialités agricoles importantes mais handicapé par une dépendance climatique totale et une crue totalement aléatoire. La mise en place des barrages de Diama et de Manantali constitue ainsi une tentative de maîtrise de l'eau (barrage anti-sel pour Diama, régulation des niveaux pour Manantali) dans un contexte général de sécheresse.

Vouloir évaluer les répercussions sanitaires de la mise en eau des grands barrages nous oblige donc, avant tout, à tenir compte de ces différentes composantes de la société haalpulaar (ceux qui parlent pulaar, c'est à dire Peuls et Toucouleurs réunis) dans la moyenne vallée et wolof dans le Delta, et des systèmes qu'elles ont habilement agencés tout au long de la Vallée.

L'importance du programme actuel, la taille des barrages et leur coût, la portée des impacts ne doit cependant pas faire oublier que le passage de la gestion de la crue à la maîtrise de l'eau est une volonté ancienne. Déjà au XIX<sup>e</sup> siècle, le site de Richard-Toll était l'objet d'expériences agronomiques. En 1937, le premier grand périmètre irrigué voyait le jour à Guédé à proximité de Podor. En 1976 naissait le périmètre irrigué de Nianga non loin de là. Entre temps, les aménageurs avaient développé diverses expériences tout au long de la moyenne

vallée et du Delta. Mais c'est surtout après cette date que les aménageurs et en particulier la SAED (Société d'aménagement et d'exploitation des terres du Delta, qui s'est ensuite étendue à l'ensemble de la vallée plus la Félémé) ont développé les P.I.V. (Périmètres Irrigués Villageois) qui, en laissant plus de responsabilités aux exploitants étaient sensés être garants de la réussite de ces réalisations.

A travers ce qui précède, il apparaît donc que pour rendre compte de l'impact sanitaire des grands barrages il était nécessaire que le choix des sites d'étude prenne en considération à la fois la spécificité de la moyenne vallée, celle du Delta mais également ce vieux site d'expérimentation agronomique qu'est Richard-Toll en raison de son poids considérable dans l'économie de la vallée. L'émergence d'une épidémie de bilharziose intestinale sans précédent a d'ailleurs confirmé la particularité de cette ville (TALLA, 1989).

La réalisation d'un programme de création de périmètres irrigués sous l'égide du FED (Fond Européen de Développement) nous a donné l'opportunité de suivre en temps réel l'évolution qu'à connu une communauté de paysans-pêcheurs et d'éleveurs dans la moyenne vallée. Ce programme concerne quatre sites distincts (Étude de l'aménagement..., 1986) : N'Dioum, Diomandou, Aéré-Lao, Aram. Le périmètre de Diomandou ou périmètre MO 6 bis a été mis en eau en juillet 1989. Il représente une surface totale de 1 100 ha dont 582 ha de surface aménagée en bordure du Doué, bras secondaire du fleuve Sénégal.

## La dynamique d'aménagement actuelle, une évolution ou une rupture ?

### *Le périmètre MO 6 bis, un exemple représentatif de l'évolution de l'environnement de la moyenne vallée ?*

La zone du périmètre irrigué MO 6 bis constitue un exemple du partage de l'espace entre les divers groupes qui forment la société halpulaar et dans lequel est venu progressivement s'immiscer la culture irriguée.

Trois villages toucouleurs et deux communautés agro-pastorales peuls coexistent autour des cuvettes de la zone occupée désormais par le périmètre MO 6 bis. Dodel, Diomandou et Thialaga sont des villages habités très majoritairement par des Toucouleurs et les campements Diouwanabé et Diamy Bayla sont quasi exclusivement Peuls.

Le peuplement est ancien, le village de Dodel étant mentionné dans le recensement des cercles de la vallée de 1896 (413 habitants) (BECKER et MARTIN, 1983). Par ailleurs, le village de Diomandou apparaît comme l'un des principaux villages de pêcheurs toucouleurs (cubalo) de la moyenne vallée. Les villages et campements sont installés à proximité des cuvettes de décantation (kolengal, pluriel kolade) sur la bordure du lit majeur du fleuve où ils sont desservis par l'axe bitumé St-Louis-Matam. Seul le village de Diomandou est divisé en deux entités indépendantes, respectivement nommées Diomandou waalo (waalo = lit majeur) et Diomandou jeeri (jeeri = bordure du fleuve non inondable) en fonction de la localisation. Le partage des habitants de certains villages en deux localisations dont l'une est suivie du terme waalo et l'autre de jeeri eu égard à leur localisation est un fait fréquent tout au long de la moyenne vallée. Il consacre la vocation de ces villages à exploiter les ressources du fleuve, en particulier dans le cas des villages de pêcheurs.

La division ethnique des villages et campements selon une dichotomie Peul/Toucouleur s'accompagne d'un partage statutaire. La société haalpulaar, complexe et hiérarchisée comme le rappelle le tableau 1, a permis une complémentarité entre les différents groupes tout en entretenant une relative division dans la localisation de ceux-ci.

La zone du périmètre irrigué MO 6 bis ne fait pas exception à la règle.

La division en groupes statutaires et ethniques de la société haalpulaar, où chaque groupe est dépositaire d'une activité traditionnelle (qui peut d'ailleurs n'être qu'une activité secondaire), donne à certains villages ou à certaines concessions une emprise particulière sur un espace donné. C'est le cas du village de Diomandou majoritairement Cubalo (62 concessions de pêcheurs sur 74) qui contrôle en particulier les espaces limitrophes du Doué et notamment certaines cuvettes de culture dans le waalo.

Tableau I  
Tableau simplifié de la société Haalpulaar

Catégories sociales	Groupes statutaires	Pouvoirs et fonctions traditionnelles
Rimbe ardibe	fulbe toorobe	aristocratie foncière ancienne, pasteurs chefs temporels ou spirituels, cultivateurs
Rimbe hunibe	seebbe subalbe jawambe	anciens guerriers, cultivateurs pêcheurs courtisans
nyenbe fetyiram golle (artisans)	mabube wayilbe sakebe lawbe burnabe	tisserands forgerons, bijoutiers cordonniers, savetiers boisetiers potiers, céramistes
nyenbe nyagatobe (demandeurs)	awlube wambabe	griots généalogistes (pour tous) guitaristes, chanteurs (pour fulbe)
iyabe	macube sotibe macube halfabe	serviteurs affranchis serviteurs dépendants

Tableau communiqué par A. Lericollais (*com. pers.*)

A la disparité sociale dans la localisation des unités de peuplement peut donc correspondre une relative différenciation dans le contrôle territorial de l'espace agricole (SCHMITZ, 1993). Vue à l'échelle du partage waalo/jeeri, les terres du lit majeur sont bien sûr choisies préférentiellement (80% des terres agricoles sont dans le waalo pour l'ensemble des communautés résidant autour de MO 6 bis). Cependant les peuls exploitent un tiers de leurs terres agricoles sur les marges sablonneuses jamais inondées, contrairement aux toucouleurs qui n'y ont qu'environ 15% de leurs parcelles. Par contre, à l'intérieur même des terres de waalo, on constate une répartition du contrôle des sous-ensembles morpho-agro-pédologiques se différenciant assez nettement d'un village à l'autre. Ce constat peut être reproduit pour les groupes statutaires traduisant en cela un système peut-être inégalitaire mais parfaitement organisé selon des règles anciennes. L'étude de la répartition du contrôle territorial des berges consacrées au maraîchage (falo), des bourrelets de berge à la

vocation mixte (fonde) et les cuvettes (kolade) cultivées en décrue, selon les groupes a permis de comprendre comment s'organisait la société haalpulaar avant la mise en eau du périmètre irrigué (fig. 2).

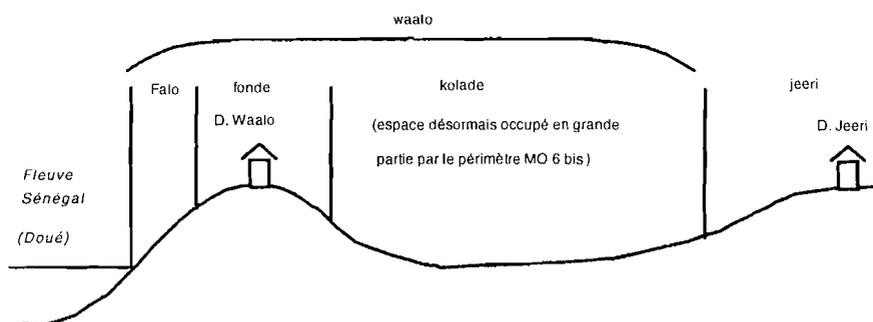


Figure 2

Coupe schématique de la zone MO 6bis au niveau de Diomandou.

	Kolade		Jeeri		Fonde		Falo	
	Superf.	Nb parc.						
Dodel	2,0 ha	1,4	0,6 ha	0,6	1,0 ha	0,3	0,1 ha	0,2
Diomandou	1,6 ha	1,0	0,8 ha	0,8	1,1 ha	0,3	0,5 ha	1,8
Thialaga	0,2 ha	0,2	0,2 ha	0,3	0,1 ha	0,03	0,1 ha	0,2
Diamy Bayla	0,4 ha	0,7	0,5 ha	0,8	0,0 ha	0,0	0,01 ha	0,04
Diouwanabe	0,4 ha	0,5	0,8 ha	0,8	0,0 ha	0,0	0,02 ha	0,04

Tableau II

Superficie moyenne et nombre moyen de parcelles par concession par village ou campement.

	Kolade		Jeeri		Fonde		Falo	
	Superf.	Nb parc.						
Torodo	1,3 ha	1,0	0,4 ha	0,5	0,7 ha	0,2	0,1 ha	0,2
Dimo Peum	0,4 ha	0,5	0,7 ha	0,7	0,0 ha	0,0	0,01 ha	0,05
Cubalo	1,9 ha	1,0	0,7 ha	0,7	1,3 ha	0,3	0,6 ha	2,2
Macudo	1,4 ha	1,1	0,8 ha	0,9	0,5 ha	0,1	0,2 ha	0,4
Castés	1,3 ha	1,0	0,4 ha	0,4	0,5 ha	0,2	0,1 ha	0,2
Autres	0,0 ha	0,0	0,2 ha	0,2	0,0 ha	0,0	0,05 ha	0,4

Tableau III

Superficie et nombre de parcelles par concession en fonction du groupe statutaire.

La conjugaison des facteurs ethniques et statutaires en liaison avec les activités principales et secondaires a donc contribué à forger un espace traditionnel dominé de manière différentielle par les groupes qui composent la société haalpulaar de la zone MO 6 bis mais prioritairement orientée vers le lit majeur du Fleuve. L'espace analysé apparaît alors comme représentatif des espaces humanisés rencontrés tout au long de la moyenne vallée et décrits par une abondante littérature.

L'ancienneté des aménagements, la diversité ethnique qui résulte de l'attractivité de ces périmètres, renforce alors cette orientation spatiale quasi exclusive vers le lit majeur du fleuve pour les activités agricoles. Guédé village et Guédé Chantier, deux villages proches de Diomandou, qui ont accès au périmètre le plus ancien de la moyenne vallée (la mise en eau date de 1937), sont tournés très majoritairement vers le waalo malgré une importante division ethnique pour Guédé Chantier (9 ethnies différentes).

Cependant, la mise en place de périmètres irrigués ne fait pas que renforcer l'attractivité du lit majeur du fleuve. Outre la destabilisation des conditions écologiques par les possibilités de pérennisation de la présence de l'eau que créent les périmètres irrigués, ceux-ci remettent en cause l'organisation sociale en place.

### *La division sociale de l'espace et la mise en place du périmètre MO 6 bis*

L'attribution d'une parcelle dans les périmètres irrigués est aux yeux de l'administration de la SAED uniquement fonction de la force de travail du ménage attributaire (BOUTILLIER, 1989).

Lors de la réalisation d'un périmètre irrigué, chaque village se voit attribuer une superficie au prorata de celle qu'il exploitait en culture de décrue dans les cuvettes qui ont été aménagées. Cette répartition, qui soulève souvent bien des questions quant au contrôle ancestral des terres aménagées (LAVIGNE-DELVILLE, 1991), respecte donc, *a priori*, le découpage traditionnel de l'espace entre villages. Dodel, plus gros village de la zone ne dispose ainsi que de 0,3 ha par concession car, proportionnellement au nombre d'habitants, il ne contrôlait qu'une faible fraction des cuvettes désormais englobées

dans le périmètre. Au contraire, Thialaga compte des superficies irriguées par concession quatre fois plus importantes pour des raisons diamétralement opposées.

	IRRIGUÉ	
	Superficie	Nb. de parcelles
Dodel	0,3 ha	0,6
Diomandou	1,0 ha	1,1
Thialaga	1,2 ha	1,5
Diamy Bayla	0,8 ha	1,2
Diouwanabe	0,9 ha	1,1

■ Tableau iv  
Superficie moyenne et nombre moyen de parcelles par concession.

Mais, si l'attribution des terres se fait alors au sein de chaque village selon la force de travail de chaque foyer, la fin de la campagne peut modifier ce schéma. Certains exploitants, dont la récolte n'a pas été couronnée du succès escompté, se retrouvent dans l'incapacité de rembourser à la SAED les intrants (semences, engrais, pesticides) qu'elle a fourni en début de campagne. De nombreux jeux sociaux peuvent alors détourner cette distribution initialement égalitaire sous couvert de la prise en compte d'un critère objectif, la force de travail, pour recréer des inégalités selon des critères nouveaux.

En effet, pour un rendement moyen de 60 sacs de paddy à l'hectare (1 sac = 80 kg) dans le périmètre MO 6 bis, le remboursement moyen est de 25 sacs, soit un peu plus de 40%. Mais ce remboursement peut atteindre 60% de la récolte en fonction des emprunts contractés en début de campagne auprès de la SAED.

L'exploitant peut alors hypothéquer une partie de sa future récolte auprès d'une tierce personne dont les revenus, autres qu'agricole, lui permettent de jouer ce rôle de « banquier ».

D'une inégalité sociale « traditionnelle » on passe à une inégalité selon la richesse et les revenus monétaires. Pour LERICOLLAIS (1989), le développement de l'agriculture irriguée fait passer les agriculteurs de la vallée d'un risque climatique à un risque économique.

Par des pratiques de métayage certaines personnes peuvent ainsi bénéficier des productions des périmètres irrigués sans jamais pénétrer dans aucune parcelle. Par ailleurs, les plus riches emploient des travailleurs (Sourgua) qui, sur sept jours de travail, en doivent quatre à l'employeur (Diatigui), et sont en contrepartie nourris et logés.

Il convient donc de ne pas confondre attributaire d'une parcelle et contact de l'exploitant avec cette parcelle, avec l'eau d'irrigation, pour présager de relations simples entre types d'utilisation de l'espace et maladie hydrique. De même autour d'un périmètre irrigué, tous les villages n'ont pas un accès identique.

Ainsi, étudier les contacts différenciés de l'homme à l'espace et les répercussions sur les problèmes de santé qui peuvent survenir suite aux manipulations de l'environnement implique que l'on considère l'ensemble des activités et l'articulation des processus sociaux dans ce qu'ils peuvent se révéler discriminant au sein d'une communauté et notamment dans la gestion de son terroir.

Cependant, le terroir villageois ne représente qu'une fraction de l'espace de vie des habitants des berges du fleuve. Connue pour sa mobilité, la population du fleuve Sénégal connaît des mouvements anciens que des conditions de vie difficiles n'ont fait qu'accentuer (MINVIELLE, 1985). On peut ainsi distinguer deux grands types de migrations, les migrations structurelles qui font partie intégrante de la vie traditionnelle et les migrations conjoncturelles, dépendant de certains aléas et qui constituent souvent des éléments faisant partie de véritables stratégies de survie.

## I Irrigation et migration, vers une réduction de la mobilité de population ?

### *Comportements migratoires et risques sanitaires dans la vallée du fleuve Sénégal*

Les déplacements de population sont potentiellement générateurs de risques sanitaires. Apport, ensemencement d'un site, diffusion

d'agents pathogènes par les déplacements de population sont un fait connu. Les barrières sanitaires, mesures coercitives mais souvent efficaces, constituaient un des recours pour lutter contre l'extension de la trypanosomiase à l'époque coloniale. Dans le cas de la vallée du fleuve Sénégal, l'importance des déplacements de population nous oblige à évaluer l'impact de la mise en place de périmètres irrigués sur des comportements potentiellement générateurs de risque sanitaire, l'exemple de Richard-Toll traité dans la suite de cet ouvrage posant concrètement le problème.

Ces migrations n'ont pas toutes la même origine (DELAUNAY, 1976). La mise en place d'un périmètre irrigué risque donc de ne pas avoir le même impact sur les différents types de comportement migratoire. En effet, les migrations conjoncturelles répondent le plus souvent à une nécessité ou une envie d'amélioration des conditions d'existence. Les migrations structurelles dépendent initialement d'un mode de vie traditionnel profondément enraciné et que l'on peut rattacher le plus souvent à l'appartenance ethnique ou au statut social.

Dans la vallée du fleuve Sénégal en général, autour du périmètre MO 6 bis en particulier, on peut distinguer deux grands types de migrations structurelles :

- les circuits de migration des Peuls qui pour les besoins de leurs troupeaux parcourent le Ferlo à la recherche de points d'eau et de pâturages selon des parcours connus mais ayant connu une importante évolution avec la baisse de la pluviométrie des trente dernières années. Même si les Peuls résidant autour de MO 6 bis sont majoritairement des agriculteurs, une partie de la famille se consacre aux troupeaux, un roulement pouvant être pratiqué entre les membres de la famille pratiquant l'élevage et ceux pratiquant l'agriculture. Dans une étude effectuée avant la mise en eau des grands barrages, PARENT (PARENT *et al.*, 1982) (BARRAL *et al.*, 1983) a montré que le mode de vie des Peuls en les conduisant de point d'eau en point d'eau aboutissait chez eux à des prévalences de bilharziose urinaire plus élevées que chez les agriculteurs toucouleurs ;
- les circuits de migration des Soubalbe qui durant la morte-saison agricole, pratiquent la pêche bien au delà du fleuve Sénégal. Le cas du village de Diomandou est typique de cette situation. Environ 10 % de la population partent en migration de pêche dont plus de 40 % vers des villages de Gambie ou de Casamance. Ces forts cou-

rants migratoires bénéficient de l'implantation forte et ancienne de villages toucouleurs en Casamance (CORMIER-SALEM, 1992), peuplement qui dans certains villages a pris un poids prépondérant. Ainsi les pêcheurs toucouleurs bénéficient de véritables réseaux au même titre que les pêcheurs waalo-waalo originaires de la basse vallée du fleuve Sénégal. A la suite des difficultés liées aux pressions foncières et à la sécheresse, ces circuits migratoires des pêcheurs de la vallée du fleuve Sénégal se sont amplifiés (CORMIER-SALEM, *loc. cit.*). Il semblerait donc que ces migrations structurelles servent de base à un phénomène de migration conjoncturel.

Cependant, les migrations conjoncturelles sont moins liées à l'appartenance à une caste qu'aux difficultés d'existence citées précédemment.

Elle s'exerce de manière très importante vers l'étranger et en particulier les pays d'Afrique centrale et la Côte d'Ivoire. L'attrait de la Côte d'Ivoire est lié à sa réputation de dynamisme économique. Cependant, les problèmes économiques et politiques de 1990 ont entraîné depuis la date du recensement le retour de certains migrants qui maintenant revendiquent leur part dans les terres aménagées en périmètre irrigué.

La Côte d'Ivoire étant un des pays d'Afrique de l'Ouest parmi les plus touchés par l'épidémie de SIDA, n'y a-t-il dans ces retours un facteur de risque auprès de la population résidant sur le fleuve? L'ampleur du phénomène migratoire vers la Côte d'Ivoire, qui est presque devenu un mode de vie (et donc pourrait s'apparenter à un phénomène de migration structurel), mais également d'une manière générale l'ensemble de ces migrations, représente un aspect extrêmement important à suivre du point de vue de l'apparition et de la diffusion des maladies dans la vallée du fleuve Sénégal. La mise en place d'un périmètre irrigué peut-elle fixer cette population? Va-t-elle entraîner des retours, la rupture de certains circuits migratoires?

### *Périmètres irrigués et migration*

La comparaison du fait migratoire entre les différents villages enquêtés a mis en évidence une forte disparité entre les villages anciennement et nouvellement aménagés.

Dans le Delta, deux villages bénéficiant de périmètres irrigués (autres que les Périmètres Irrigués Villageois, PIV) depuis les années 1970 ont été enquêtés. Mbarigo, à dominante Peul (90,6% de l'ensemble de la population), et Mbakhana dont la population se partage entre les ethnies Peul, Wolof, Maure, Sarakholés, Toucouleur et Bambara, comptent respectivement 2,5 et 4,8% d'émigrés. Parmi ceux-ci, il y a très peu de migrants vers l'étranger : Mbarigo n'a aucun émigré à l'étranger, et Mbakhana voit un de ses ressortissants vivre au Congo, un deuxième étant étudiant en France sur l'ensemble des 27 émigrés que compte le village.

Dans la moyenne vallée, les villages de Guédé Chantier et Guédé Village comptent 1,1 et 2,9% d'émigrés. Ces villages anciennement aménagés, qu'ils soient situés dans la moyenne vallée ou le Delta, connaissent un pourcentage relativement faible de migrants dont les destinations sont essentiellement nationales (les grandes villes du Sénégal, Dakar, Kaolack, St-Louis, etc.) pour les personnes exerçant une activité d'artisan, de fonctionnaire, ou de commerçant. Les petites villes du Sénégal sont souvent les lieux de résidence des militaires ou des commerçants. Guédé village ne compte que 6 émigrés à l'étranger sur les 40 recensés dans le village. Leur destination est la Côte d'Ivoire, le Gabon, le Congo et la Libye. Par contre Guédé Chantier, sur 29 émigrés recensés en voit partir neuf à l'étranger dont cinq dans les pays d'Afrique Centrale (Congo, Gabon, et Cameroun) pour des activités essentiellement orientées vers le commerce.

Par contre, les villages dépendant de la cuvette MO 6 bis récemment aménagée en moyen périmètre, comptent globalement 11,7% de leur population absente. Les villages de Dodel, Diomandou et Thialaga connaissent, au contraire des précédents une émigration importante à forte composante internationale. La Côte d'Ivoire représente 25,9% des destinations, dans le but d'exercer exclusivement des activités commerciales. La ville de Dakar reste une destination privilégiée (24 émigrants) de même que le Gabon (22), la Gambie (16). Cameroun, Congo, Casamance, France, Mauritanie, sont des destinations qui correspondent également à des mouvements réguliers.

Certains villages ont des directions privilégiées. Outre la Côte d'Ivoire, pour l'ensemble des villages, les destinations prioritaires des habitants de Dodel sont Dakar, le Gabon, et le Cameroun. Les émi-

grés ont alors comme activité principale le commerce pour les destinations internationales et la domesticité ou le commerce pour Dakar. Thialaga voit ses émigrants partir essentiellement pour Dakar, le Gabon, le Congo et la France. Les émigrés sont là aussi commerçants à l'étranger et gens de maison, artisans ou commerçants à Dakar. Par contre pour Diomandou, les destinations sont principalement orientées vers la Casamance et la Gambie afin d'y exercer la pêche.

Cependant, quel que soit le village, on s'exile en priorité pour exercer une activité de commerçant, ce terme pouvant recouvrir tout aussi bien une activité de marchand possédant une échoppe, que de marchand ambulant, ou de directeur de société d'import-export.

Ces mouvements reposent sur de véritables réseaux villageois. On va ainsi souvent retrouver ou prendre la suite de l'activité d'un parent ou d'un proche avant d'être à son tour « relevé » (BRÉDELOUP et ROBIN, 1992).

Faut-il pour autant établir une relation directe entre la présence et l'ancienneté d'aménagements de type grand ou moyen périmètre d'une part et l'importance de la migration d'autre part ? En d'autres termes, la présence d'un périmètre irrigué contribue-t-elle à fixer la population ?

Malgré l'importance de l'écart du fait migratoire entre villages anciennement et nouvellement aménagés il est difficile de conclure à une réduction de l'émigration grâce aux périmètres irrigués. En effet, la plupart des migrations, même celles qui ont une origine conjoncturelle sont désormais bien implantées avec des retombées financières suffisamment motivantes pour perpétuer les circuits. Les quelques retours observés depuis la mise en eau du périmètre MO 6 bis sont autant dus à la recession du mirage ivoirien qu'au pouvoir attractif des aménagements irrigués. L'étude des répercussions sanitaires de la mise en eau des grands barrages doit donc autant tenir compte de la mobilité spatiale de la population à l'échelle de l'ensemble des faits migratoires qui la touche que de l'évolution des éco et socio-systèmes aménagés.

## Conclusion

Étudier les répercussions des relations entre l'eau, le développement, la santé, implique de constants changements d'échelles de perception car les fondements épidémiologiques de certaines mala-

dies ne se trouvent pas nécessairement circonscrits dans les limites du foyer mais peut-être plutôt dans celui de l'espace vécu des sociétés et des individus.

Elle confirme la nécessité de conserver plusieurs échelles d'analyse et la possibilité de comparer différentes situations qui correspondent à des environnements spécifiques

Cependant, ces mouvements de populations, ces gestions différenciées de l'espace jouent-ils un rôle différent selon les pathologies? Par exemple, quelles échelles d'analyse seront les plus pertinentes dans l'étude du paludisme? Hiérarchiser ces échelles d'analyse constitue déjà une première étape dans la compréhension du problème eau-santé-développement.

L'exemple du périmètre MO 6 bis est ainsi édifiant non seulement selon une approche de type avant-après mise en eau, mais également dans une optique comparative par rapports aux autres environnements de la vallée du fleuve Sénégal.

## Bibliographie

BARRAL (H.) *et al.*, 1983 —  
*Systèmes de production d'élevage au Sénégal dans la région du Ferlo.*  
Doc. GERDAT - Orstom : 172 p.

BECKER (C.) ET MARTIN (V.), 1983 —  
*Les premiers recensements au Sénégal et l'évolution démographique.* Rapp. Orstom, Dakar, doc. Multigr. : 229 p.

BOUTILLIER (J-L), 1989 —  
Irrigation et problématique foncière.  
*Cahiers des Sciences Humaines*, 25 (4) : 469-488.

BRÉDELOUP (S.), ROBIN (N.), 1992 —  
Une nouvelle donne migratoire.  
*Hommes et migrations*, n° 1160 : 16-22

CORMIER-SALEM (M.C.), 1992 —  
*Gestion et évolution des espaces aquatiques : La Casamance.*  
Coll. Etudes et Thèses, Orstom, Paris : 583 p.

DELAUNAY (D.), 1976 —  
*Mode et typologie des migrations rurales. Enquête réalisée dans la région de Dagana.* Rap. Orstom, Dakar : 81 p.

*Etude de l'aménagement hydro-agricole de 3 000 ha dans la vallée du fleuve : région de Podor.*  
Documents GRER - SCET AGRI, SAED, Ministère du Développement rural, Rép. du Sénégal, 1986, Vol. 1 à 3.

- KANE (A.), 1987 —  
« Le bilan de l'eau sur le bassin versant du fleuve Sénégal » : 13-21.  
*In : Historiens et géographes du Sénégal*, 2<sup>e</sup> ed., Dakar,
- LAVIGNE-DELVILLE (P.), 1991 —  
Irrigation, émigration et sécurité alimentaire sur le fleuve Sénégal,  
*Cahier des Sciences humaines*, 27 (1-2) : 105-116
- LE BORGNE (J.), 1988 —  
*La pluviométrie au Sénégal et en Gambie*, Doc. du Département de Géographie, Univ. Cheik Anta Diop, Dakar : 94 p.
- LERICOLLAIS (A.), 1989 —  
« Risques anciens, risques nouveaux en agriculture paysanne dans la vallée du Sénégal » : 419-436.  
*In : Le risque en agriculture*. Coll. A travers champs, Orstom, Paris.
- MICHEL (P.), 1973 —  
*Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique*. Mémoire Orstom, Paris, n° 63 : 753 p.
- MINVIELLE (J.P.), 1985 —  
*Paysans migrants du Fouta Toro*. Coll. Travaux et documents, Orstom, Paris, 281 p.
- PARENT (G.) *et al.*, 1982 —  
*Enquête sur l'épidémiologie de la bilharziose urinaire et étude séro-épidémiologique du paludisme et des tréponématoses dans un système pastoral aménagé*. Rap. ORSTOM-ORANA, Dakar, Doc. Multigr. : 18 p.
- SANTOIR (C.), 1983 —  
*Raison pastorale et développement. (Les problèmes des Peuls sénégalais face aux aménagements)*. Ed. Orstom, Paris : 185 p.
- SANTOIR (C.), 1990 —  
Le conflit mauritano-sénégalais : la genèse. Le cas des Peuls de la haute-vallée du Sénégal.  
*Cahiers des Sciences humaines*, 26 (4) : 553-576.
- SANTOIR (C.), 1993 —  
D'une rive l'autre. Les Peuls mauritaniens réfugiés au Sénégal (départements de Dagana et de Podor). *Cahiers des Sciences humaines*, 29 (1) : 195-229.
- SCHMITZ (J.), 1986 —  
« Agriculture de décrue, unités territoriales et irrigation dans la vallée du Sénégal » : 65-77. *In : Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production dans la vallée du fleuve Sénégal*, Les Cahiers de la recherche et développement, n°12.
- SCHMITZ (J.), 1993 —  
Anthropologie des conflits fonciers hydropolitique du fleuve Sénégal (1975-1991). *Cahiers des Sciences Humaines*, 29 (4) : 591-624.
- SECK (S.M.), 1986.—  
« La maîtrise de l'eau et la restructuration sociale induite par l'organisation de la production irriguée dans le bassin du fleuve Sénégal » : 13-21. *In : Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production dans la vallée du fleuve Sénégal*, Les Cahiers de la recherche et développement, n°12.
- TALLA (I.) *et al.*, 1990 —  
Outbreak of intestinal Schistosomiasis in the Senegal River basin. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, 70 : 173 - 180.
- WATSON (J.-M.), 1969 —  
*Mise en valeur de la vallée du Sénégal. Aspects sanitaires*. Rapport de mission OMS, AFR/PHA/60, 75 p.

# Qualité de l'eau de consommation dans les périmètres irrigués de Diomandou et de Nianga

Influence de la source  
d'approvisionnement

**Lucie Robidoux**  
Chimiste

**Elodie Ghedin**  
Chimiste

**Pascal Handschumacher**  
Géographe de la santé

**Georges Hébrard**  
Entomologiste médical

**Jean-Pierre Schmit**  
Chimiste

Les deux études concernant la qualité de l'eau de consommation dans la vallée du fleuve Sénégal ont été présentées dans cet ouvrage sous la forme de deux articles séparés. Le premier traite essentiellement de l'effet de l'aménagement de sources d'approvisionnement sur la qualité de l'eau provenant de puits traditionnels et de puits modernes dans deux zones villageoises de la moyenne vallée du fleuve. Le deuxième considère l'effet, sur la qualité de l'eau, de sa manipulation par l'utilisateur, lors de l'intervalle entre le puisage et la consommation, à Richard-Toll. Cet aspect sera présenté plus loin (p.169).

Cette recherche a permis la soutenance d'un mémoire de maîtrise, présenté à l'université du Québec à Montréal (GHEDIN, 1993), et a déjà fait l'objet d'un premier article (GHEDIN *et al.*, 1993).

## Introduction

L'approvisionnement en eau potable est un problème majeur dans les pays en développement. La pollution par les déchets, les eaux usées, et les excréments humains ou animaux représente une menace constante pour la qualité de l'eau de consommation (OMS, 1986 b). Là où l'eau est consommée sans être traitée, le potentiel de transmission de maladies hydriques est élevé. Les maladies diarrhéiques sont une cause majeure de morbidité et de mortalité dans les pays en développement; l'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime qu'elles sont responsables de près de cinq millions de morts par année chez les enfants de moins de cinq ans (BRISCOE *et al.*, 1986; CHANDLER, 1984).

Habituellement, on suppose que l'amélioration de la qualité de la ressource en eau amène une baisse de morbidité et de mortalité. On a estimé que l'apport d'eau propre à la consommation éliminerait la moitié des cas de diarrhée (CHANDLER, 1984). Cependant, les efforts pour évaluer l'impact sur la santé d'une amélioration de la ressource en eau ont eu plus ou moins de succès, comme plusieurs auteurs l'ont démontré (BLUM et FEACHEM, 1983; ESREY *et al.*, 1985; ESREY et HABICHT, 1986; SAUNDERS et WARFORD, 1976).

S'il semble évident que la qualité de l'eau dépend du point d'approvisionnement, il reste qu'elle peut aussi être influencée par l'utilisateur. En effet, habituellement, l'utilisateur gère lui-même son point d'eau, et sa réserve quotidienne d'eau, ce qui entraîne la possibilité d'en affecter la qualité, et ce de façon positive ou négative.

Pour comprendre la relation entre la santé et l'eau de consommation, il est donc nécessaire de considérer toutes les étapes qui se succèdent dans l'approvisionnement en eau.

C'est seulement prise dans son ensemble que cette recherche, que nous avons analysée sous forme de deux articles séparés, permettra de répondre à la question suivante : est-ce que les conditions de base sont respectées, sachant que l'eau de consommation ne devrait pas être saline, qu'elle devrait être peu turbide, que l'on ne devrait pas y retrouver d'organismes pathogènes, ni d'éléments pouvant avoir, de façon ponctuelle ou à long terme, un effet néfaste sur la santé ou d'éléments conférant une odeur ou un goût désagréable.

L'étude que nous avons entreprise ne s'adresse qu'au problème de la qualité de l'eau, mais elle met aussi en relief l'interdépendance entre cette qualité, l'approvisionnement en eau et les conditions sanitaires, en démontrant que tous ces facteurs ont un rôle à jouer dans la relation entre l'eau et la santé.

Le problème de contamination de l'eau de consommation peut être abordé à plusieurs niveaux. Cette recherche traite essentiellement de la contamination de l'eau à la source d'approvisionnement, c'est-à-dire au niveau des puits qui approvisionnent les villages étudiés. On y traite de l'effet de l'aménagement des sources d'approvisionnement sur la qualité de l'eau de consommation, en comparant des sources aménagées à des sources non-aménagées. Quelques données physico-chimiques et bactériologiques élémentaires décrivant la qualité de l'eau consommée par les populations des villages de deux périmètres irrigués ont été rassemblées, et l'impact de la gestion de la source d'eau par le consommateur sur la qualité de cette dernière a été évalué.

## ■ Zone d'étude et méthodes d'échantillonnage

### *Description des puits étudiés*

Trois types de puits ont été identifiés : le puits traditionnel, le puits moderne et le forage. Le puits traditionnel est, sous sa forme la plus simple, un trou creusé à la main dans le sol. Généralement, une margelle en terre séchée protège le trou. Le revêtement intérieur est naturel, donc non bétonné. L'accès au puits est sablonné et le puits n'est pas recouvert. Ce que l'on appelle puits moderne ressemble au puits traditionnel — il est donc souvent creusé à la main — mais le revêtement intérieur et la margelle sont bétonnés. De plus, l'accès au puits est bétonné ou pavé. Dans les deux cas l'eau est puisée à l'aide de seaux ou de sacs accrochés à des cordes. Le forage est un puits foré mécaniquement, bétonné, scellé et équipé d'une pompe pour puiser l'eau. Les pompes des forages ne fonctionnant plus lors de l'étude, ceux-ci étaient ouverts afin de per-

mettre aux utilisateurs d'y plonger des seaux à l'aide de cordes. Dans tous les cas, l'eau puisée, transférée dans des bassines en plastique est transportée par les femmes jusqu'au foyer. L'eau est généralement conservée à domicile dans des jarres en terre cuite appelées « canaris ».

Dans notre étude, les trois types de puits ont été regroupés en deux catégories : les puits traditionnels et les puits modernes, incluant les forages. Le regroupement des puits modernes et des forages en une seule catégorie (les deux types de puits sont creusés à des profondeurs comparables) se fait donc sur la base du recouvrement intérieur, de la margelle et de l'accès qui sont bétonnés. L'accès est un facteur pouvant avoir un effet important sur la qualité de l'eau car les cordes et les seaux qui étaient au sol peuvent contaminer l'eau du puits lors du puisage. Un accès en béton est normalement plus facile à entretenir et à nettoyer qu'un accès en sable.

### *Sites étudiés*

Deux périmètres, Nianga et Diomandou, regroupant des villages et des zones agricoles ont été choisis pour cette étude. Ces sites sont localisés dans le département de Podor. Les sources en approvisionnement d'eau potable de quatre villages situés à l'intérieur de ces périmètres ont été analysées.

Le périmètre MO6bis, aussi appelé périmètre de Diomandou, est de grandeur intermédiaire. Mis en service en 1989, il est géré par trois villages toucouleurs (Diomandou, Thialaga et Dodel) et deux communautés agro-pastorales peuls que l'étude ne couvre pas.

Le quatrième village, également peuplé de Toucouleurs, est appelé Guia et ses terres irriguées se situent à l'intérieur du large périmètre agricole de Nianga, dont la mise en exploitation, plus ancienne date de 1975.

### *Échantillonnage*

Les analyses ont été effectuées en 1991-1992, à trois périodes de l'année : en octobre 1991, à la fin de la saison des pluies, en février 1992, au milieu de la saison sèche et en mai de la même année, à la fin de la saison sèche.

À Guia, les échantillons d'eau proviennent de trois puits traditionnels et un moderne tandis qu'à Diomandou l'eau analysée provient de quatre puits traditionnels, deux forages et un puits moderne. Un échantillon a aussi été prélevé dans le marigot à proximité de Diomandou à un point d'eau où certains villageois s'approvisionnent régulièrement.

L'eau entreposée dans les canaris a aussi été analysée. Un canari correspondant à chaque source d'eau a été échantillonné afin de déterminer l'effet d'entreposage sur la qualité de l'eau.

## Matériel et méthodes

### *Analyses physico-chimiques*

La température, le pH, l'oxygène dissous, la conductivité et la concentration d'ammonium ont été mesurés immédiatement au site d'échantillonnage. Les concentrations de nitrate et de chlorure ont été mesurées au plus tard 10 heures après l'échantillonnage. Un pH-mètre Hanna (modèle HI 8424) a été utilisé pour mesurer la température et le pH; le même instrument, muni d'électrodes à ions spécifiques a été utilisé pour mesurer les concentrations d'ammonium (modèle Orion 95-12), de nitrate (modèle Orion 93-07 avec référence modèle 90-02) et de chlorure (modèle Orion 94-17B avec référence modèle 90-02). L'oxygène dissous a été mesuré avec un oxymètre Hanna (modèle HI 8543), et la conductivité avec un conductimètre Hanna (modèle HI 8733).

### *Analyses bactériologiques*

La qualité bactériologique de l'eau a été évaluée par dénombrement d'unité génératrice de colonies (UGC) de coliformes fécaux (CF) et de streptocoques fécaux (SF). Les tests ont été faits par la méthode de la membrane filtrante, décrite dans *Standard Methods* (APHA, 1989).

Le volume requis (soit 100 ml, 10 ml ou 1 ml) de chacun des échantillons d'eau a été filtré à chacun des sites, à l'aide d'une rampe de filtration triple Millipore. Les membranes filtrantes ont été mises en incubation sur milieu standard (bouillon *M-FC* à 44,5 °C pendant 24 heures pour les CF; gélose *KF* à 35 °C pendant 48 heures pour les SF) dans un incubateur millipore MF.

Pour chacun des échantillons, 500 ml d'eau ont été prélevés dans un flacon de polypropylène, et conservé à 4 °C, jusqu'à analyse.

## ■ Résultats et analyses

Les résultats des tests physico-chimiques et bactériologiques effectués aux sites étudiés sont présentés dans les tableaux I et II. L'interprétation de ces résultats se base sur les normes suggérées par l'OMS (1986 a, 1986 b) et les normes européennes (Lyonnaise des eaux, 1989).

### *Physico-chimie*

Selon les normes européennes, la conductivité d'une eau de consommation ne doit pas dépasser 400  $\mu$ Siemens par cm. Au-dessus de ce niveau-guide, les ions dominants confèrent un goût à l'eau et affectent de façon générale sa qualité. La conductivité mesurée dans le puits moderne et un des puits traditionnels à Guia (MG et TG1) dépasse de loin la valeur maximale recommandée (tel qu'indiqué dans la fig. 1A). L'ion dominant est fort probablement le chlorure (fig. 1B) qui dans ces mêmes puits excède les normes : selon l'OMS, 250 mg de  $\text{Cl}^-$  par litre serait la limite acceptable (LA) mais il serait quand même préférable que le niveau ne dépasse pas la limite souhaitable (LS) de 25 mg par litre.

Il est surprenant de constater par ces résultats que les quatre puits de Guia ne s'approvisionnent pas dans la même source souterraine. Il apparaît que la région comprend un système de failles et de rivières souterraines plutôt que de nappes.

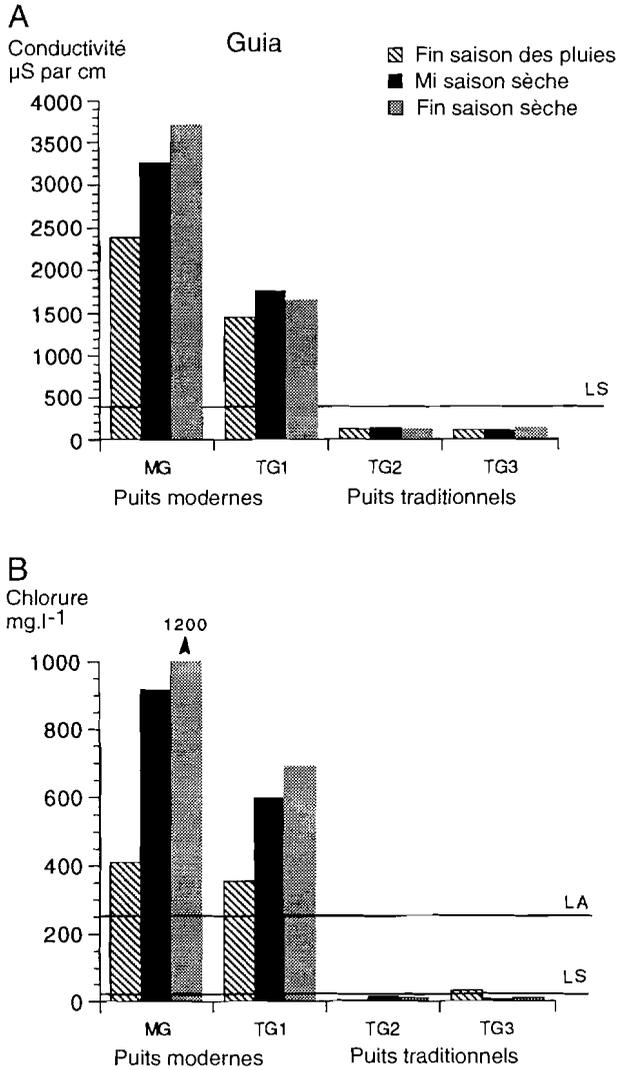
Tableau I  
Physico-chimie des points d'eau de Diomandou et de Guia.

	DIOMANDOU						GUIA					
	FD1	FD2	MD	TD1	TD2	TD3	TD4	Mar	MG	TG1	TG2	TG3
	Température en °C											
A	N.D.	31,8	29,9	N.D.	32,2	31,0	31,8	27,8	30,7	30,7	30,2	30,5
B	31,0	31,4	N.D.	32,1	32,0	30,9	31,6	26,1	30,3	29,6	29,7	29,4
C	32,2	32,4	30,6	32,4	31,9	32,1	32,1	27,7	31,1	31,3	31,4	31,5
	pH											
A	N.D.	6,5	7,4	N.D.	6,1	6,4	6,8	6,8	6,5	7,0	6,6	6,7
B	6,5	6,9	N.D.	6,5	6,3	7,0	7,3	7,7	6,9	7,2	7,2	7,1
C	6,7	6,9	8,1	6,4	6,4	6,9	7,1	8,0	7,2	7,4	7,2	7,1
	Conductivité en $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$											
A	N.D.	423	342	N.D.	198	268	602	54	2 390	1462	128	117
B	258	444	N.D.	326	195	298	636	65	3 260	1760	138	107
C	267	430	370	280	159	286	636	58	3 700	1655	120	130
	Chlorure $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$											
A	N.D.	22	4	N.D.	7	4	21	4	412	355	6	33
B	14	39	N.D.	31	11	8	31	9	916	597	15	8
C	23	48	10	45	18	11	41	8	1201	689	11	11
	Nitrate $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$											
A	N.D.	75,0	7,8	N.D.	8,7	11,2	161,4	1,6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
B	4,6	44,0	N.D.	55,0	5,5	7,5	85,0	0,6	90,0	9,5	0,9	0,6
C	6,8	41,0	7,4	63,2	8,2	9,5	82,9	1,8	80,8	18,0	2,2	2,3
	Ammonium $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$											
A	N.D.	< 0,01	< 0,01	N.D.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
B	< 0,01	< 0,01	N.D.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	14,23	0,05	0,50
C	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

(FD : Forage Diomandou; MD : Puits moderne Diomandou; TD : Puits traditionnel Diomandou; MG : Puits moderne Guia; TG : Puits traditionnel Guia; Mar : Marigot; A : Octobre 1991, fin de la saison des pluies; B : Février 1992, milieu de la saison sèche; C : Mai 1992, fin de la saison sèche; N.D. : Non disponible).

Bien que l'échantillonnage ponctuel effectué ne permette pas d'analyser l'évolution de la qualité de l'eau au cours d'une année, les mesures de chlorure suggèrent un effet de dilution. La saison des pluies s'étend de juin à octobre; pendant cette saison, le niveau du fleuve monte et atteint son maximum au cours du mois d'octobre, dans la région de Podor. La source d'eau salée dans laquelle les puits MG et TG1 s'approvisionnent est diluée en octobre tandis qu'au cours de la saison sèche un effet de concentration apparaît.

**Figure 1**  
 A) Conductivité.  
 B) Concentrations d'ions de chlorures mesurées à Guia dans les puits modernes et traditionnels. (LA : limite acceptable ; LS : limite souhaitable).



Les recommandations relatives à la concentration de chlorure dans une eau de consommation sont plutôt une question de goût que de salubrité. En ce qui concerne le nitrate, l'OMS situe la limite supérieure acceptable pour la consommation de ce composé à 44 mg de  $\text{NO}_3$  par litre, tandis que les normes européennes la situe à 50 mg

par litre. Une concentration trop élevée de nitrate dans l'eau consommée peut en effet affecter l'oxygénation du sang et constituer un danger pour la santé, particulièrement chez les nouveau-nés et les femmes enceintes (Anonyme, 1986).

Le puits moderne de Guia (MG), le forage 2 (FD2) et les puits traditionnels 1 et 4 (TD1 et TD4) de Diomandou présentent une concentration élevée en nitrate. Celle-ci, comparable pour les trois périodes de l'année retenues, indique que ces puits ont tendance à être contaminés de façon permanente.

La pollution par les matières fécales constitue une source majeure de nitrate dans l'eau. Cependant, selon une étude effectuée dans le Sahel rural par GUILLEMIN *et al.* (1986), le contenu en nitrate des nappes souterraines n'est pas un indicateur suffisant d'une pollution fécale. Lors d'une étude effectuée au Botswana par une autre équipe (BRYNOLF, 1983), les analyses bactériologiques et physico-chimiques ont révélé que l'eau des sources les plus contaminées par les bactéries ne contenait que peu de nitrate. Les tests visant à mesurer le nitrate ne constituent donc que des mesures complémentaires aux tests bactériologiques.

## *Bactériologie*

Selon les normes de l'OMS, pour qu'une eau soit propre à la consommation, on ne doit y retrouver ni coliforme fécal ni streptocoque dans un échantillon de 100 ml. Bien que ces recommandations se basent sur une question de risque pour la santé, elles sont trop strictes lorsque l'accès à une eau de qualité est limité. Ce niveau de « propreté » ne peut être atteint sans système d'égoût et/ou de traitement d'eau..

Afin d'interpréter les résultats, les valeurs obtenues ont été divisées en trois catégories correspondant à une qualité relative de l'eau. Entre 0 et 100 UGC par 100 ml, l'eau est considérée comme étant de qualité acceptable (selon FEACHEM, 1980, 1984). Au-dessus de 100 UGC, l'eau est très contaminée et considérée comme impropre à la consommation. Une eau contenant plus de 1 000 UGC par 100 ml peut être considérée comme extrêmement contaminée et comportant un sérieux risque pour la santé.

Deux comparaisons sont effectuées : la première concerne les puits modernes et les puits traditionnels; la deuxième concerne l'eau puisée et l'eau entreposée dans les canaris. Les tests physico-chimiques permettent de déterminer si l'eau du canari provient du point d'eau indiqué. Dans deux cas (TG1 en février 1992 et MG en mai 1992), les résultats des analyses de conductivité et de concentration de chlorure révèlent que l'eau des canaris provenait du marigot et non des points d'eau indiqués.

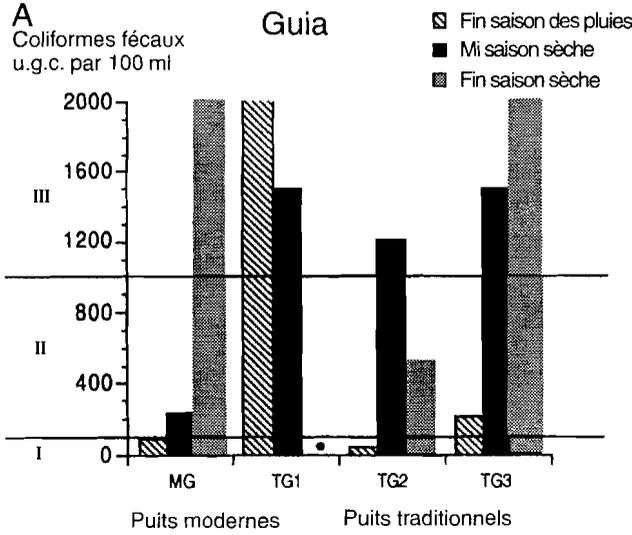
La plus forte concentration d'organismes indicateurs dans les puits se retrouve à Guia au puits traditionnel 1 (TG1) et à Diomandou au puits traditionnel 4 (TD4) où les niveaux de coliformes fécaux en octobre 1991 atteignent 5 000 organismes par 100 ml (tabl. II). Les figures 2 et 3 permettent de visualiser la contamination en fonction des catégories de qualité proposées.

Tableau II

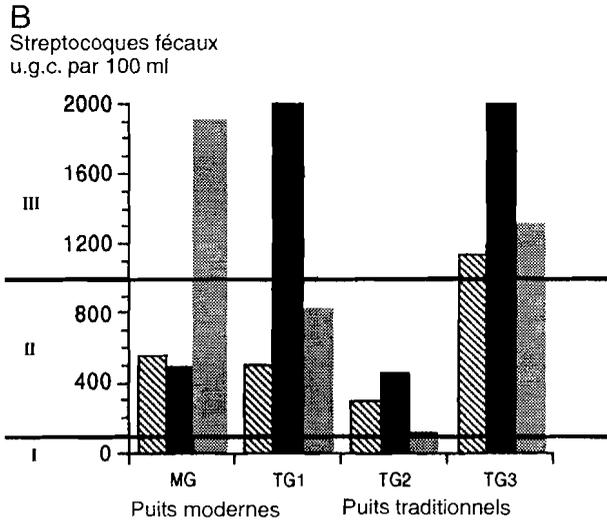
Qualité bactériologique de l'eau à sa source et entreposée, à Diamandou et à Guia.

Prélèvements	Coliformes fécaux			Streptocoques fécaux		
	UGC par 100 ml					
	A	B	C	A	B	C
<b>DIOMANDOU</b>						
FD1	N.D.	40	1 440	N.D.	140	640
Canari-fd1	N.D.	160	40	N.D.	220	265
FD2	N.D.	1 500	340	100	520	15
Canari-fd2	N.D.	235	N.D.	350	200	90
MD	2	N.D.	80	1 430	N.D.	2 790
Canari-md	0	N.D.	0	110	N.D.	120
TD1	N.D.	1 510	270	N.D.	1 060	75
Canari-td1	N.D.	680	170	N.D.	120	120
TD2	6	1 820	770	400	N.D.	145
Canari-td2	4	190	910	114	140	20
TD3	109	3 500	210	N.D.	1 430	245
Canari-td3	7	2 880	500	110	1 380	180
TD4	5 000	1 500	590	1 250	730	1 150
Canari-td4	5 000	N.D.	300	560	1 100	1 350
Marigot	124	590	70	160	400	20
Canari-mar	132	150	80	132	200	25
<b>GUIA</b>						
MG	90	230	3 000	550	490	1 900
Canari-mg	230	1 500	1 000	70	1 220	755
TG1	5 000	1 500	N.D.	500	2 080	820
Canari-tg1	5 000	N.D.	790	490	880	120
TG2	45	1 210	520	290	450	110
Canari-tg2	3	N.D.	720	75	1 770	1 800
TG3	209	1 500	2 600	1 140	3 390	1 300
Canari-tg3	213	930	1 800	800	2 930	700

(FD : Forage Diomandou; MD : Puits moderne Diomandou; TD : Puits traditionnel Diomandou; MG : Puits moderne Guia; TG : Puits traditionnel Guia; Mar : Marigot; A : Octobre 1991, fin de la saison des pluies; B : Février 1992, milieu de la saison sèche; C : Mai 1992, fin de la saison sèche; N.D. : Non disponible).



■ Figure 2  
 A) Coliformes fécaux.  
 B) Streptocoques fécaux mesurés dans les sources d'approvisionnement en eau de Guia.



u.g.c. : unité génératrice de colonies  
 I : 0-100 ugc par 100 ml = acceptable  
 II : 101-1000 ugc par 100 ml = très contaminée  
 III : > 1000 ugc par 100 ml = sérieux risque pour la santé  
 Les points indiquent les résultats manquants

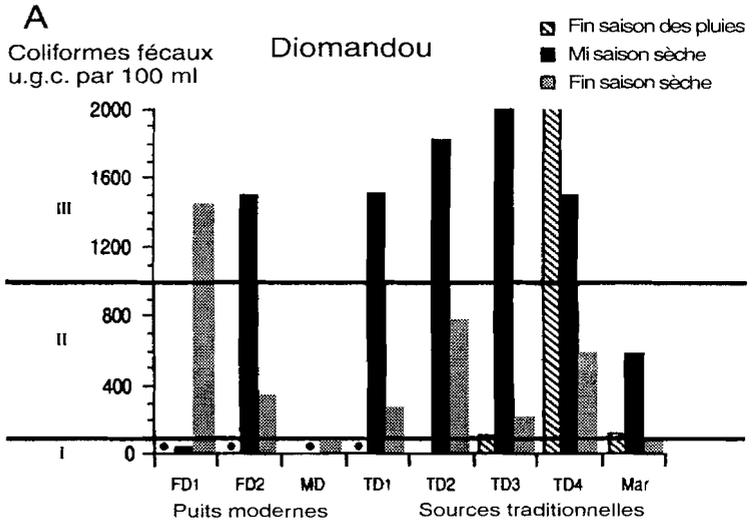
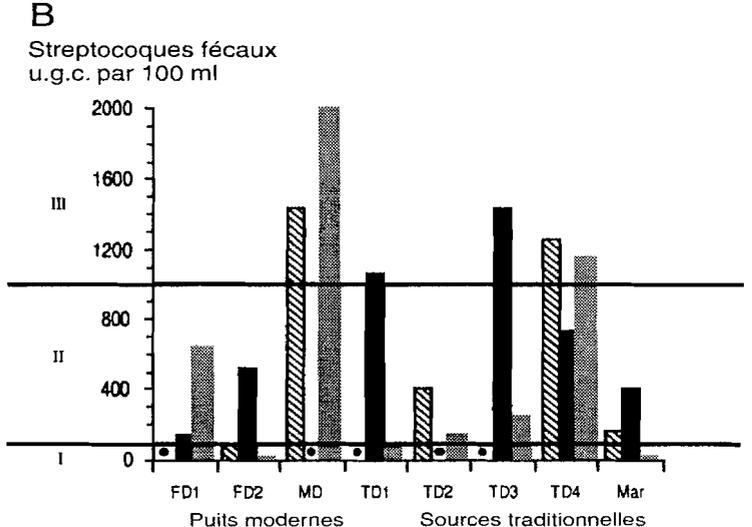


Figure 3

A) Coliformes fécaux.  
 B) Streptocoques fécaux  
 mesurés dans  
 les sources  
 d'approvisionnement  
 en eau de Diomandou.



u.g.c. : unité génératrice de colonies  
 I : 0-100 ugc par 100 ml = acceptable  
 II : 101-1000 ugc par 100 ml = très contaminée  
 III : > 1000 ugc par 100 ml = sérieux risque pour la santé  
 Les points indiquent les résultats manquants

Selon les figures 2 et 3, une tendance démontrant une différence entre les puits traditionnels et modernes n'apparaît pas. La seule exception est le puits moderne de Diomandou. Ce puits appartient au dispensaire de Dodel et son entretien et celui de ses alentours est fait par un responsable désigné. Très peu de coliformes étaient présents dans ce puits. Cependant, les streptocoques apparaissaient en grande concentration, encore plus élevée que pour le puits public testé dans le même village (TD4). Au dispensaire, les latrines sont situées à proximité du puits. Il pourrât y avoir contamination de la faille souterraine qui approvisionne le puits. Cependant, ceci n'explique pas pourquoi les streptocoques se retrouvent en plus grande concentration que les coliformes. Une hypothèse à vérifier, serait qu'un produit chimique déversé dans la fosse des latrines affecterait de façon sélective les coliformes. Ceci reste à vérifier.

En fait, l'analyse de l'eau des canaris ne donne qu'une idée peu précise du rôle du stockage de l'eau sur sa qualité à la consommation. La troisième partie de ce document traite de cet aspect grâce aux analyses effectuées après que l'eau ait été versée dans les canaris.

Les variations entre le nombre de coliformes observés au puits et dans le canari peuvent être interprétées de la façon suivante : une augmentation indiquerait une contamination lors du transport ou de l'entreposage; une diminution pourrait être représentative d'une mortalité naturelle des organismes après excrétion. Au dispensaire de Dodel, l'eau entreposée est presque totalement exempte de coliformes bien qu'à sa source il y ait une certaine contamination. En questionnant les gens, nous avons appris que l'eau était traitée avec un désinfectant. L'analyse de chlorure révèle que l'eau de javel ( $\text{NaClO}$ ) n'est pas le produit employé.

De manière générale, l'eau du marigot semblait être de qualité supérieure à celle de la plupart des puits. Il y a probablement un effet de dilution et de circulation que l'on ne retrouve pas pour les sources souterraines.

## Discussion

Cette étude regroupe des analyses très ponctuelles effectuées à des périodes précises de l'année. Ce mode d'échantillonnage ne permet pas de généraliser les résultats. Cependant, ceux-ci n'en demeurent pas moins représentatifs d'une réalité : à savoir que la plupart des sources étudiées sont trop facilement contaminées.

Cette contamination peut se faire à plusieurs niveaux : a) au niveau du puisage, par le seau et les cordes trainant par terre; b) au niveau du transport, par le contenant ou la bassine; c) lors de l'entreposage, par la tasse servant à puiser l'eau dans le canari, et par la main tenant la tasse. L'étape à laquelle l'eau est contaminée déterminera aussi la propagation de l'infection : si la contamination se produit après la collecte de l'eau, une transmission intrafamiliale sera favorisée, tandis qu'une contamination à la source affectera la communauté de façon générale.

Les animaux que l'on retrouve autour de la source d'eau affectent aussi sa qualité et représentent une source importante de pollution. Lors de la collecte des échantillons, plusieurs animaux ont été observés aux alentours des sites de prélèvement (poules, chiens, chèvres, ânes), ce qui représente un potentiel de contamination assez important.

## Conclusion

Lorsque l'OMS a désigné la période 1980-1990 comme la « Décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement », l'objectif était d'améliorer la santé des populations. Dans cette optique, les efforts devaient porter sur l'accessibilité à une source d'approvisionnement en eau de qualité, à proximité du lieu de résidence, et à des installations sanitaires adéquates, deux éléments de base en médecine préventive et en santé publique (FEACHEM, 1984). En 1987, 42 % de la population totale du Sénégal avait accès à une

eau de consommation de qualité et à des installations sanitaires adéquates, contre 37% en 1976. Le fossé entre les populations rurales et urbaines reste important puisque l'on parle, dans le cas des installations sanitaires, de 27% de couverture chez les ruraux et de 69% chez les urbains (OLOKESUSI, 1990).

L'incidence de nombreuses maladies liées à l'eau dépend du climat et de la végétation, de la géographie, des pratiques culturelles, de l'hygiène des populations, des installations sanitaires, de la quantité et de la qualité de l'eau utilisée et du mode d'évacuation des déchets (SAUNDERS et WARFORD, 1976). L'approvisionnement en eau de boisson de qualité n'est qu'une des premières étapes vers l'accroissement du niveau de santé des populations; c'est une étape nécessaire mais clairement insuffisante.

Ainsi, un des éléments-clé du succès d'un programme visant à améliorer l'accès à une eau de qualité est la gestion du site exploité. Il ne suffit pas d'aménager une margelle en ciment et d'installer des pompes. Des actions très simples et peu coûteuses peuvent concourir à une nette amélioration : restreindre l'accès au puits en le clôturant, fermer le puits après chaque usage, laisser la corde et le seau dans le puits et utiliser un système de poulies pour empêcher la corde de toucher le sol, par exemple.

## Bibliographie

BLUM (D.), FEACHEM (R. G.), 1983 — Measuring the impact of water supply and sanitation investments on diarrhoeal diseases : problems of methodology. *International Journal of Epidemiology*, 12 : 357-365.

BRISCOE (J.), FEACHEM (R. G.), RAHAMAN (M. M.), 1986 — *Evaluating health impact : water supply, sanitation, and hygiene education*. Doc. CRDI Ottawa, Canada,

BRYNOLF (L. V.), 1983 — « Pollution de l'eau et hygiène au Botswana ». In : *Les problèmes d'assainissement dans les pays en voie de développement : compte rendu du colloque sur la formation tenu à Lobatsi (Botswana) du 14 au 20 août 1980*, Doc. CRDI Ottawa, Canada : 67-70.

CHANDLER (W. U.), 1984 — *Improving world health: a least cost strategy*. Worlwatch paper 59, Washington, D.C.

- ESREY (S. A.), FEACHEM (R. G.), HUGUES (J. M.), 1985 — Interventions for the control of diarrhoeal diseases among young children : improving water supplies and excreta disposal facilities. *Bull. WHO*, 63 : 757-772.
- ESREY (S. A.), HABICHT (J.-P.), 1986 — Epidemiologic evidence for health benefits from improved water and sanitation in developing countries. *Epidemiologic reviews*, 8 : 117-128.
- FEACHEM (R. G.), 1984 — « Infections Related to Water and Excreta : The Health Dimension of the Decade ». In : *Water and Sanitation : Economic and Sociological Perspectives*, Washington, D.C., P.G. Bourne, Academic Press : 21-47.
- GHEDIN (E.), 1993 — *Qualité de l'eau de consommation dans deux périmètres sahéliens au Sénégal*. Mémoire de maîtrise, univ. du Québec à Montréal, 51 p.
- GHEDIN (E.), ROBIDOUX (L.), HANDSCHUMACHER (P.), HÉBRARD (G.), SCHMIT (J.-P.), 1993 — Quality of Drinking Water Sources in Two Sub-desert Sahelian Areas in North-Western Senegal. *International Journal of Environmental Studies*, 44 : 113-130.
- GUILLEMIN (F.), HENRY (P.), MONJOUR (L.), 1986 — Nitrate Content of Ground Water is not a Valid Indicator of Faecal Pollution in Rural Sahel Regions. *Acta Tropica*, 43 : 185-186.
- L'eau : eaux potables, usées, en bouteilles, baignade, pêche, etc.* 1986 — Paris, Syros.
- LYONNAISE DES EAUX, 1989 — *Memento technique de l'eau*. Tome 1, Paris, Degrémont.
- OLOKESUSI (F.), 1990 — An Assessment of the Water-Supply Situation in ECOWAS Countries and the Policy Implications. *J. Water SRT - Aqua.*, 39 : 152-160.
- OMS, 1986 a — *Directives de qualité pour l'eau de boisson*. Vol. 1, Recommandations, Genève.
- OMS, 1986 b — *Directives de qualité pour l'eau de boisson*. Vol. 2, Critères d'hygiène et documentation à l'appui, Genève.
- SAUNDERS (R. J.), WARFORD (J. J.), 1976 — *L'alimentation en eau de communautés rurales : Économie et politique générale dans le monde en développement*. Paris, Banque mondiale.

# Aménagements hydro-agricoles et paludisme

Le périmètre irrigué de Diomandou

**Ousmane Faye**  
Entomologiste médical

**Oumar Gaye**  
Parasitologue

**Didier Fontenille**  
Entomologiste médical

**Georges Hébrard**  
Entomologiste médical

**Lassana Konaté**  
Entomologiste médical

**Jean-François Molez**  
Entomologiste médical

**Jean-Pierre Hervé**  
Entomologiste médical

**Moussa Diagne**  
Entomologiste médical

**Ngayo Sy**  
Entomologiste médical

**Samba Diallo**  
Parasitologue

**Jean Mouchet**  
Entomologiste médical

## Introduction

La construction et la mise en service des barrages sur le fleuve Sénégal a permis l'extension des aménagements hydro-agricoles et principalement des périmètres rizicoles irrigués dans toute la vallée. Les modifications du milieu qui résultent de l'exploitation de ces aménagements peuvent favoriser l'apparition ou la recrudescence de maladies dont la transmission est liée à l'eau.

La répercussion de ces modifications écologiques liées à la riziculture irriguée sur le paludisme a été étudiée dans la vallée du fleuve Sénégal dans le cadre du Grand Programme Orstom « Eau et Santé dans les contextes de développement » dont les travaux ont débuté en 1989 (HERVÉ *et al.*, voir p. 33). L'évaluation des

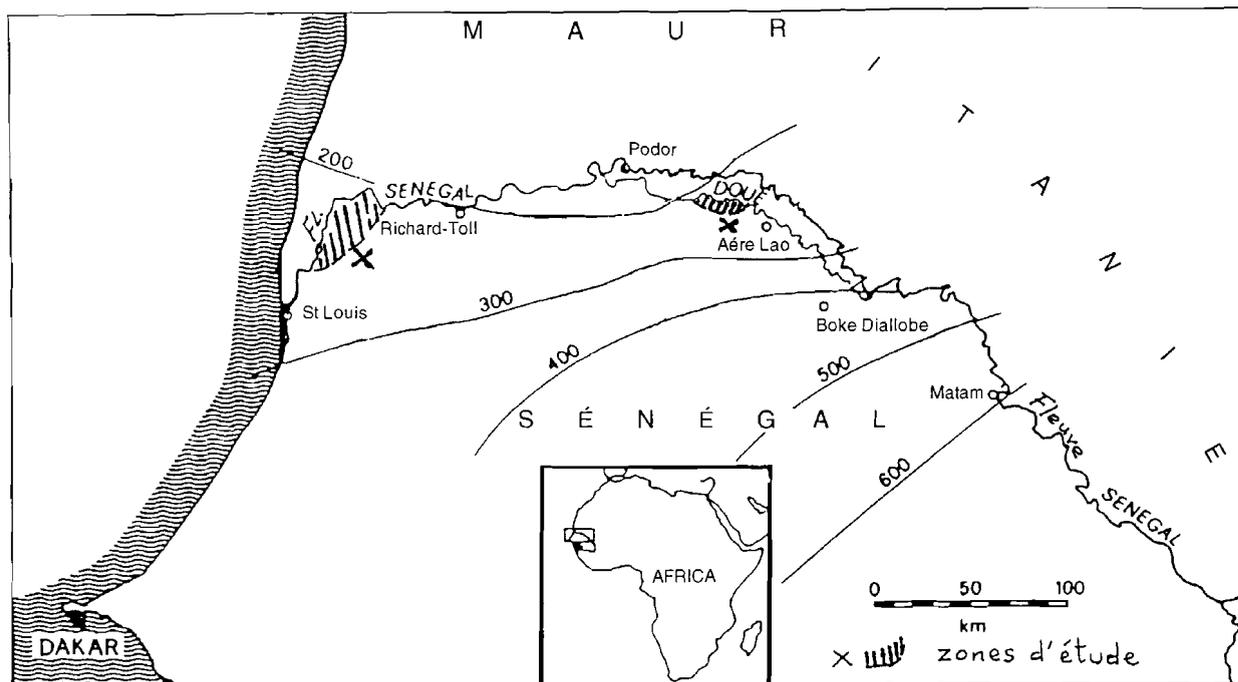


Figure 1  
 La vallée du fleuve Sénégal.  
 Les zones d'étude (delta et moyenne vallée)  
 ont été hachurées.

conséquences épidémiologiques des modifications introduites par les aménagements hydro-agricoles sur la transmission et l'incidence du paludisme a été faite dans la moyenne vallée et dans le delta du fleuve Sénégal. Nous rapportons ici, les résultats obtenus dans la moyenne vallée de juin 1990 à novembre 1992 et en août/septembre 1994.

## ■ Présentation de la zone d'étude

La grande vallée alluviale du Sénégal s'étend sur 430 km de Bakel à Richard-Toll; sa largeur varie de 10 à 25 km; elle s'élargit ensuite considérablement dans la région du delta qui couvre la zone située en aval de Richard Toll. En aval de Matam, le fleuve se divise en deux branches, le Doué à gauche et le cours principal à droite, formant l'île à Morphile, d'une largeur moyenne de 20 km sur une longueur de 275 km (fig. 1).

La vallée occupe les marges septentrionales du sahel sénégalais. Le climat est caractérisé par la grande sécheresse de ces 20 dernières années où la pluviométrie moyenne annuelle est inférieure à 350 mm. Au niveau des stations de Ndioum et de Aere-Lao, les plus proches de la zone d'étude, les précipitations enregistrées de juin à novembre s'élèvent respectivement à 350,5 et 388,8 mm en 1989, 158,7 et 213,3 mm en 1990, 95,4 et 58,7 mm en 1991.

A la station de Podor, 157,7 mm ont été enregistrés en 1992, 283,3 mm en 1993 et 152,5 mm en 1994. Les températures moyennes mensuelles dépassent en général 30 °C, décembre, janvier et février sont les mois les plus froids (21 à 25 °C) mais l'emprise continentale présente un gradient ouest-est. La géomorphologie de la vallée est marquée par un système de levées qui sont d'anciens bourrelets de berge, cloisonnant le lit majeur du fleuve en une multitude de cuvettes de dimensions variables. Le couvert végétal en général maigre ou peu dense est fonction du type de sol, de l'eau disponible

et du relief. La végétation de la zone d'inondation ou « Walo » est plus riche que celle qui couvre les anciennes dunes rouges de la bordure qui correspond au « Dieri ».

L'étude s'est déroulée dans deux villages situés en amont de Podor, Diomandou et Toulde Galle. Le village de Diomandou riverain du Doué est situé sur un bourrelet de berge et possède un périmètre irrigué dont la mise en eau a eu lieu en juillet 1989. Il est subdivisé en deux hameaux : Diomandou Walo, au bord de la rizière et Diomandou Dieri situé à 500 m de la rizière. Le second village, Toulde Galle, de cultures pluviales traditionnelles, est situé à 5 km de la rizière et à environ 1 km du Doué. La population de la zone est en majorité de l'éthnie Toucouleur, pratiquant la pêche et l'agriculture. Les habitants passent en général la nuit à l'extérieur (cour, véranda) où ils dorment sous des moustiquaires relativement bien entretenues. L'élevage est de type traditionnel, le bétail (bovins, ovins et caprins) est parqué la nuit dans des enclos à l'intérieur des concessions.

## ■ Méthodologie

L'échantillonnage des populations de moustiques est basé sur des captures nocturnes sur sujets humains (sous prophylaxie médicamenteuse), des récoltes diurnes des moustiques piégés dans les moustiquaires et de la faune résiduelle dans les habitations après pulvérisation de pyréthrinoïdes. Des récoltes de moustiques exophiles dans des puits de Muirhead-Thomson ont été également réalisées. Les moustiques récoltés ont été identifiés et dénombrés. L'identification des membres du complexe *Anopheles gambiae* présents a été faite par la méthode cytogénétique et/ou par la technique de polymérisation en chaîne (PCR). Les vecteurs potentiels du paludisme ont été examinés (dissection) pour la détermination de leur âge physiologique et la recherche d'infection. La recherche d'infection a été également faite par la méthode ELISA de même que la détermination de l'origine des repas sanguins des moustiques.

L'étude de l'endémicité palustre a été effectuée au début de la saison des pluies (juillet) et au début de la saison sèche (novembre) chez les enfants âgés de 0 à 10 ans. L'étude de la morbidité palustre a intéressé la population totale des villages d'étude. Tous les sujets venus en consultation au niveau des postes de santé et présentant des signes évocateurs d'accès palustre ont fait l'objet d'un prélèvement pour la recherche de parasites dans le sang.

## Résultats et commentaires

### *Evolution de la faune anophélienne*

Les premières études entomologiques dans la zone ont été exécutées en 1982 -1983 (PETRARCA *et al.*, 1987; VERCRUYSE, 1985). Des travaux plus ponctuels ont été menés dans le département de Podor (CARRARA, 1990; FAYE *et al.*, 1992) et au cours de notre étude, l'inventaire des espèces anthropophiles et/ou endophiles a été fait (tabl. 1).

Espèces	Capture de nuit			Faune résiduelle		Puits de Muir-head Thomson	TOTAL général
	Intérieur	Extérieur	Total	Habitations	Moustiquaires		
<i>An. gambiae s.l.</i>	1 583	1 357	2 940	3 963	230	73	7 206
<i>An. pharoensis</i>	233	284	517	42	51	24	634
<i>An. rufipes</i>	0	0	0	204	0	22	226
<i>An. ziemani</i>	1	3	4	0	0	2	6
Total							
<i>Anopheles</i>	1817	1 644	3 461	4 209	281	121	8 072
Culicinae	2382	4 499	6 881	249	236	327	7 693

Tableau 1

Résultat de l'échantillonnage des populations culicidiennes de la zone du périmètre de Diomandou (moyenne vallée du fleuve) de juin 1990 à novembre 1992.

Le complexe *An. gambiae* représente environ 85% des anophèles piquant l'homme à l'extérieur comme à l'intérieur des maisons; *An. pharoensis* constitue le complément. *An. gambiae s.l.* constitue plus de 90% de la faune résiduelle des habitations. *An. rufipes* qui n'est pas anthropophile, compte pour moins de 5% et *An. pharoensis* pour 1%.

Depuis 1982, on assiste à des fluctuations de proportions respectives d'*An. gambiae s.s.* et d'*An. arabiensis* (tabl. II). Les aménagements n'ont pas changé les proportions respectives des deux espèces du complexe *An. gambiae*. Etant donné les petites tailles des échantillons identifiés, il n'est pas possible d'affirmer que les fluctuations observées sont significatives et en tout état de cause, elles peuvent être dues à des facteurs climatiques.

Périodes	Nb. identifiés	<i>An. arabiensis</i>	<i>An. gambiae</i>	Références
1982-83	338	61-87 %	13-39 %	Petrarca et al. 1987
1989	101	60 %	40 %	Carara, 1990
1990	48	57 %	43 %	Faye et al., 1993
1991	50	28 %	72 %	Faye et al., 1993
1992	32	31 %	69 %	Obs. pers.
1994	141	59 %	41 %	Obs. pers.

■ Tableau II

Variation de la composition spécifique du complexe *An. gambiae* dans la zone du périmètre de Diomandou et dans les villages proches.

### *Dynamique des populations anophéliennes*

Les aménagements agricoles ont eu un double effet : ils ont entraîné une augmentation des populations anophéliennes et un allongement de leur période de pullulation. En effet dans le village de cultures pluviales (Toulde Galle), où les gîtes d'*An. gambiae s.l.* dépendent exclusivement des pluies, l'activité de cette espèce est limitée à la saison humide (fig. 2). Au contraire dans la zone du périmètre irrigué (Diomandou Walo et Diomandou Dieri), *An. gambiae s.l.* est présent toute l'année au gré des cultures.

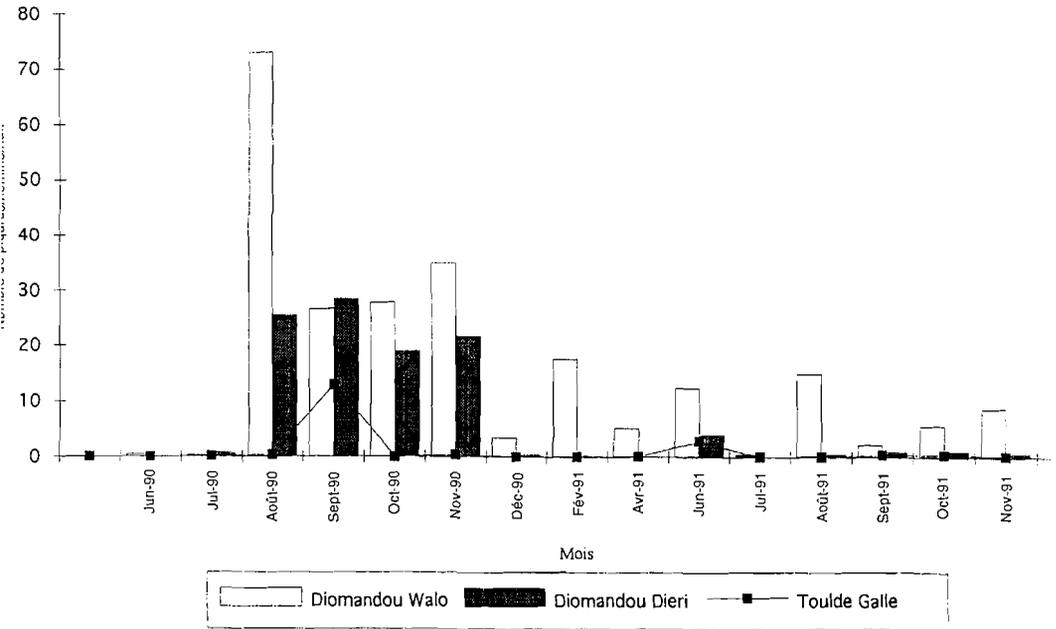


Figure 2  
Variations saisonnières de la densité agressive d'*An. gambiae* s.l.

La densité agressive (nombre moyen de piqûres sur homme) dans cette zone d'irrigation est de 7 à 16 fois plus élevée que dans le village de cultures pluviales où elle reste comparable à ce qu'elle était avant les aménagements (VERCRUYSE, 1985). Elle varie d'une année à l'autre : en 1990, elle a été respectivement 5 fois, 29 fois et 12 fois plus élevée qu'en 1991 à Diomandou Walo, Diomandou Dieri et Toulde Galle (tabl. III).

### Comportement des vecteurs

Le comportement très particulier d'*An. gambiae* s.l. dans cette zone est contingent des habitudes de la population et de l'environnement physique. En effet, étant donné la température ambiante élevée pen-

■ Tableau III

Variation saisonnière, à l'intérieur des habitations,  
de la densité agressive et  
de la densité au repos d'*An. gambiae* s.l.

	Diomandou Wallo		Diomando Dieri		Toulde Galle	
	TAH	DRI	TAH	DRI	TAH	DRI
Juin 1990	0,5	-	0	-	0	-
Juil. 90-Nov. 90	32,6	12,9	19,1	8,8	2,3	4,1
Dec. 90-Juin 91	9,7	14	1,1	1,7	0,7	0,1
Juil. 91-Nov 91	6,23	12	0,7	5,4	0,2	0,9
Juil. 92-Nov 92	5,7	3,9	2,5	-	-	-
Août 94 & Sept 94	-	24,1	-	-	-	-

TAH : Taux d'agressivité pour l'homme exprimé en nombre de piqûres/homme/huit.

DRI : Densité au repos dans les habitations exprimée en nombre de femelles/case.

dant la majeure partie de l'année, la quasi totalité des gens dorment dehors, éventuellement sous moustiquaire. Les cases ne sont donc pas ou sont peu utilisées pour dormir.

Par ailleurs, la végétation steppique est extrêmement maigre sauf pendant la courte période de la saison des pluies (août et septembre). Dans ces conditions, les anophèles sont exophages puisque c'est à l'extérieur des cases que se trouvent leurs hôtes, homme ou bétail. Mais les seuls lieux de repos pour la digestion de leurs repas sanguins, dans l'environnement dénudé sont les cases. On y trouve non seulement des spécimens ayant piqué l'homme mais aussi ceux qui se sont nourris aux dépens des animaux domestiques (tabl. IV). L'anthropophilie des femelles d'*An. gambiae* s.l. est plus marquée dans le village de cultures pluviales que dans ceux du périmètre irrigué malgré une abondance du bétail et un usage de moustiquaires comparables. De même, elle augmente lorsque la taille des populations anophéliennes diminue de 1990 à 1991.

L'indice de stabilité du paludisme est faible à Diomandou et plus élevé à Toulde Galle. Il s'élève en 1990 à 1,1 à Diomandou Walo, 1,3 à Diomandou Dieri et 3,4 à Toulde Galle. En 1991, il est respectivement de 1,7 et 1,8 à Diomandou Walo et Diomandou Dieri. En 1991 à Toulde Galle et 1992 à Diomandou Dieri, les faibles effectifs enregistrés n'ont pas permis d'estimer l'indice de stabilité.

Tableau IV  
Variation de l'indice d'anthropophilie (IA)  
des femelles d'*An. gambiae* s.l.

	Diomandou Wallo			Diomando Dieri			Toulde Galle		
	Testés	Homme	IA	Testés	Homme	IA	Testés	Homme	IA
Août 90	69	19	0,27	78	35	0,45	18	12	0,67
Sept. 90	41	14	0,34	16	8	0,5	43	33	0,77
Oct. 90	15	1	0,07	-	-	-	-	-	-
Nov. 90	8	5	0,62	-	-	-	-	-	-
Total 1990	133	39	0,29	94	43	0,46	61	45	0,74
Fevr. 91	27	23	0,85	-	-	-	-	-	-
Juin 91	41	17	0,41	14	8	0,57	-	-	-
Sept 91	29	27	0,93	44	34	0,77	3	3	1,00
Oct. 91	19	3	0,15	13	10	0,77	9	7	0,78
Nov. 91	-	-	-	15	6	0,4	-	-	-
Total 1991	116	70	0,6	86	58	0,67	12	10	0,83
Juin 92	8	7	0,87	-	-	-	-	-	-
Sept. 92	11	2	0,18	-	-	-	-	-	-
Nov. 92	48	26	0,54	-	-	-	-	-	-
Total 1992	67	35	0,52	-	-	-	-	-	-
Août 94	70	12	0,17	-	-	-	-	-	-

Testés : Nombre de repas testés.

Homme : Nombre de repas pris sur homme.

L'endophilie, phénomène secondaire puisque les anophèles se nourrissent à l'extérieur, a été plus forte en 1991 qu'en 1990. Ceci peut être lié aux facteurs climatiques comme la pluviométrie, plus élevée en 1990 entraînant un développement plus important de la végétation fournissant des lieux de repos extérieurs aux anophèles.

### *Taux d'inoculation entomologique*

L'indice sporozoïtique est très bas dans la zone, deux femelles d'*An. gambiae* s.l. ont été trouvées infectées parmi 4 061 femelles disséquées de 1990 à 1992 (2 121 femelles capturées sur homme et 1 940 femelles récoltées dans la faune résiduelle). Ces deux femelles

ont été récoltées à Diomandou Walo, en août 1991 (captures sur homme) et en septembre 1992 (faune résiduelle). Ceci ne permet pas d'établir le taux d'inoculation mais d'estimer qu'il se situe entre 0 et 6 piqûres infectantes/homme/an. Ces valeurs sont proches de celles avancées par VERCRUYSE (1985) qui établissait une fourchette de 0,8 à 6,4 piqûres infectées/homme/an (tabl. v). En août 1989, CARRARA (1990) a observé une femelle positive (ELISA/CSP) parmi 69 femelles testées à Diomandou.

Tableau v  
Variation des indicateurs entomologiques  
de la transmission de juillet 1990 à juin 1991

	Avant	Après les aménagements	
	les aménagements	hydroagricoles	
	Aere Lao et Boke Djallobe	Diomandou Walo (Zone rizicole)	Toulde Galle (Culture pluviale)
<i>Vecteurs</i>			
<i>An. gambiae s.l.</i>	61 – 87%	28 – 60%	
<i>An. arabiensis</i>	13 – 39%	40 – 72%	
<i>Agressivité</i>			
Juil.-Nov.	3,6 - 30 PHN	0,25 - 73,1 PHN	0 – 13 PHN
Déc.-juin	0 - 2,2 PHN (1)	3,5 – 17,62 PHN	0 PHN
Taux annuel cumulé	200 – 1 600 PH	2 800 – 8 100 PH	160 – 560 PH
<i>Autres indicateurs</i>			
Indice sporozoïtique	0,004	0 – 0,002	0
Taux annuel d'inoculation	0,80 - 6,4 PIH	0 – 6 PIH	0 PIH
Indice d'anthropophilie	0,45 - 0,63	0,28 – 0,60	0,74 – 0,83
Taux de survie	0,92	0,85 – 0,90	0,74 – 0,90
Indice de stabilité	2,76 – 3,84	1,3 – 1,7	3,4

(1) : Nulle de janvier à juin.

PHN : Nombre de piqûres/homme/nuit.

PIH : Nombre de piqûres infectantes/homme/nuit.

PH : Nombre de piqûre/homme/an

Dans le hameau de Diomandou Walo, nous avons observé en août 1994, 3 femelles positives (ELISA/CSP) parmi 266 femelles testées mais nous n'avons pas observé d'infection en septembre 1994 sur 234 femelles testées.

La présence d'animaux et l'utilisation de moustiquaires n'expliquent pas totalement cette faible transmission (FAYE *et al.*, 1993a) puisque 30 à 60% des femelles d'*An. gambiae s.l.* se nourrissent néanmoins sur homme.

## Données parasito-cliniques

Les premières études sur l'endémicité palustre dans la vallée du fleuve en 1973 (MONJOUR *et al.*, 1982), basées sur la sérologie étaient peu informatives. Les sondages effectués en 1982-1983 faisaient ressortir une prévalence parasitaire de 15%, stable tout au long de l'année (PARENT *et al.*, 1987).

Des indices plasmodiques de 17 à 26% étaient enregistrés dans des villages proches de la zone d'étude en 1989 (CARRARA, 1990). En 1990 et 1991, les indices plasmodiques étaient plus faibles, de 0 et 16% (DIALLO *et al.*, 1991; FAYE *et al.*, 1993b). *Plasmodium falciparum* prédomine, associé à *P. malariae* et/ou *P. ovale*, mais ces deux derniers sont absents ou rares dans de nombreuses localités.

Dans les villages de la zone du périmètre de Diomandou, 8% (46/571) des sujets présentant des signes évocateurs d'accès palustre étaient infectés et sur la base des charges parasitaires (densité parasitaire supérieure ou égale à 5 000 parasites/mm<sup>3</sup> de sang), le paludisme représentait 3,5% (20/571) des motifs de consultation en 1990 et 1991. Il a représenté à Diomandou, 2% des motifs de consultation en 1990 et 12% en 1991 et, respectivement 0 et 2% à Toule Galle. Il s'agit d'un paludisme à *P. falciparum* qui constitue 96% des infections et qui touche toutes les classes d'âge.

## Conclusion

Dans les zones étudiées de la vallée du fleuve Sénégal, l'irrigation n'a pas entraîné une augmentation de la transmission et de l'incidence du paludisme. Elle a favorisé une augmentation de la densité

des populations vectorielles mais d'autres facteurs limitent la transmission : usage généralisé de moustiquaires, importance de la zoonophilie des vecteurs et de la consommation de chloroquine.

La dynamique de la transmission du paludisme dans les zones d'aménagements hydro-agricoles de la vallée du fleuve Sénégal doit cependant être bien surveillée. La situation peut toujours évoluer suite à des changements de comportements des habitants ou des populations vectorielles.

Actuellement, l'imprégnation par un insecticide efficace des moustiquaires pourraient réduire considérablement l'incidence de l'endémie, une bonne prise en charge des cas présomptifs ou confirmés diminuerait considérablement les conséquences d'une morbidité palustre déjà faible.

La tendance à l'endophilie de vecteurs exophages est un comportement favorable dans le cadre d'une lutte antivectorielle par asper-sion intra-domiciliaire d'insecticide à effet rémanent.

## Bibliographie

CARRARA (G.), 1990 —  
*Programme d'appui  
au développement de la région  
de Podor*. Rapp. mission, Projet FED  
Dakar, Volet santé : 13 p.

DIALLO (S.), NDIR (O.), GAYE (O.),  
FAYE (O.), DIAW (O.T.),  
BETTS (B.B.), 1991 —  
*Prévalence des maladies parasitaires  
endémiques dans le bassin du fleuve  
Sénégal. Résultats d'enquêtes  
effectuées dans les départements de  
Dagana, Podor, Matam et Bakel*.  
Doc. Ronéo., Serv. Parasitol., Fac.  
Méd. Pharm. UCAD, Dakar : 27 p.

FAYE (O.), DIAGNE (M.), NDIONGUE (S.),  
SY (M.), DIACK (P.A.), 1992 —  
*Le paludisme dans la zone  
du périmètre irrigué de Diomandou,*

*Podor, Sénégal : Résultats  
des enquêtes effectuées  
de juin 1990 à novembre 1991*.  
Doc. Orstom Dakar,  
n° Orstom/ES/DK/57.92 : 23 p.

FAYE (O.), FONTENILLE (D.),  
HERVÉ (J.P.), DIACK (P.A.), DIALLO (S.),  
MOUCHET (J.), 1993 —  
Le paludisme en zone sahélienne  
du Sénégal. 1. Données  
entomologiques sur la transmission.  
*Ann. Soc. belge Méd. trop.*,  
73 : 21-30.

FAYE (O.), GAYE (O.), HERVÉ (J.P.),  
DIACK (P.A.), DIALLO (S.), 1993 —  
Le paludisme en zone sahélienne  
du Sénégal. 2. Indices parasitaires.  
*Ann. Soc. belge Méd. trop.*,  
73 : 31-36.

- MONJOUR (L.), RICHARD LENOBLE (D.), SIDATT (M.), DRUILHE (P.), MOGAHED (A.), GENTILINI (M.), 1982 — Répartition géographique du paludisme dans la vallée du fleuve Sénégal : enquête en milieu scolaire. (Evaluation séro-épidémiologique, année 1973). *Bull. Soc. Path. exot.*, 75 : 491-496.
- PARENT (G.), VERCRUYSSÉ (J.), GAZIN (P.), ROFFI (J.), SLAVOV (R.), BLANCHOT (M.), 1987 — Paludisme, anémie et état nutritionnel : étude longitudinale et interaction en zone sahélienne (Sénégal). *Bull. Soc. Path. exot.*, 80 : 546-560.
- PETRARCA (V.), VERCRUYSSÉ (J.), COLUZZI (M.) 1987 — Observations on the *Anopheles gambiae* complex in the Senegal river basin, West Africa, *Med. Veter. Ent.*, 1 : 303-312.
- VERCRUYSSÉ (J.) 1985 — Etude entomologique sur la transmission du paludisme humain dans le bassin du fleuve Sénégal (Sénégal). *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, 65 (Suppl. 2) : 171-179.



# Bilharzioses et parasitoses intestinales

## Étude de la prévalence dans le périmètre de Diomandou

**Oumar Ndir**  
Parasitologue

**Samba Diallo**  
Parasitologue

**Oumar Gaye**  
Parasitologue

**Ousmane Faye**  
Parasitologue

**Issa Bella Bah**  
Parasitologue

**Yemou Dieng**  
Parasitologue

**Thérèse Dieng**  
Parasitologue

Les modifications de l'environnement consécutives aux aménagements de la vallée, sont susceptibles de favoriser l'apparition et/ou l'extension des parasitoses humaines liées, directement ou indirectement, au milieu hydrique. Il apparaît donc important de connaître la situation de ces maladies afin de proposer des mesures tendant à limiter leur extension.

Les bilharzioses ainsi que les autres parasitoses intestinales ont été étudiées dans deux sites écologiquement distincts : le périmètre irrigué, récemment aménagé, de Diomandou, d'une part, la commune de Richard-Toll centre agro-industriel ancien, d'autre part. Ce dernier site sera étudié dans un article ultérieur de cet ouvrage.

## ■ Présentation de la zone d'étude

Les études ont intéressé les familles attributaires de parcelles dans le périmètre irrigué. Les plus nombreuses d'entre elles résident,

d'une part, dans les villages de Dodel, Diomandou et Thialaga dont la majorité des habitants appartient à l'ethnie Toucouleur, d'autre part, dans celui de Diami-Baila occupé par les Peuls.

Le choix de l'échantillon a été fait par tirage au sort des concessions (unité d'habitation). Environ un tiers des concessions ont été retenues et, dans la mesure du possible, tous les membres en ont été examinés.

## ■ Méthodes de travail

### *Dépistage de la bilharziose urinaire*

Pour la collecte des urines, il est remis à chaque sujet un flacon en plastique de 250 ml portant son numéro d'identification et qui doit être rempli par la totalité d'une miction. Les flacons sont distribués entre 10 heures et 14 heures. Ils sont collectés avec le prélèvement, soit dans l'heure qui suit la remise soit, plus rarement, notamment chez les adultes, dans les 24 heures.

Chaque flacon est vigoureusement agité puis, à l'aide d'une éprouvette graduée, 10 ml d'urines sont prélevés et transférés dans un tube à centrifuger. Après centrifugation à 1 500 tours par minute pendant 10 minutes, la totalité du culot est examinée, entre lame et lamelle, en vue de mettre en évidence des œufs de *Schistosoma haematobium* et, éventuellement, de les dénombrer. Le résultat est exprimé en nombre d'œufs par 10 ml d'urine. Accessoirement, dans le culot est également recherché *Trichomonas vaginalis*.

### *Dépistage des parasitoses intestinales*

Les selles recueillies dans des sachets en plastique portant le numéro d'identification du sujet sont examinées, dans tous les cas, moins de 24 heures après leur émission, d'abord macroscopiquement pour noter leur consistance et rechercher les anneaux de tœnia

et les adultes d'ascaris ou d'oxyure. Ensuite, elles font l'objet d'un examen direct, d'abord au faible grossissement ( $\times 100$ ) pour déceler les œufs et larves d'helminthes, puis au grossissement moyen ( $\times 400$ ) pour repérer les formes végétatives et les kystes de protozoaires.

## *Enquête sur les contacts homme-eau*

Il s'agissait de définir les circonstances d'ordre individuel favorables à la transmission des bilharzioses. Dans chaque quartier ou localité prospecté, 10 chefs de carré sont soumis à un interrogatoire en vue de remplir le formulaire recommandé par l'atelier sur le rôle des contacts homme-eau (Atelier, 1979), tenu sous l'égide du programme spécial de recherches concernant les maladies tropicales (Programme Pnud/Banque mondiale/OMS). Ce questionnaire porte notamment sur l'origine géographique de la personne interrogée, la durée de son séjour dans la localité enquêtée ainsi que ses rapports avec l'eau (lieu d'approvisionnement, utilisation, etc.).

## Résultats

### *Examen des urines*

L'examen des urines a été effectué chez 1 295 sujets parmi lesquels 8 présentaient des œufs viables de *S. haematobium*, soit un indice d'infestation bilharzienne global de 0,6% pour l'ensemble de la population examinée (tabl. 1).

L'indice d'infestation varie selon l'âge et le sexe, mais reste faible dans tous les cas, ne dépassant pas 1%, sauf chez les garçons de 5 à 14 ans où il s'élève à 1,7%. Parmi les huit sujets parasités, six appartiennent à la tranche d'âge des 5 à 14 ans, dont cinq garçons et une fille, et deux à celle des 15 ans et plus, un adolescent de 15 ans et une femme de 60 ans.

Sexe	Classe d'âge	Population totale	Sujets examinés		Sujets positifs	
			Nombre	%	Nombre	%
masculin	0 - 4 ans	258	34	13,2	0	0
	5 - 14 ans	750	259	39,6	5	1,7
	≥ 15 ans	1 048	297	24,7	1	0,4
	Total	2 056	590	28,7	6	0
féminin	0 - 4 ans	264	30	11,4	0	0
	5 - 14 ans	652	257	39,4	1	0,4
	≥ 15 ans	1 319	418	31,7	1	0,2
	Total	2 235	705	31,5	2	0,3
masculin et féminin	0 - 4 ans	522	64	12,3	0	0
	5 - 14 ans	1 402	554	39,5	6	1,1
	≥ 15 ans	2 367	677	28,6	2	0,3
	Total	4 291	1 295	30,2	8	0,6

■ Tableau I  
Populations riveraines  
du périmètre de Diomandou : examen des urines.  
Résultats en fonction de l'âge  
et du sexe (janvier 1990).

Dodel, Diomandou et Thialaga comptent chacun deux parasités, ce qui correspond aux taux de prévalence respectifs de 0,4 %, 0,5 % et 0,7 %. L'indice d'infestation est de 2,5 % chez les Diouwanabé et de 1,0 % à Diami-Baïla (tabl. II).

Tous les sujets dépistés ont été revus et interrogés en vue de préciser les lieux où ils ont pu s'infester. Parmi eux, cinq sont des almoudo (élèves d'école coranique) ressortissants d'autres localités où ils ont pu s'infester, deux sont originaires de la zone mais revenaient d'un séjour dans le département de Matam et le dernier est du village de Thialaga qu'il n'a jamais quitté, semble-t-il. Mais dans ce village il n'existe pas actuellement de possibilités de transmission de la bilharziose comme l'a montré l'enquête malacologique.

### *Examen des selles*

Dans l'ensemble des villages, 1 181 examens de selles ont été pratiqués parmi lesquels 316 ont révélé la présence d'un ou de plusieurs parasites d'où un indice global d'infestation égal à 26,7 %.

Classe d'âge	Nombre	Dodel	Diomandou	Thialaga	Peul Diouwanabé	Diami Balla	Total
0-4 ans	Examinés	34	10	16	0	4	64
	Positifs	0	0	0	0	0	0
	%	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5-9 ans	Examinés	104	102	82	4	23	315
	Positifs	0	1	1	0	0	2
	%	0	1,0	1,2	0,0	0,0	0,6
10-14ans	Examinés	105	67	53	33	11	239
	Positifs	2	1	0	0	1	4
	%	1,9	1,5	0,0	0,0	9,1	1,7
15 ans et +	Examinés	257	185	140	33	62	677
	Positifs	0	0	1	1	0	2
	%	0	0,0	0,7	3,0	0,0	0,3
Total	Examinés	500	364	291	40	100	1 295
	Positifs	2	2	2	1	1	8
	%	0,4	0,5	0,7	2,5	1,0	0,6

■ Tableau II

Population riveraine du périmètre de Diomandou :  
résultats de l'examen des urines par village  
et selon les tranches d'âge (janvier 1990).

Les résultats du tableau III montrent que l'infestation est précoce. En effet, 26,2 % des enfants âgés de 0 à 4 ans sont parasités. L'indice d'infestation augmente ensuite avec l'âge pour atteindre 42,3 % chez les adolescents de 10 à 14 ans, puis diminue chez les adultes où il se situe à 21,2 %.

Les sujets de sexe masculin, avec un indice d'infestation de 29,1 %, sont apparus plus atteints que ceux du sexe féminin (24,9 % de parasités). Cette différence est surtout nette dans la tranche d'âge des 5 à 9 ans avec un indice d'infestation de 30,0 % chez les garçons et de 23,0 % chez les filles.

C'est chez les Diouwanabé que l'indice d'infestation par les parasites intestinaux est le plus élevé avec 30,5 % de sujets infestés (tabl. IV). Viennent ensuite les habitants de Diomandou et de Dodel avec respectivement 28,1 % et 26,7 % de porteurs de parasites. Cependant ces pourcentages ne diffèrent pas significativement de ceux enregistrés à Diami Baïla (26,1 %) et à Thialaga (24,7 %).

Sujets examinés			Sujets porteurs de :						
Sexe	âge	total	<i>E. coli</i>	<i>Giardia</i>	<i>Ascaris</i>	Trichocéphale	<i>H. nana</i>	Anguillule	Prévalence globale
masculin	0-4	28	3	2	0	0	1	0	21,4
	5-9	160	21	18	2	1	5	1	30,0
	10-14	113	29	12	0	2	4	0	41,6
	≥ 15	218	35	8	1	1	0	4	22,9
	total	519	88	40	3	4	10	5	29,1
féminin	0-4	33	3	4	0	0	2	1	30,3
	5-9	126	15	8	3	0	1	2	23,0
	10-14	107	26	9	4	1	5	1	43,0
	≥ 15	396	71	3	1	0	1	4	20,2
	total	662	115	24	8	1	9	8	24,9
masculin	0-4	61	6	6	0	0	3	1	26,2
	5-9	286	36	26	5	1	6	3	26,9
féminin	10-14	220	55	21	4	3	9	1	42,3
	≥ 15	614	106	11	2	1	1	8	21,2
	total	1 181	203	64	11	5	19	13	26,7

■ Tableau III  
Population riveraine du périmètre de Diomandou.  
Prévalence des différentes espèces de parasites intestinaux  
en fonction de l'âge et du sexe (janvier 1990).

Villages	Sujets examinés	Prévalence des sujets porteurs de :							
		<i>S. mansoni</i>	<i>E. coli</i>	<i>Giardia</i>	<i>Ascaris</i>	Trichocéphale	<i>H. nana</i>	Anguillule	Prévalence globale
Dodel	442	0	19,9	4,5	0,7	0,4	1,7	0,4	26,7
Diomandou	363	0	16,2	6,6	0,3	0,3	3,2	2,5	28,1
Thialaga	275	0	15,3	4,4	1,1	0,7	0	0,4	24,7
Diouwanabé	36	0	13,9	11,1	5,5	0	0	0	30,5
Diami Baila	65	1	13,8	6,1	3,1	0	2,1	1,5	26,1
Total	1 181	0,1	17,2	5,4	0,9	0,4	1,5	1,1	26,7

■ Tableau IV  
Population riveraine du périmètre de Diomandou.  
Prévalence des différentes espèces de parasites intestinaux  
selon les villages (janvier 1990).

D'après les tableaux III et IV, *Escherichia coli* apparaît comme le parasite le plus répandu (17,2 % de porteurs de kystes) dans tous les villages et à tous les âges, sauf chez les filles de 0 à 4 ans où *Giardia intestinalis* est prédominant. La tranche d'âge qui présente le plus de porteurs de kystes de *E. coli* est celle des 10-14 ans.

*G. intestinalis* occupe la seconde place avec un indice d'infestation global de 5,4 %. L'indice le plus élevé (11,1 %) est enregistré chez les Diouwanabé.

Pour *S. mansoni*, le seul sujet parasité est enregistré à Diami Baïla où 27,3 % de la population ont eu un examen de selles. Cela correspond à un indice d'infestation de 1,5 %. Le sujet dépisté est âgé de 15 ans, mais n'a pas été retrouvé pour être interrogé en vue de déterminer l'origine de son infestation. Celle-ci, dans tous les cas, n'a pas pu se produire dans le périmètre ou dans ses environs immédiats comme nous le verrons plus loin.

Ont été rarement rencontrés *Hymenolepis nana* (1,6 % de porteurs), *Strongyloides stercoralis* (1,1 % de porteurs), *Ascaris lumbricoïdes* (0,9 %) et *Trichiuris trichiura* (0,4 %). Ces faibles taux ne plaident pas en faveur d'une transmission locale de ces parasites.

Dans l'ensemble, les parasitoses transmises par voie orale prédominent nettement puisque seulement 1,1 % des sujets examinés sont porteurs d'anguillule.

Ces derniers se sont certainement contaminés hors de la zone du fait que les conditions locales ne semblent pas favorables à l'évolution jusqu'au stade infestant des formes larvaires de ce parasite.

Nous n'avons pas mis en évidence d'œufs de *Taenia saginata* et d'*Enterobius vermicularis*, ni de formes végétatives de protozoaires. Les techniques utilisées ne permettant pas toujours leur mise en évidence, leur présence dans la zone n'est cependant pas exclue.

## *Enquêtes sur les contacts homme-eau*

Pour les populations riveraines du périmètre de Diomandou, la principale source d'approvisionnement en eau est constituée par les puits, dont l'eau est utilisée à la fois pour la boisson et les besoins de la vie domestique (lessive, bains, ablutions, cuisine, etc.). Cependant quelques familles utilisent le Doué (défluent du fleuve Sénégal) pour laver leur linge et se baigner.

Pendant la saison des pluies, les Peul Diami-Baïla utilisent en outre, pour leurs besoins domestiques, les mares.

Durant la période de culture du riz qui débute en juin et se termine en janvier, les membres des familles exploitantes sont en contact permanent avec l'eau des canaux d'irrigation et de drainage.

Pendant les heures de travail, cette eau est utilisée pour la boisson, la toilette, la cuisson et le lavage du linge. De plus, les sujets doivent séjourner de façon prolongée dans les parcelles inondées, pour les besoins de la riziculture.

Nous n'avons pas noté l'existence de latrines au niveau du périmètre irrigué. Mais dans les villages riverains, la plupart des familles en possèdent, notamment à Dodel et Thialaga.

## Discussion et conclusion

Très peu de cas de schistosomiase ont été observés dans la région de Diomandou (7 sur 1 295 sujets examinés). Il n'y a pas de variations avec l'âge ou le sexe et, de toute évidence, les sujets atteints se sont infestés en dehors de la zone prospectée. Les études antérieures ont aussi montré une faible prévalence de la bilharziose urinaire sur le fleuve, tant au milieu du delta (DOWNS et PATTON, 1977 ; LEMASSON et DIAW, 1978) que dans la partie orientale de la moyenne vallée, département de Bakel (DIALLO *et al.*, 1984, 1990 ; SOUARE, 1990). Dans cette dernière région, l'infestation bilharzienne n'est élevée que dans un seul village (Diawara où 29,6 % des sujets étaient positifs, en 1984). Bien que la bilharziose urinaire ne constitue pas actuellement un problème de santé publique (BETTS, 1992), la situation pourrait se détériorer du fait de la présence de quelques sujets porteurs d'oeufs viables de *S. haematobium*, si des mollusques vecteurs potentiels étaient introduits. En effet, *Bulinus guernei* et *B. jousseaumi*, hôtes potentiels reconnus de *S. haematobium* au Sénégal, ont été récoltés sur le fleuve, tant au niveau du delta (département de Dagana) que dans la moyenne vallée (département de Podor) (MALECK, 1977 ; DIAW, 1980). On peut craindre l'introduction et la prolifération de mollusques hôtes intermédiaires du fait de la création de gîtes potentiels, dans les canaux d'irrigation en terre, à ciel ouvert, de plus en plus nombreux et souvent mal entretenus.

Une telle évolution, liée à ce type d'aménagement et entraînant l'extension de la bilharziose urinaire a été observée dans de nombreux pays africains.

La Bilharziose intestinale est extrêmement rare à Diomandou où seulement un des 1 181 prélèvements de selle examinés contenait des œufs de *S. mansoni*. En revanche, cette affection a pris un caractère épidémique à Richard-Toll (DIALLO *et al.*, 1990). Nous en reparlerons dans l'article concernant ce site.

Les autres parasites intestinaux sont relativement rares dans la zone prospectée, à l'exception d'*E. coli* dont 17,2 % des sujets, des deux sexes et de tous âges, sont porteurs de kystes. Rappelons que ce parasite est une amibe non pathogène qui témoigne d'une mauvaise hygiène fécale. Par ordre d'importance, *G. intestinalis* arrive en deuxième position, avec 5,4 % de sujets parasités. La prévalence des autres parasites classiques est voisine de 1 % et il ne semble pas qu'il existe une transmission locale.

## Bibliographie

*Atelier sur le rôle des contacts homme-eau dans la transmission de la schistosomiase*, 1979 — Doc. TDR/SER-HWC/79-3, 44 p.

BETTS (B. B. R.), 1992 — *Les bilharzioses humaines dans le bassin du fleuve Sénégal. Résultats d'enquêtes effectuées au Sénégal*. Thèse Pharmacie n° 65, univ. Cheikh Anta Diop, Dakar, 87 p.

DIALLO (S.), DIOP MAR (I.), 1982 — Impact des principales maladies transmissibles sur le développement. *Médecine d'Afrique noire*, 29 (7) : 461-469.

DIALLO (S.), NDIR (O.), DIOUF (F.), GAYE (O.) DIOP (M.), 1984 — *Maladies parasitaires endémiques dans le département de Bakel*

*(résultats d'enquêtes effectuées dans les villages abritant des périmètres irrigués)*. Doc. multigr., service de Lutte Antiparasitaire, Thies, 19 p.

DIALLO (S.), NDIR (O.), SOUARÉ (D.), GAYE (O.) DIENG (T.), 1990 — *Prévalence des bilharzioses et des autres parasitoses intestinales dans le bassin du fleuve Sénégal. Résultats d'enquêtes effectuées à Richard-Toll (département de Dagana) et dans la zone du périmètre irrigué de Diomandou (département de Podor)*. Doc. Orstom Dakar, n° Orstom/ES/DK/22.90, 41 p.

DIAW (O. T.), 1980 — Trématodoses dans le delta du fleuve sénégal et le lac de Guiers. Étude de

la répartition des mollusques d'eau douce. *Bull. Inst. Franç. Afr. Noire, sér. A*, 42 (4) : 709-722.

DOWNNS (W.), PATTON (L.), 1977 —  
*Enquête sur la bilharziose urinaire dans 5 villages du delta du fleuve Sénégal*. Doc. multigr., SAED Saint-Louis, 17 p.

LEMASSON (J. M.), DIAW (O. T), 1978 —  
*Les données épidémiologiques de la bilharziose urinaire dans le delta du fleuve Sénégal*. Doc. multigr., SAED Dakar, Projet Debi Lampsar Études Sanitaires, n° 18 SE, 22 p.

MALECK (E. A.), 1977 —  
*Studies on schistosomiasis snail*

*intermediate hosts in the Senegal river Basin*. Doc. multigr., SAED Saint-Louis, 32 p.

NDOYE (B.), 1985 —  
*Contribution à l'étude de la prévalence des endémies parasitaires dans le département de Linguère (région de Louga)*. Thèse Pharmacie n° 4, univ. Cheikh Anta Diop, Dakar, 58 p.

SOUARE (D.), 1990 —  
*Prévalence des bilharzioses et autres parasitoses entériques dans la vallée du fleuve Sénégal*. Thèse Pharmacie n° 85, univ. Cheikh Anta Diop, Dakar, 67 p.

# Évolution de la situation nutritionnelle et alimentaire dans les villages du périmètre MO 6bis

**Kirsten Simondon-Bork**

Nutritionniste

**Eric Bénéfice**

Nutritionniste

**Marie Sy-Ndiaye**

Nutritionniste

## ■ Introduction

Depuis la sécheresse des années 1970, l'agriculture traditionnelle de la moyenne vallée du Fleuve dépendait presque exclusivement des cultures de sorgho en période de décrue (cultures dites de « walo »), puisque la culture du mil sous pluie était devenue trop aléatoire. L'élevage avait aussi été touché. En effet, l'élevage actuel concerne relativement plus d'ovins et moins de bovins (SANTOIR, *com. pers.*)

Depuis les années 1980, deux importants barrages ont été construits sur le fleuve Sénégal, le barrage anti-sel de Diama dans l'estuaire du Fleuve près de St. Louis et le barrage de retenue de Manantali sur le Bafing, au Mali. L'objectif principal de ce dernier est de maîtriser le niveau du fleuve pour autoriser les cultures indépendamment de la pluviométrie.

Un très ambitieux programme d'aménagement des terres irrigables a été entrepris depuis la fin des années 1980 en privilégiant un nouveau type de périmètres, dits « moyens » (d'une surface de 550-800 ha).

En effet, les résultats d'expériences antérieures de petites surfaces aménagées, dites « périmètres irrigués villageois » avaient été mitigées, en partie à cause de la mauvaise qualité des aménagements, et les gros périmètres gérés par des sociétés d'état étaient jugés trop déstabilisants pour les sociétés traditionnelles qui devaient les exploiter (LERICOLLAIS, 1995).

Jusqu'en 1989, l'objectif principal des aménagements de la vallée du fleuve Sénégal a été d'assurer l'autosuffisance alimentaire de la région. Les populations bénéficiaires des aménagements étaient supposées connaître une amélioration de leur état nutritionnel. C'est ce que nous avons voulu vérifier par des études nutritionnelles et alimentaires dans trois villages Toucouleurs (Thialaga, Diomandou et Dodel) concernés par le premier périmètre « moyen » à être mis en eau, le périmètre MO 6bis encore appelé périmètre de Diomandou et présenté par Hervé *et al.* (voir page 33).

Les objectifs spécifiques des études étaient les suivants :

- décrire l'évolution de l'état nutritionnel de la population sur une période de cinq ans ;
- décrire la consommation en termes d'aliments consommés et de taux de couverture des besoins par rapport aux recommandations des comités joints FAO-OMS ;
- décrire l'activité physique et la dépense énergétique des individus. L'étude de l'activité physique était destinée à déterminer si la pratique de l'agriculture irriguée augmente l'intensité des travaux champêtres, en particulier pour les femmes, qui n'ont pas de rôle important dans les cultures traditionnelles.

## Méthodes

### *Suivi nutritionnel*

La population d'étude était constituée par un échantillon aléatoire d'un tiers des résidents des villages, soit 110 concessions. Le tirage au sort a été fait selon la méthode des totaux cumulés sur la base

d'un recensement exhaustif réalisé pour le programme en 1989 (HANDSCHUMACHER, 1990). Une enquête nutritionnelle familiale incluant tous les membres des familles de l'échantillon, des nouveaux-nés aux vieillards, a été réalisée en février 1990 (SIMONDON *et al.*, 1990). Par la suite, trois groupes cibles ont été sélectionnés pour le suivi nutritionnel : les enfants de moins de cinq ans (287 par an en moyenne), leurs mères non enceintes (178 par an en moyenne) et tous les hommes âgés d'entre 20 et 60 ans (103 par an en moyenne). Les mesures du poids et de la taille ont été réalisées pendant les mois de février de 1990 à 1994. Les dates de naissance des enfants d'âge préscolaire ont été obtenues par interrogatoire soigneux des mères en utilisant le calendrier musulman, puisque les déclarations de naissances sont rarement faites dans cette région. Les malnutritions ont été définies comme suit : la maigreur des enfants est un faible poids compte tenu de la taille de l'enfant et le retard de croissance en taille est une petite taille compte tenu de l'âge ; les seuils de malnutrition sont de -2 z-scores de la référence NCHS (WHO, 1986). L'indice de masse corporelle (IMC), défini comme le poids divisé par la taille élevée au carré, a été utilisé pour caractériser l'état nutritionnel des adultes : la maigreur a été définie par un indice inférieur à 18,5 kg/m<sup>2</sup> (JAMES *et al.*, 1988) et l'obésité par un indice supérieur à 25 kg/m<sup>2</sup> (GARROW et WEBSTER, 1985).

## *Consommation alimentaire*

Les études de consommation alimentaire ont été réalisées sur un sous-échantillon d'un tiers des 110 concessions, soit 37 concessions habitées par un total de 573 personnes. Trois passages ont été réalisés à six mois d'intervalle, en début d'étude, c'est-à-dire au mois de juillet 1990, au mois de janvier 1991, puis au mois de juin 1991. Pendant 5 jours consécutifs, des enquêteurs spécialement formés ont pesé chaque ingrédient avant préparation, le plat préparé avant consommation, enfin les restes du plat après consommation. À partir de ces données ont été estimés les ingérés « per capita » et les taux de couverture des besoins nutritionnels, c'est-à-dire le rapport entre l'ingéré et le besoin recommandé, tel qu'il est défini par la FAO.

## Activité physique

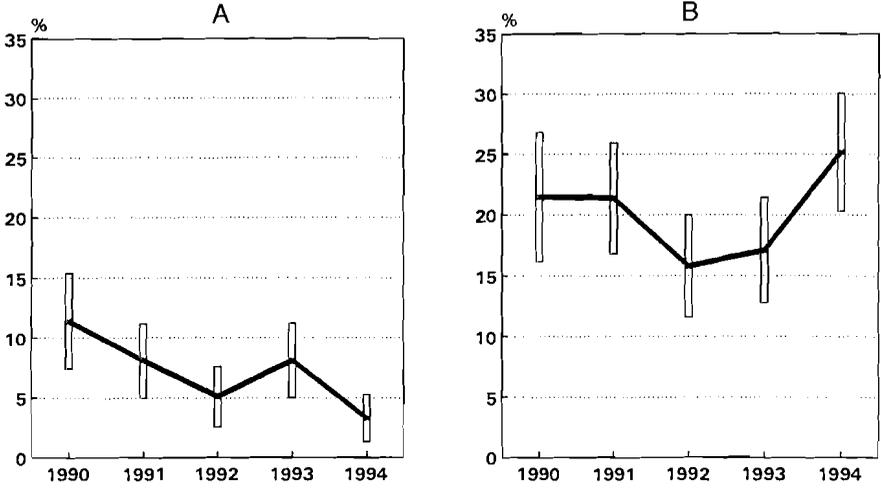
L'activité physique habituelle a été observée pour une femme et un homme dans chacune des 37 concessions précitées, par relevé des activités qui avaient lieu dans la concession, et par interrogatoire pour les activités réalisées en dehors de la concession. L'activité dominante a été enregistrée toutes les 15 minutes pendant 12 heures et durant 5 jours consécutifs. L'activité physique des enfants a concerné 57 pré-adolescents (9-14 ans), garçons et filles. Leur niveau d'activité a été mesuré de façon indirecte, par enregistrement continu du pouls pendant 8 heures.

## Résultats

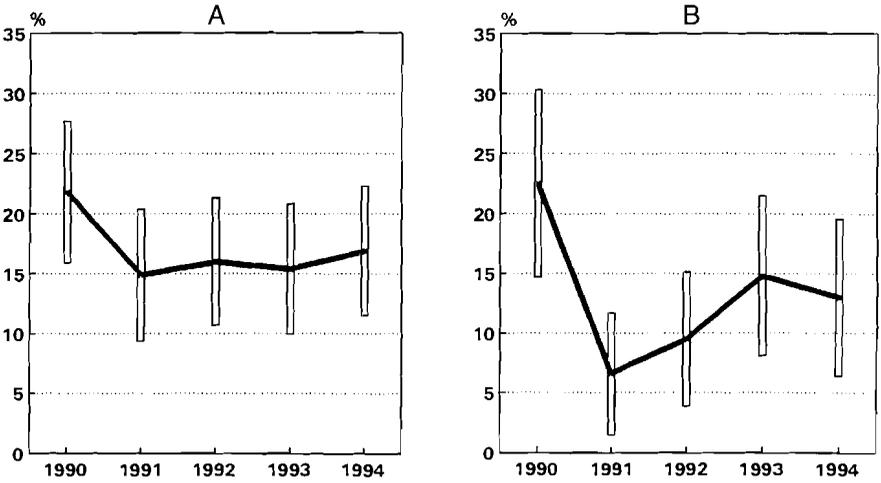
### *Suivi nutritionnel*

La figure 1 montre l'évolution des prévalences de malnutrition chez les enfants de moins de 5 ans entre 1990 et 1994. La prévalence est entourée par son intervalle de confiance à 95 %. La prévalence du retard de croissance en taille (la malnutrition aigüe) a baissé d'une façon très importante et significative (fig. 1 A), de 11,6 % en 1990 à 3,3 % seulement en 1994 ( $p < 0.01$ ). La prévalence de la maigreur (fig. 1B) était d'environ 22 % en 1990 et 1991. Ensuite elle a baissé légèrement à 15-17 % en 1992 et 1993, mais en février 1994 elle a augmenté, pour se trouver à un niveau supérieur à celui de 1990. Cette augmentation n'est cependant pas significative.

L'évolution de la prévalence de maigreur des adultes est illustrée dans la figure 2. Pour les femmes, une légère baisse de la prévalence a été observée entre 1990 et 1991, de 22 % à 15 % et depuis la prévalence est restée très stable (variations non significatives). Les hommes ont connu une amélioration très spectaculaire de leur état nutritionnel entre 1990 et 1991 avec une forte baisse de la prévalence de maigreur de 23 % à 7 %, mais ensuite la prévalence tend à remonter de nouveau et elle est peu inférieure à celle des femmes



■ Figure 1  
Prévalence de retard de croissance en taille (1A)  
et de maigreur (1B) des enfants d'âge préscolaire  
de 1990 à 1994 avec l'intervalle de confiance à 95 %.



■ Figure 2  
Prévalence de maigreur (IMC < 18,5 kg/m²) des femmes (2A)  
et des hommes (2B) de 1990 à 1994  
avec l'intervalle de confiance à 95 %.

(13 % en 1994). La variation entre années est globalement significative ( $p < 0,05$ ). Parallèlement à la baisse de la prévalence des maigreurs, les prévalences d'obésité ont augmenté (figure 3). Cette augmentation est très similaire dans les deux sexes : de 3-4 % en 1990 la prévalence est passée à un maximum de 13 % chez les femmes et 17 % chez les hommes en 1992, pour diminuer ensuite légèrement jusqu'à une valeur voisine de 10 % en 1994 ( $p < 0,05$ ).

### *Consommation alimentaire*

Les résultats complets de cette étude ont fait l'objet d'un rapport (BÉNÉFICE *et al.*, 1992) dont voici un résumé. L'apport en énergie des adultes était en moyenne de 2 460 kcal/jour, soit 111 % des besoins théoriques. Cette moyenne assez satisfaisante cache cependant des variations très importantes entre les familles, puisque 35 % des familles ne couvraient pas leurs besoins énergétiques. Après la récolte de riz, en janvier 1991, 23 % des familles ne couvraient pas leurs besoins contre presque la moitié des familles (47 %) au mois de juin. En ce qui concerne les protéines, la situation est plus satisfaisante, puisque l'apport moyen était de 65 g/jour, soit 198 % des besoins théoriques. Il faut noter que ces calculs ont été faits à partir des dernières recommandations FAO/OMS/UNU (1985) qui sont inférieures aux recommandations de comités précédents. Des apports insuffisants ont été observés pour deux minéraux (calcium et zinc) et deux vitamines (acide folique et riboflavine). Ces déficiences sont retrouvées dans d'autres enquêtes en milieu sahélien (CHEVASSUS et NDIAYE, 1980)

Dans le tableau 1 est représentée l'origine des aliments consommés (produits par culture irriguée, produits par cultures traditionnelles ou achetés) en fonction des passages. On voit qu'à chaque passage plus de la moitié des aliments consommés provenait d'achats. Les cultures traditionnelles contribuaient significativement à l'alimentation en juillet 1990 seulement (23 % contre 2 % et 5 % en janvier et juin 1991). Les récoltes issues de la culture irriguée contribuaient peu à la ration en 1990 (16 %) mais pour presque la moitié en 1991 (48 % en janvier et 41 % en juin).

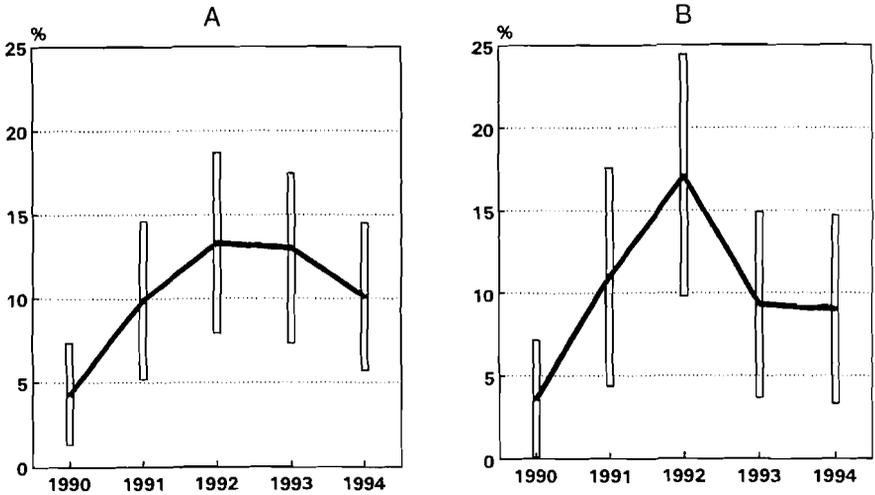


Figure 3  
Prévalence d'obésité (IMC>25 kg/m<sup>2</sup>) des femmes (3A)  
et des hommes (3B) de 1990 à 1994  
avec l'intervalle de confiance à 95 %.

Tableau 1  
Origine des aliments consommés dans les villages  
du périmètre MO 6bis selon le mois d'enquête.

Mois	Irrigation	Walo (1)	Achats	Total
07/90	16 %	23 %	61 %	100 %
01/91	48 %	2 %	50 %	100 %
06/91	41 %	5 %	54 %	100 %

(1) Les cultures de Walo sont des cultures traditionnelles de sorgho en période de décrue.

Des études de consommation alimentaire, réalisées dans la moyenne vallée du Fleuve en 1958 (BOUTILLIER *et al.*, 1962) et en 1983 (BÉNÉFICE *et al.*, 1985) dans des zones similaires à celle étudiée ici, nous permettent d'appréhender l'ampleur des changements alimentaires intervenus en l'espace de 35 ans (BÉNÉFICE et SIMONDON, 1993). En ce qui concerne les céréales, les habitants du

Fleuve mangeaient 15 fois plus de mil et de sorgho que de riz en 1958. En 1983, ils mangeaient autant de riz que de mil et de sorgho, et en 1991, dans le périmètre, ils mangeaient 25 fois plus de riz que de mil et de sorgho. Ainsi le riz a complètement supplanté les céréales traditionnelles. Pour les autres aliments, l'huile est 10 fois plus consommée en 1991 qu'en 1958, le sucre et les légumes sont deux fois plus consommés, alors que la consommation de poisson a été divisée par deux. Par ailleurs, le poisson consommé provient aujourd'hui de la mer, et non plus du Fleuve, comme cela fut le cas en 1958. En termes de nutriments, la ration actuelle contient moins de protéines (-31 %), mais l'apport énergétique s'est légèrement amélioré (+9 %). Il est cependant possible que le mode de calcul différent entre l'étude ancienne et les études récentes soit en partie responsable des différences d'apport protéique constatées.

### *Activité physique*

La dépense énergétique des femmes est classée comme « forte » selon la classification FAO (1,8-2,0 Mets) alors qu'elle est considérée comme « modérée » (1,4-1,6 Mets) pour les hommes. Pour les deux sexes, le niveau d'activité est supérieur en janvier par rapport au mois de juin, où n'avait lieu aucun travail des champs. En janvier, les femmes passaient en moyenne 3,4 h par jour aux activités ménagères modérées et 1,5 h aux activités ménagères lourdes, contre 0,4 h et 0,2 h pour les hommes. Les hommes passaient en moyenne 2,4 h dans les travaux champêtres contre 1,2 h pour les femmes.

Les enfants pré-adolescents par contre ne participaient pas beaucoup aux travaux des champs au moment de l'enquête. Le temps passé dans des activités d'intensité forte était inférieur à celui d'enfants anglais du même âge (BÉNÉFICE, 1992). Toutefois, la période à laquelle cette étude a été faite (juillet 1990) n'était propice aux travaux agricoles importants, en dehors de la préparation des champs, et la chaleur extrême du moment obligeait les gens à limiter leurs mouvements.

Une étude plus détaillée de l'activité des femmes portant sur un cycle saisonnier complet a montré que leur niveau d'activité moyen (PAL) était de 1,68 à 1,74 unités de métabolisme de base (activité de type modérée à forte selon FAO/WHO/UNU, 1985) et compa-

tible avec leur état physiologique. Toutefois un risque existe chez les femmes enceintes et allaitantes si la demande d'activité due aux travaux agricoles se révélait trop forte (BÉNÉFICE *et al.*, 1995).

## Discussion et conclusion

La prévalence de maigreur retrouvée dans les villages d'étude en 1994 (3,3 %) est à comparer à celles décrites dans la moyenne vallée d'une part et dans d'autres régions du Sénégal d'autre part. L'enquête nationale de démographie et de santé au Sénégal, réalisée de novembre 1992 à mars 1993, a montré une prévalence de 11,5 % (IC à 95 % : 8,9-14,1) pour la région Nord-Est où se situe la zone d'étude (soit trois fois plus), et une prévalence de 6,3 % (5,0-7,6), soit deux fois plus, dans la région la plus favorisée, c'est à dire l'Ouest (AYAD, 1994). D'autres enquêtes réalisées dans la moyenne vallée ont également indiqué des prévalences autour de 10 % (9,3 % en décembre 1990, Unicef, 1991 ; 9,3 % en août 1991, LY et NDIAYE, 1992).

Cette baisse de la maigreur des enfants est très encourageante, puisque les enfants atteints de maigreur ont un risque de morbidité et de mortalité nettement supérieur aux autres (GARENNE *et al.*, 1987). Par contre, la prévalence de retard de croissance n'a pas baissé significativement et serait plutôt en augmentation de 1993 à 1994 (de 17 à 25 %). Il s'agit là d'un élément d'inquiétude. Pourquoi la prévalence du retard de croissance n'a-t-elle pas baissé comme celle de la maigreur ? Il est possible que la prévalence de maigreur reste importante à d'autres saisons, puisque des variations saisonnières de l'état nutritionnel persistent malgré les cultures irriguées (SIMONDON *et al.*, 1993). Ainsi la croissance staturale pourrait être limitée par des déficits énergétiques transitoires à d'autres saisons ou bien par des carences nutritionnelles spécifiques. Il ne semble pas que l'âge au sevrage ou l'alimentation de sevrage aient été modifiés récemment dans les villages (SIMONDON *et al.*, 1992). Une autre hypothèse serait que la croissance en taille est influencée par des facteurs non-nutritionnels comme la morbidité (maladies

diarrhéiques, parasitoses intestinales, paludisme, etc). Nous n'avons pas d'éléments sur les maladies diarrhéiques, mais en ce qui concerne le paludisme, il ne semble pas en extension dans les villages d'étude (FAYE *et al.*, 1993 a ; FAYE *et al.*, 1993 b).

L'évolution favorable de la prévalence de maigreur a aussi concerné les adultes. Les taux de maigreur des hommes et des femmes ont diminué, et cette diminution est significative chez les hommes. Il n'existe pas de données de référence sur l'état nutritionnel des hommes, puisque les enquêtes réalisées par ailleurs dans la région ont étudié soit les enfants seuls, soit les enfants et leurs mères. Dans l'enquête nationale EDS 92/93, la prévalence de maigreur des mères d'enfants préscolaires était de 22,5 % dans le Nord-Est (AYAD, 1994). La prévalence d'obésité des adultes a augmenté significativement dans les villages d'études entre 1990 et 1995. Il convient cependant de signaler que cette prévalence est encore faible par rapport à ce qui a été décrit pour le milieu urbain (22,4 % ; MAIRE *et al.*, 1992).

Le taux de couverture moyen des besoins énergétiques en début de suivi (1990-1991) était apparemment bon, mais un tiers des familles ne couvraient pas leurs besoins énergétiques. L'apport énergétique avait peu augmenté depuis 1958, et l'autosuffisance alimentaire des producteurs n'est pas assurée, puisque plus de la moitié des aliments consommés proviennent d'achats. En fait, la différence de couverture des besoins nutritionnels semble davantage due aux différences de pouvoir d'achat, en particulier l'envoi régulier d'argent par les travailleurs émigrés, qu'à des différences d'accès aux terres du périmètre.

En guise de conclusion, il faut souligner qu'un recul de cinq ans est probablement insuffisant pour juger de l'impact des aménagements sur la prévalence du retard de croissance. Les résultats obtenus sont néanmoins concordants avec ceux de la littérature qui décrit des résultats mitigés des projets de développement en termes d'amélioration nutritionnelle (de WALT, 1993).

On peut regretter le fait que, malgré des recommandations répétées, les études d'évaluation ne soient pas encore partie intégrante des projets de développement. Des évaluations « intégrées », programmées parallèlement aux actions de développement, permettraient notamment des mesures de l'état sanitaire avant le début des actions

de développement, pour une véritable comparaison avant-après. De même, les résultats d'évaluations intégrées pourraient être mis à profit pour ajuster les actions de développement en cours, ainsi que les actions de santé, qui accompagnent idéalement tout projet de développement. De telles études contribueraient à respecter la nécessaire adéquation des préoccupations des États, des bailleurs de fond et des populations elles-mêmes.

### Remerciements

M. Pape Niokhor Diouf a réalisé une partie des mesures anthropométriques, M. Daouda Ndiaye a supervisé les enquêtes de consommation alimentaire et M. Oumar Sall a été guide et interprète. Les villageois nous ont accueillis et supportés avec gentillesse et patience. Le ministère de la Santé a facilité les contacts locaux.

## Bibliographie

AYAD (M.), 1994 —  
« Allaitement et état nutritionnel des enfants ». In NDIAYE (S.), DIOUF (P.D.), AYAD (M.), éd. : *Enquête démographique et de santé au Sénégal (EDS II) 1992/93*. Doc. Direction de la Prévision et de la Statistique, Dakar : 107-122.

BÉNÉFICE (E.), 1992 —  
Physical activity and anthropometric and functional characteristics of mildly malnourished Senegalese children. *Ann. Trop. Paediatr.*, 12 : 55-66.

BÉNÉFICE (E.), SIMONDON (K. B.), 1993 —  
Agricultural development and nutrition among rural populations : a case

study of the middle valley in Sénégal. *Ecol. Food Nutr.*, 31 : 45-66.

BÉNÉFICE (E.), SIMONDON (K. B.), SY-NDIAYE (M.), 1992 —  
*Rapport sur la situation alimentaire et nutritionnelle des villageois du périmètre MO6bis. Département de Podor, CR de Dodel*. Doc. Orstom Dakar, n° Orstom/ES/DK/55.92, 45 p. multigr.

BÉNÉFICE (E.), SIMONDON (K. B.), MALINA (R. E.), à paraître —  
Physical activity patterns and anthropometric changes in Senegalese women observed over a complete seasonal cycle. *Am. J. Hum. Biol.*

- BÉNÉFICE (E.), SIMONDON (F.), CHEVASSUS-AGNES (S.), NDIAYE (A. M.), 1985 — Études de nutrition dans la moyenne vallée du Sénégal. I : Évolution de la consommation alimentaire depuis 1958 et structure actuelle de la ration. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 78 : 110-118.
- BOUTILLIER (J.), CANTRELLE (P.), CAUSSE (J.), LAURENT (C.), NDOYE (T.), 1962 — *La moyenne vallée du Sénégal*. Presses Universitaires de France, Paris : 149-191.
- CHEVASSUS-AGNES (S.), NDIAYE (A. M.), 1981 — « Enquêtes de consommation alimentaire de l'ORANA de 1977 à 1979. Méthodologie et résultats ». In : *État nutritionnel de la population rurale du Sahel : rapport d'un groupe de travail*, Paris. Centre de recherches pour le développement international du Canada, Ottawa : 57-66
- de WALT (K. M.), 1993 — Nutrition and the commercialization of agriculture : ten years later. *Soc. Sci. Med.*, 36 : 1407-1416.
- FAO/OMS/UNU, 1985 — *Besoins énergétiques et besoins en protéines*. Doc. OMS Genève, série de rapports techniques n° 724.
- FAYE (O.), FONTENILLE (D.), HERVÉ (J. P.), DIACK (P. A.), DIALLO (S.), 1993a — Le paludisme en zone sahélienne du Sénégal. Données entomologiques sur la transmission. *Ann. Soc. belge Med. trop.*, 73 : 21-30.
- FAYE (O.), GAYE (O.), HERVÉ (J. P.), DIACK (P. A.), DIALLO (S.), 1993b — Le paludisme en zone sahélienne du Sénégal. Indices parasitaires. *Ann. Soc. belge Med. trop.*, 73 : 31-36.
- GARENNE (M.), MAIRE (B.), FONTAINE (O.), DIENG (K.), BRIEND (A.), 1987 — *Risques de décès liés à différents états nutritionnels chez l'enfant d'âge préscolaire*. Doc. Orstom Dakar, 246 p., multigr.
- GARROW (J. S.), WEBSTER (J.), 1985 — Quetelet's index (W/H<sup>2</sup>) as a measure of fatness. *Int. J. Obesity*, 9 : 147-153.
- HANDSCHUMACHER (P.), 1990 — *Structure de la population par âge et par sexe des villages de Dodel, Diomandou, Thialaga, Diouwanabé et de Diamy Bayla (arrondissement de Ndjoum, Département de Podor*. Doc. Orstom, Dakar n° Orstom/ES/DK/36.90, 67 p.
- JAMES (W. P. T.), FERRO-LUZZI (A.), WATERLOW (J. C.), 1977 — The presentation and use of height and weight data for comparing the nutritional status of children under the age of 10 years. *Bull. WHO*, 55 : 489-498.
- LERICOLLAS (A.), sous presse — In BOIVIN (P.), LERICOLLAS (A.), éd. : *Nianga*. Paris, Orstom, coll. Colloques et séminaires.
- LY (C.), NDIAYE (A. M.), 1992 — *Évaluation d'un plan directeur de santé pour le bassin du Fleuve Sénégal*. Volet Nutrition. Doc. Orana (Organisme de recherche sur l'alimentation et la nutrition Africaines), Dakar.
- MAIRE (B.), DELPEUCH (F.), CORNU (A.), TCHIBINDAT (F.), SIMONDON (F.), MASSAMBA (J. P.), SALEM (G.), CHEVASSUS-AGNES (S.), 1992 — Urbanisation et transition nutritionnelle en Afrique Sub-Saharienne : les exemples du Congo et du Sénégal. *Rév. Epidemiol. et Santé Publ.*, 40 : 252-258.
- SIMONDON-BORK (K.), BÉNÉFICE (E.), 1990 — *Enquête nutritionnelle familiale des villages du périmètre MO 6 bis de Diomandou, Département de Podor, Sénégal*. Doc. Orstom Dakar.

SIMONDON-BORK (K.), BÉNÉFICE (E.),  
SY-NDIAYE (M.), 1992 —  
*Nutrition et alimentation des enfants  
d'âge préscolaire des villages  
du périmètre MO 6 bis. Communauté  
rurale de Dodel, département de  
Podor.* Doc. Orstom Dakar  
n° Orstom/ES/DK/54.92, 31 p., multigr.

SIMONDON-BORK (K.), BÉNÉFICE (E.),  
SIMONDON (F.), DELAUNAY (V.),  
CHAHNAZARIAN (A.), 1993 —  
« Seasonal variation in nutritional  
status in rural Senegal ».  
*In* Ulijaszek (S.J.), Strickland (S.S.),

éd. : *Seasonality and Human  
Ecology.* Cambridge University Press,  
Cambridge.

UNICEF/SANAS/ORANA/ORSTOM,  
1991 —  
*Évaluation des projets régionaux  
intégrés au Sénégal. Analyse  
quantitative. Rapport d'analyse.*  
Doc. UNICEF, Dakar.

WORLD HEALTH ORGANIZATION WORKING  
GROUP, 1986 - Use and interpretation  
of anthropometric indicators of  
nutritional status. *Bull. WHO*,  
64 : 929-941.



# Évolution de la situation malacologique et helminthologique en fonction des modifications de l'environnement

L'exemple du périmètre  
irriguée de Diomandou

**Oumar Talla Diaw**  
Malacologiste

**Georges Vassiliades**  
Parasitologue

**Moussa Seye**  
Malacologiste

**Yemou Sarr**  
Malacologiste

## Introduction

Le périmètre de Diomandou (ou périmètre MO 6bis) est le plus récent dans le département de Podor. Il est, avec les cuvettes anciennement aménagées de Guédé et de Nianga, l'un des trois principaux périmètres irrigués de la moyenne vallée du fleuve Sénégal.

Dès la première année de sa mise en eau (1989), une étude malacologique et helminthologique a été entreprise afin de suivre l'évolution des mollusques et des parasitoses induites. Les périmètres les plus

anciens de la moyenne vallée sont en effet actuellement colonisés par des mollusques hôtes intermédiaires et de nombreux cas de trématodoses humaines et animales y sont recensés. Cette étude s'inscrit donc dans le cadre d'une évaluation globale de l'impact des actions de développement (aménagements hydro-agricoles, barrages, mise en valeur, etc.) sur l'état sanitaire des populations humaines et animales, en relation avec l'utilisation de l'eau. Elle concerne la période 1989-1991.

## Le milieu et les aménagements

Le périmètre de Diomandou se situe à 66 km de Podor (Département de Podor, arrondissement de Ndioum). Rappelons que le climat y est de type sahélien avec une très légère influence des alyzés maritimes. La température moyenne annuelle est de 28,6 °C. Les pluies sont concentrées sur les mois de juillet à septembre avec le maximum en août (1/3 des pluies annuelles).

Les ressources en eau de la partie non aménagée de la cuvette proviennent du bief « fluvial » du Doué. Celle-ci n'est donc, pour le moment, cultivable que pendant l'hivernage. Cependant la mise en service du barrage de Manantali devrait permettre le développement de nouvelles activités agricoles.

Le périmètre aménagé est divisé en 28 unités autonomes d'irrigation (UAI), elles-mêmes divisées en parcelles. Plus des 2/3 des UAI sont destinés à la riziculture, le reste à la polyculture. Le périmètre est irrigué à partir du Doué par une station de pompage. Le système d'irrigation est de type tertiaire. Il est composé d'un canal périphérique cimenté (canal principal), sur lequel se greffent les canaux secondaires en terre, qui amènent l'eau au niveau des UAI. Des canaux tertiaires, également en terre, permettent l'irrigation des parcelles. Le drainage est assuré au moyen de canaux creusés dans le sol.

L'exploitation du périmètre date de mai 1989, mais les populations des villages de Diomandou et Thialaga ont pratiqué la culture irriguée, sur les terres qui constituent aujourd'hui les UAI 22 et 24, respectivement depuis 1979 et 1981.

## ■ Méthodes d'étude

Les prospections malacologiques ont été effectuées au niveau des parcelles, des canaux d'irrigation et des drains. Les sites sont restés les mêmes pendant toute la durée de l'étude. Les mollusques sont recherchés sur la végétation aquatique riveraine, dans la boue et au niveau des différents supports possibles. Les mollusques récoltés sont groupés par site puis sont ramenés au laboratoire pour être identifiés et afin d'étudier leur infestation.

Parallèlement, des études helminthologiques ont été effectuées chez le bétail particulièrement chez les bovins de la zone de Diomandou. Pour ce faire, des prélèvements de fèces ont été réalisés au niveau des sites les plus fréquentés par les troupeaux. Ils ont fait l'objet d'examen directs (méthode coprologique) afin de déterminer la nature du parasite et la charge parasitaire.

Les parasitoses intestinales humaines ont été étudiées au cours d'une enquête spécifique qui a intéressé un échantillon représentatif de l'ensemble des villages de la zone du périmètre (DIALLO *et al.*, 1990; DIALLO *et al.*, 1991).

## ■ Résultats

### *Données malacologiques dans le Département de Podor : résultats antérieurs*

Des enquêtes malacologiques au niveau des cuvettes aménagées de Nianga et Guédé chantier (périmètres aménagés depuis 40 ans) ont révélé la présence des mollusques *Bulinus forskalii*, *B. senegalensis* et *B. truncatus*, hôtes potentiels de trématodoses humaines et animales. Ils ont été récoltés au niveau des parcelles et des canaux d'irrigation (canaux secondaires). De plus *B. forskalii* a été trouvé dans la zone aménagée de Gamadji (DIAW, 1980).

Au niveau de Podor, des mollusques (*B. forskalii* et *B. truncatus*) ont été récoltés dans les mares temporaires de Thiewlé, Ndiërba et Ndiandane (DIAW, 1980).

Concernant les affections parasitaires, certaines données bibliographiques signalent l'existence de la bilharziose dans le département de Podor :

- WATSON (1970) estime, en se basant sur les registres des hôpitaux et centres de santé, que le taux d'infestation par *Schistosoma haematobium* était compris entre 15 à 20% à Podor en 1969.
- Un rapport de l'Organisation pour la Mise en Valeur de la Vallée du Sénégal (OMVS) signale, en 1977, un taux d'infestation par *S. haematobium* égal à 2,4% au niveau du Diéri, dans la région de Podor (ANONYME, 1978).
- VERCRUYSSSE *et al.* (1985) note un taux d'infestation pour la bilharziose urinaire égal à 33,1% à Guédé chantier et à 3,3% à Ndioum.

## *Données malacologiques et parasitologiques au niveau du périmètre MO 6bis*

### **Volet malacologique**

En 1989 et 1990, aucun mollusque d'intérêt médical ou vétérinaire n'a été récolté. Seuls des bivalves du genre *Corbicula* colonisent certaines parcelles et des canaux d'irrigation. Les prospections réalisées à la fin de 1990 ont montré une forte densité de ces mollusques, surtout dans le canal principal et dans quelques canaux secondaires.

C'est en début 1991 que le premier pulmoné (*Bulinus senegalensis*) a été récolté au niveau d'un canal secondaire. Les prospections suivantes ont révélé la présence de *B. senegalensis* dans d'autres canaux d'irrigation, mais toujours avec une densité très faible (3 à 5 spécimens/homme/heure).

Aucun mollusque n'a été récolté, ni dans les mares temporaires situées à l'intérieur et à la périphérie du périmètre, ni dans celles des environs des villages de Diomandou et de Thialaga.

Après trois années d'exploitation, le périmètre MO6 bis a une population malacologique qui reste toujours très pauvre.

## Volet parasitologique

L'étude helminthologique (analyses coprologiques) réalisée chez les bovins qui fréquentent le périmètre ainsi que les points d'eau et les pâturages des zones environnantes, n'a révélé que la présence de strongles digestifs. En août 1990, sur 15 bovins examinés, on a obtenu 60% de strongyloses et 0% de trématodoses. En avril 1991, sur 35 bovins examinés, 31% étaient porteurs de strongyloses et 0% de trématodoses. En outre, aucun cas de trématodoses (distomatose, schistosomose ou paramphistomose) n'a été rencontré ou signalé par les services vétérinaires de la zone.

Ces données corroborent nos résultats malacologiques : les pulmonés, hôtes intermédiaires de ces parasitoses, sont presque totalement absents.

Aucun cas endémique de bilharziose humaine n'a été rencontré dans la zone du périmètre (DIALLO *et al.*, 1990; DIALLO *et al.*, 1991).

## Discussion et conclusion

La situation malacologique au niveau du périmètre MO 6bis, en 1991, après trois ans d'exploitation, est satisfaisante surtout si on la compare à celle des autres périmètres de la vallée (Guédé et Nianga). Le calendrier cultural et l'alternance des périodes d'irrigation (assèchement du canal principal à certaines périodes, contrôle et économie de l'eau, étalement des cultures dans le temps, etc.) semblent constituer autant de facteurs défavorables à l'installation et à la prolifération des mollusques. Il convient cependant de se montrer très prudent face à une situation qui n'est pas encore stabilisée.

Dans le reste de la vallée, les prospections réalisées en 1991 et 1992, ont montré une évolution de la faune malacologique étroitement liée à la mise en service des barrages, à la multiplication des aménagements hydro-agricoles et à une pluviométrie qui tend à se normaliser. Ainsi des *B. senegalensis* et *B. truncatus* ont été récoltés à Niandanne, Guia et Nianga tandis que des cas de bilharzioses ont été signalés dans ces zones. (DIAW, 1991; DIAW *et al.*, 1992).

Pendant la même période, à Ross-Béthio (delta du fleuve), on observe chez les bovins 40 % de strongyloses, 60 % de paramphistomoses et 15 % de distomatose, tandis qu'autour du lac de Guiers, les petits ruminants sont fortement infestés avec des prévalences de 70 % pour les strongyloses, 50 % pour la distomatose et 30 % pour les paramphistomoses (DIAW, 1985; DIAW *et al.*, 1990; DIAW *et al.* 1992).

La ville de Richard-Toll fait l'objet, depuis 1990, d'une très importante épidémie de bilharziose intestinale (TALLA *et al.*, 1990) tandis que l'on assiste à une double extension des bilharzioses à *S. haematobium* et *S. mansoni* dans le delta (ERNOULD, 1993; VERLE *et al.*, 1994).

Cet ensemble de données, à la fois malacologiques et parasitologiques, fait ressortir le contraste entre le périmètre MO 6bis, où la situation est relativement satisfaisante, et les périmètres du delta et du lac de Guiers où la situation épidémiologique, en ce qui concerne les trématodoses, est alarmante.

A Diomandou les risques sont, pour le moment, minimes, sinon inexistants. Il convient cependant de ne pas oublier que le périmètre n'a que cinq ans et qu'il n'est encore que très peu détérioré. Cette situation, bien que susceptible de se modifier à long, et même à moyen terme, peut être préservée à condition d'améliorer la gestion technique du périmètre avec un entretien régulier des canaux (désherbage, faucardage, évacuation des déchets, reconstruction des diguettes, etc.) associé à une surveillance régulière de la situation malacologique et helminthologique.

## Bibliographie

ANONYME, 1978 —  
« Evaluation des effets  
sur l'environnement d'aménagements  
prévus dans le bassin du Fleuve  
Sénégal ». In Gannet Flemming et  
Orgatec, éd. : *Rapport spécial  
bilharziose*. Doc. OMVS Dakar : 87 p.

DIALLO (S.), NDIR (O.), SOUARÉ (D.),  
DIENG (T. H.), 1990 —  
*Prévalence des bilharzioses et*

*des autres parasitoses intestinales  
dans le bassin du Fleuve Sénégal.  
Résultats d'enquêtes effectuées  
à Richard-Toll (Département  
de Dagana) et dans la zone  
du Périmètre irrigué  
de Diomandou (Département  
de Podor)*. Doc. ORSTOM Dakar  
n° ORSTOM/ES/DK/22.90 : 41 p.

DIALLO (S.), NDIR (O.), GAYE (O.), DIAW (O. T.), BETTS (B.B.), 1991 —  
*Prévalences des maladies parasitaires endémiques dans le bassin du Fleuve Sénégal. Résultats d'enquêtes effectuées dans les départements de Dagana, Podor, Matam et Bakel.* Doc. Service de Parasitologie, fac. de Médecine et de Pharmacie, U.C.A.D. Dakar, Sénégal : 59 p.

DIAW (O. T.), 1980 —  
*Etude malacologique dans le département de Podor.* Rapport annuel 1980, service de parasitologie, LNERV/ISRA Dakar : 17 p.

DIAW (O. T.), 1985 —  
*Les impacts des barrages de Diama et Manantali sur les maladies animales.* Doc. LNERV/ISRA Dakar n° 56/Parasito. : 13 p.

Diaw (O.T.), 1991 —  
*Epidémiologie des bilharzioses dans le bassin du fleuve Sénégal : Etudes malacologiques (mission du 05 au 19 août et du 23 septembre au 7 octobre 1991).* Doc. LNERV/ISRA Dakar n° 52/Parasito. : 16 p.

DIAW (O. T.), VASSILIADES, (G.), 1990 —  
*Etude malacologique et helminthologique dans le bassin du fleuve Sénégal (Delta et Vallée). Synthèse au 30 Septembre 1990. Programme "Eau et Santé" (ORSTOM).* Doc. LNERV/ISRA Dakar n° 66/Parasito. : 11 p.

DIAW (O. T.), VASSILIADES (G.), SEYE (M.), SARR (Y.), 1990 —  
« Prolifération de mollusques et incidence sur les trématodoses dans la région du Delta et du Lac-de-Guiers après la construction du barrage de Diama sur le Fleuve Sénégal » *In* : Résumés des contributions à ICOPA VII. *Bull. Soc. fr. Parasitol.*, 8 (Suppl. 2) : 772 p.

DIAW (O. T.), VASSILIADES (G.), SEYE (M.), SARR (Y.), 1992 —  
*Incidences de la construction des barrages et des aménagements hydroagricoles sur la pathologie parasitaire animale. Etudes helminthologiques et malacologiques.* Doc. LNERV, Dakar n° 15/Path. Anim. : 24 p.

ERNOULD (J. C.), 1993 —  
*Épidémiologie des bilharzioses humaines dans le delta du fleuve Sénégal. Rapport d'activité (septembre 1993 - Mars 1994).* Doc. Orstom Dakar n° ORSTOM/ES/DK/70.94 : 10p.

TALLA (I.), BELOT (S.), KONGS (A.), VERLE (P.), SARR (S.), COLL (A.M.), 1990 —  
Outbreak of intestinal schistosomiasis in the Senegal river basin. *Ann. Soc. belge Med. trop.*, 70 : 173- 180.

VERCRUYSSSE (J.), SOUTHGATE (V. R.), ROLINSON (D.), 1985 —  
The epidemiology of human and animal schistosomiasis in the Senegal River Basin. *Acta tropica*, 42 : 249-259.

VERLE (P.), STELMA (F.), DESRUMEAUX (P.), DIENG (A.), DIAW (O. T.), KONGS (A.), NIANG (M.), SOW (S.), TALLA (I.), STURROCK (R. F.), GRYSEELS (B.), CAPRON (A.), 1994 —  
Preliminary study of urinary schistosomiasis in a village in the delta of the Senegal river basin, Senegal. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 88 : 401-404.

WATSON (J. M.), 1970 —  
Mise en valeur de la vallée du Sénégal. Aspects sanitaires. Rapport de mission. Doc. WHO Afro/PAAGO : 9 p.



# La ville de Richard-Toll

---

partie 2





# D'une urgence en santé publique à une géographie de la santé à Richard-Toll

**Pascal Handschumacher**  
Géographe

**Idrissa Talla**  
Médecin

**Georges Hébrard**  
Entomologiste médical

**Jean-Pierre Hervé**  
Entomologiste médical

## ■ Introduction

Richard-Toll est une ville de plantation située à l'entrée du delta sur la rive gauche du fleuve Sénégal par 16° de latitude nord. Depuis 1971, cette ville est le siège de la Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS), société agro-industrielle du groupe Mimran qui a choisi de reprendre un ancien casier rizicole pour y cultiver de la canne à sucre grâce à l'irrigation (fig. 1).

L'épidémie de bilharziose intestinale qui a éclaté en 1988 à Richard-Toll, a replacé cette ville sous les feux de l'actualité en raison de sa brutalité mais également de la localisation, a priori aberrante par rapport à l'aire d'endémicité habituelle de cette maladie.

La mise en service des grands barrages de Diama en 1986 et de Manantali en 1988 a aussitôt été incriminée comme étant responsable de cette épidémie. En fait les conditions préexistantes ont

creusé le lit de la maladie qui n'a plus eu alors besoin que de cet ultime coup de pouce pour se développer.

Cependant, de même que des causes similaires ne conduisent pas nécessairement aux mêmes effets selon les lieux et les époques, les mêmes facteurs qui peuvent expliquer la répartition d'une maladie à l'échelle régionale peuvent avoir un poids très différent à l'échelle locale. Ce constat, déjà effectué à propos d'autres pathologies et d'autres environnements, trouve en Richard-Toll un exemple particulièrement spectaculaire. Les conséquences de cette analyse ont alors des implications profondes au niveau de la prévention, du contrôle et de la lutte contre la maladie en tentant de rechercher des solutions appropriées aux lieux et à leurs spécificités.

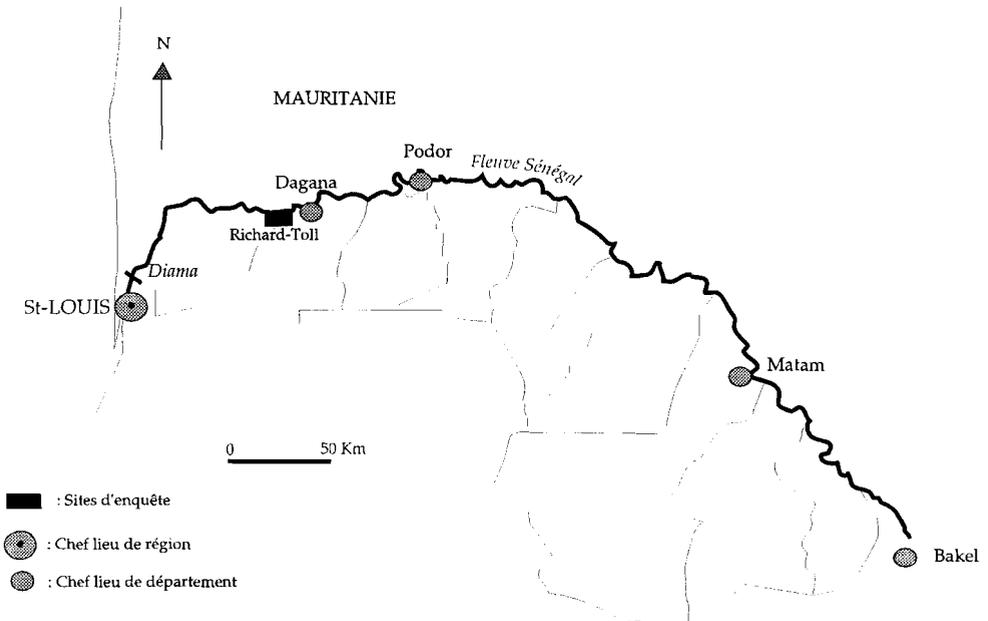


Figure 1  
Carte de situation.

## ■ L'émergence du foyer de Richard-Toll : La mise en évidence d'un environnement spécifique

### *L'écologie de la bilharziose intestinale*

La bilharziose intestinale est une trématodose essentiellement humaine dont l'aire de répartition en Afrique de l'ouest est principalement cantonnée à la bande soudanienne et aux régions situées au sud de celle-ci. L'agent pathogène est *Schistosoma mansoni*.

Au Sénégal, si deux foyers de bilharzioses intestinales ont été signalés en 1958 à Montrolland et Niakhar par LARIVIÈRE (1958), soit par 14 ° de latitude nord, il ne semblait plus exister avant l'épidémie de Richard-Toll de foyers hors de la Casamance et du Sénégal Oriental. Cette localisation au sud de la bande soudanienne est essentiellement dictée par les exigences de l'hôte intermédiaire qui est, en Afrique de l'ouest, *Biomphalaria pfeifferi*. Ce planorbe est un mollusque supportant très mal la dessiccation contrairement aux bulins, hôtes intermédiaires des bilharzioses urinaires. Il a donc besoin pour se maintenir et se développer d'eaux pérennes. Ceci exclut en pratique les zones sahéliennes où les mares d'eau sont temporaires. Par ailleurs, outre leur caractère pérenne, ces eaux doivent présenter des caractéristiques physico-chimiques relativement stables. Ainsi des eaux salées, troubles présentant de grandes variations de température ne peuvent convenir à *B. pfeifferi*. Cependant, les seuils ne sont pas connus *in vivo* de manière précise et semblent présenter de grandes variations selon les localisations et les études.

Dans le contexte de désertisation qui caractérise la moitié Nord du Sénégal, il n'avait, dès lors, pas été envisagé l'éventualité de l'installation de cette parasitose suite aux modifications consécutives à la mise en service des barrages de Diama et de Manantali.

## *La naissance de l'épidémie de Richard-Toll*

En 1988, les premiers cas de bilharziose intestinale sont signalés (TALLA *et al.*, 1991). Rapidement, ces cas sporadiques sont devenus plus nombreux et dans les mois qui ont suivi, l'on a parlé de l'épidémie de bilharziose intestinale de Richard-Toll comme du fait de santé majeur de l'après barrage.

Les bilharzioses humaines sont des maladies extrêmement focalisées, dépendant, pour leur localisation, des sites de transmission que sont les cours d'eau dans lesquels vivent les hôtes intermédiaires. Cependant la présence des hôtes intermédiaires ne peut suffire à l'émergence brutale d'un flambée épidémique si la population riveraine n'entretient pas un contact étroit avec l'eau, ce contact étant d'autant plus étroit que la pression humaine aux points d'eau est dense et que les activités humaines s'y prêtent (GAUD, 1958). Le site de Richard-Toll ne fait pas exception à cette règle.

Seule de toute la vallée du fleuve Sénégal, la ville de Richard-Toll présente un cumul de facteurs favorables à l'installation de cette maladie.

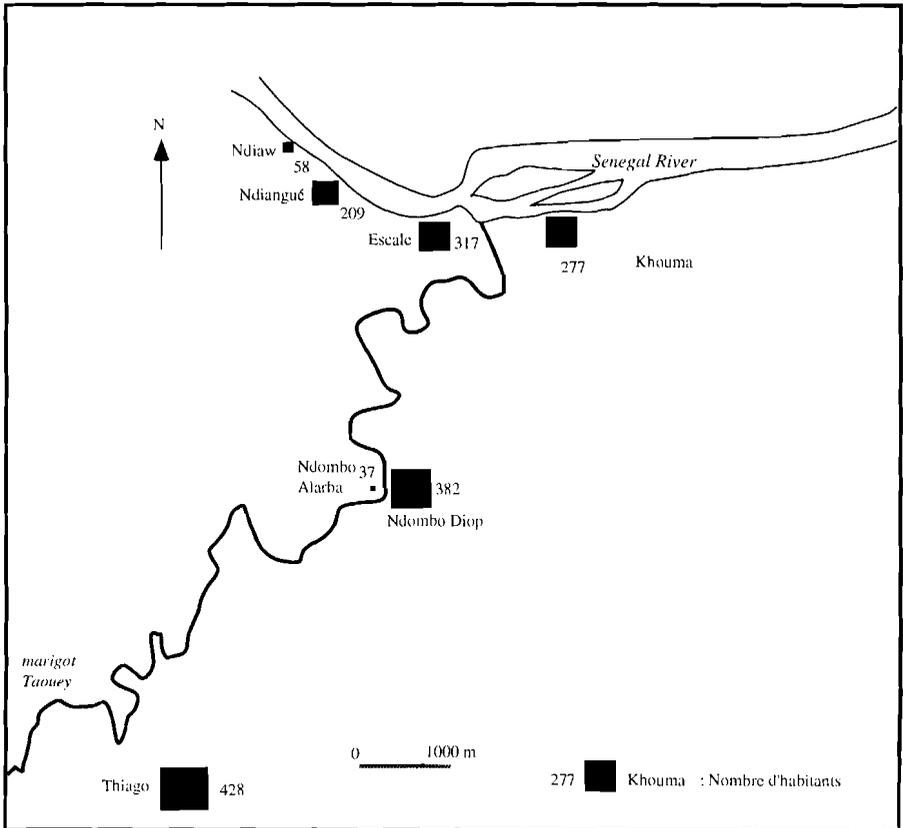
Située sur les bords du fleuve, de part et d'autre du marigot Taouey qui relie le fleuve au lac de Guiers, la ville de Richard-Toll est le plus ancien site d'expérimentation agronomique de la vallée. Tirant son nom de Richard, agronome ayant exercé ses activités sur ce site au XIX<sup>e</sup> siècle, et de Toll, mot wolof signifiant le « champs », la ville de Richard-Toll n'a pendant longtemps été qu'une bourgade servant d'escale au commerce fluvial, à un degré moindre cependant que ses pendants le long du fleuve que sont Dagana, Podor, Bogué, Matam et Bakel. Cette « Escale » était environnée de villages wolofs waalo-waalo, ethnic d'agriculteurs pêcheurs, et de campements peuls, pasteurs nomades (fig. 2).

En 1965, la bourgade ne comptait encore que 3 000 habitants y compris les habitants des village de Khouma et de Ndiangué.

C'est sur ce site que la Mission d'Aménagement du Sénégal, la MAS, a choisi d'installer un casier rizicole de 6 000 ha, opération d'aménagement de grande envergure.

Cette essai a malheureusement fait long feu et, en 1970, la Compagnie Sucrière Sénégalaise obtenait la concession d'exploita-

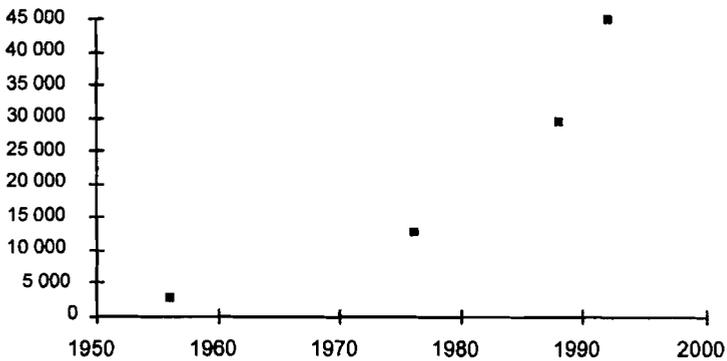
tion, la mise en culture intervenant l'année suivante. Ce fait constitue l'impulsion donnée à la plus importante croissance de population qu'a connue la vallée du fleuve Sénégal. En 1976, lors du recensement général de population la ville comptait 13 000 habitants. Le deuxième recensement général de population effectué en 1988 dénombrait 29 611 habitants. A partir de notre enquête effectuée sur la base de 20 % des concessions de la ville en 1992, nous estimons la population de la ville à ce moment là à 45 000 personnes sans compter environ 5 000 résidents temporaires.



■ Figure 2  
Importance et distribution du peuplement humain  
à Richard-Toll à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.

Bien qu'il convienne de rester extrêmement prudent lors de l'analyse de ces données collectées de manière différente pour des objectifs différents, il ressort sur l'ensemble de la période une croissance de population de près de 8 %.

Cette croissance a été d'autant plus forte qu'elle a bénéficié de l'apport d'habitants de la vallée touchés par les grandes sécheresses qui ont affecté la zone sahélienne dans les années 72/73. La CSS offrait alors un recours aux habitants de la vallée confrontés à des problèmes de survie croissants. (fig. 3).

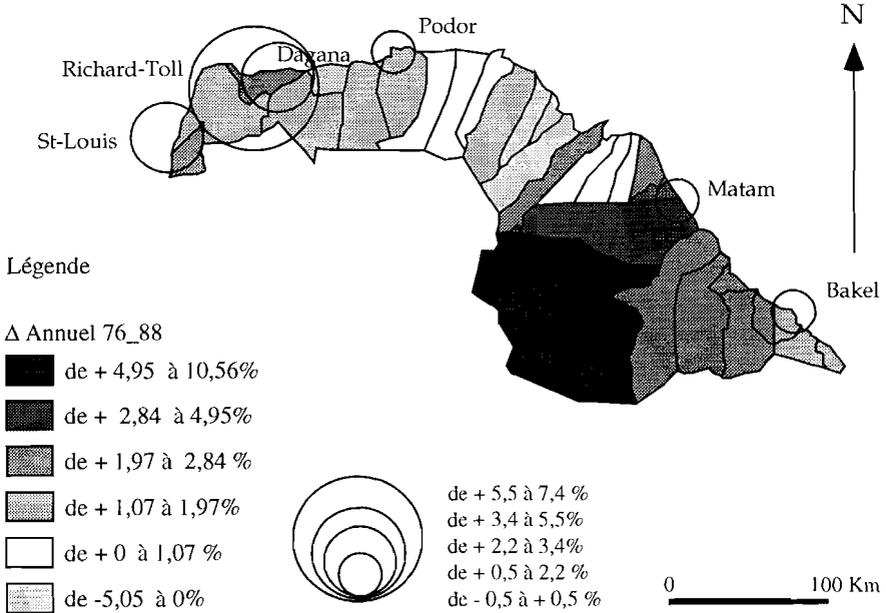


■ Figure 3

La croissance de la population de Richard-Toll.

La carte de dynamique de population à l'échelle de la vallée du fleuve Sénégal, entre 1976 et 1988, met en évidence la stagnation voire la régression démographique de la majorité des communautés rurales (fig. 4). Les villes sont à l'image des campagnes environnantes, seule se distinguant la ville de Richard-Toll. Entérinant ce fait, les autorités administratives ont érigé en 1991 la ville de Richard-Toll au rang de commune. Mais à cet aspect de dynamisme démographique, s'oppose une réalité de pauvreté de nombreux habitants, de pression humaine, de lacunes en équipements.

**Figure 4**  
Taux d'accroissement annuel des communes  
et des communautés rurales riveraines  
du fleuve Sénégal de 1976 à 1988.



P. Handschumacher, 1994.

Rien n'a été fait pour recevoir une population aussi importante, pouvoirs publics et Compagnie sucrière se renvoyant la responsabilité des lacunes et des carences.

Alors pour remédier à l'indigence du réseau d'eau potable, les habitants vont s'approvisionner aux eaux de surface qui sont, il est vrai, présentes tout autour de la ville. Fleuve Sénégal, marigot Taouey, canal Taouey qui a été construit pour favoriser le remplissage du lac de Guiers, canaux d'irrigation profonds nécessaires à la culture de la canne à sucre dans cette zone sahélienne, sont autant de points auxquels les habitants de la ville peuvent s'approvisionner. Les berges herbeuses sont des lieux de défécation en l'absence de latrines.

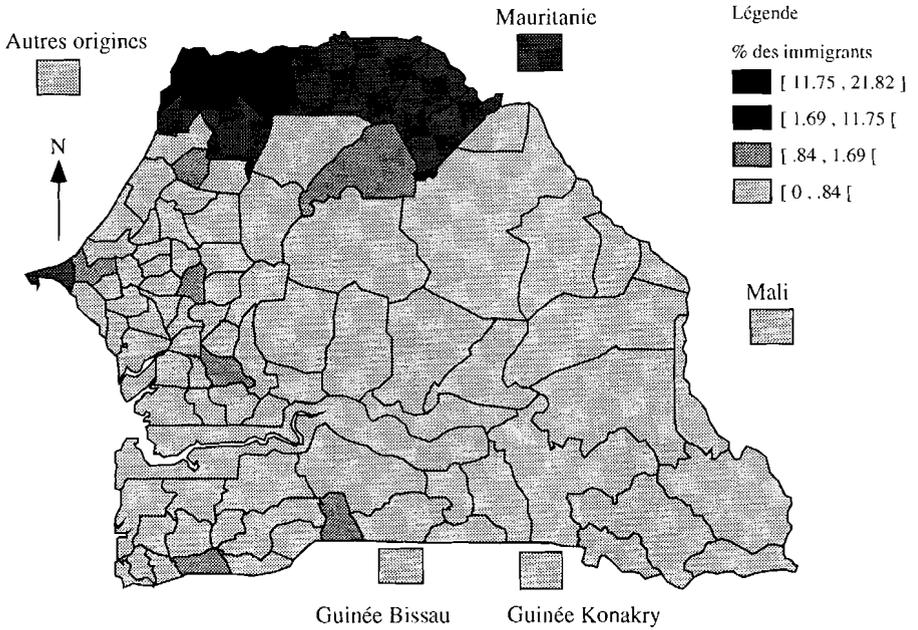
Dans des conditions d'hygiène aussi précaires, avec des densités de population uniques dans la vallée et un mode de mise en valeur spécifique nécessitant la présence permanente d'eau d'irrigation, il ne manquait plus que la présence de *Biomphalaria pfeifferi* en quantité suffisante pour qu'un porteur d'oeuf de *Schistosoma mansoni* puisse permettre au cycle de démarrer.

Ce coup de pouce à la nature a très probablement été apporté par la mise en service des barrages de Diama principalement, mais également de Manantali. A partir de 1986 et plus encore de 1988 les fluctuations des niveaux d'eau dans les canaux d'irrigation ont été faibles entraînant une stabilisation des conditions physico-chimiques. Alors qu'avant 1986 il n'était pas rare d'observer de très faibles hauteurs d'eau dans les canaux d'irrigation principaux qui ceinturent le périmètre sucrier, après cette date les canaux sont restés remplis en permanence.

Les mollusques hôtes intermédiaires qui avaient été observés en très faible quantité dans le lac de Guiers durant les années soixante-dix (DIAW *et al.*, 1990) ont alors trouvé des conditions favorables à leur prolifération permettant au parasite d'exécuter son cycle dans un contexte favorable à une explosion épidémique.

Dans ce pôle d'attraction qu'est devenu Richard-Toll certaines personnes sont originaires de villages situés dans la zone d'endémicité de la bilharziose intestinale. En effet, l'appel de main d'oeuvre a été entendu du pays entier même si les migrants sont principalement originaires des arrondissements limitrophes de la commune et dans une moindre mesure du reste de la vallée du fleuve Sénégal. Les mauritaniens, malgré ou peut être à cause des problèmes frontaliers existant entre le Sénégal et la Mauritanie, sont présents en nombre important. En effet, si la présence de Mauritaniens est ancienne dans la zone, l'afflux de réfugiés négro africains a conduit à l'installation d'un camp de réfugiés à Thiabakh, quartier périphérique de la ville. Sans relation avec la vocation de plantation de la ville de Richard-Toll, cet afflux de réfugiés n'a pu que contribuer depuis 1989 aux problèmes de déséquilibre de l'environnement urbain (fig. 5).

On peut cependant noter que des liens importants existent avec le bassin arachidier, la presqu'île du Cap Vert et même la Casamance. Sans doute les liens anciens tissés par les communautés de pêcheurs lors de leurs campagnes ont-ils contribué à faire venir des personnes



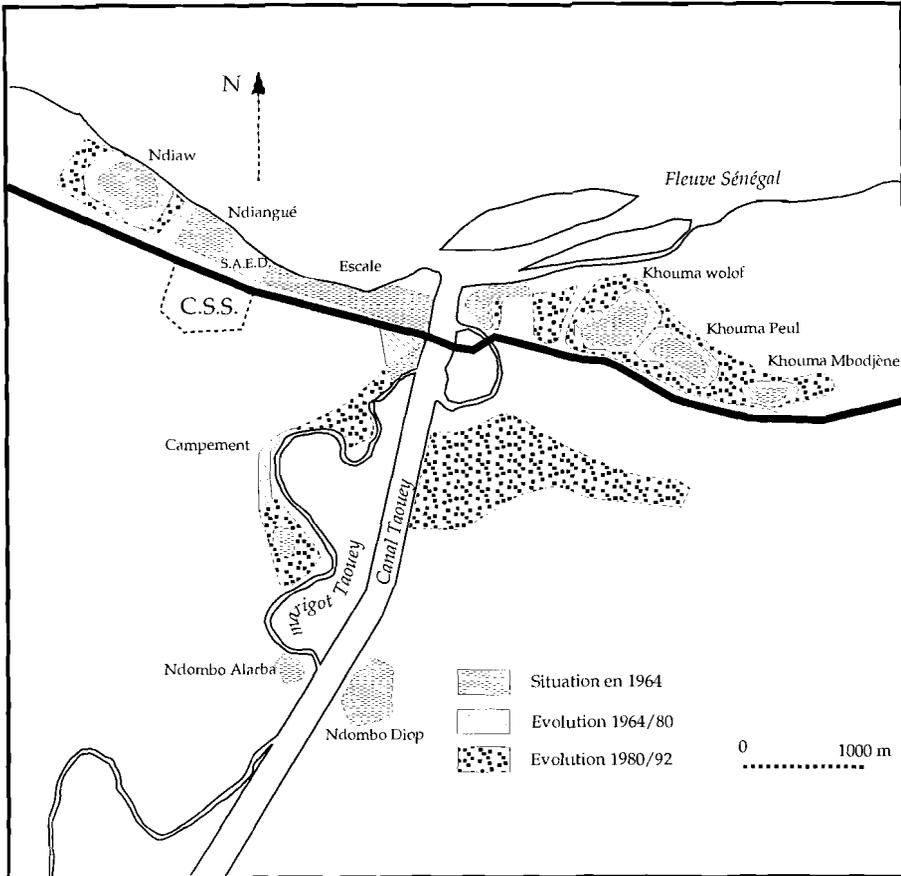
P. Handschumacher 1994

■ Figure 5

Arrondissements de naissance des habitants de Richard-Toll nés en dehors de la commune (en % du total de l'échantillon).

originaires de l'extrême sud du pays. Or la Casamance compte quelques foyers de bilharziose intestinale et même si les connaissances à ce sujet sont relativement succinctes il est possible d'imaginer que l'importation du parasite est un fait ancien qui par le fait des conditions nouvelles a désormais pu s'exprimer.

Ce sont donc les mêmes facteurs qui ont fait de Richard-Toll une ville en pleine expansion, qui sont aujourd'hui à la base de son principal problème de santé publique : culture de la canne à sucre, naissance et développement d'une ville de plantation, fortes densités de population, sous équipement.



■ Figure 6  
Évaluation des surfaces bâties de 1964 à 1992.

Cette spécificité à l'échelle régionale a donc conduit à élaborer des stratégies de contrôle et de lutte de la bilharziose intestinale sur la base d'une augmentation des infrastructures sanitaires afin de réduire les potentialités de contact à l'eau infestée et les possibilités de contamination de ces eaux par les gens malades.

Mais l'étude de la répartition de la bilharziose intestinale en liaison avec la géographie interne de la ville de Richard-Toll remet en question cette approche.

## Des villages à la ville, le développement d'environnements multiples

La croissance et la constitution de la ville de Richard-Toll s'est faite par agrégation des nouveaux arrivants autour de l'Escale et des anciens villages de Ndiaw, Ndiangué, Khouma, Gallo Malick, et Taouey ainsi que par la création du quartier de Thiabakh sur le site d'un campement peul.

Cette croissance s'est faite progressivement à la fois par une densification de l'existant et par l'extension des villages qui sont devenus jointifs. Puis les marges se sont distendues en même temps que l'on assistait à la création du quartier nouveau de Thiabakh à partir des années quatre-vingt. La comparaison des couvertures photographiques aériennes effectuées en 1964, 1980 et 1992 nous a permis de dresser la carte de l'évolution de l'espace bâti (fig. 6).

Cette dimension temporelle et spatiale de l'évolution du bâti est à la base même des disparités des paysages de Richard-Toll.

Les anciens villages ont donné leur nom à des quartiers administratifs (fig. 7) qui se partagent l'espace urbain et ce faisant peuvent masquer la multiplicité des situations existant au sein de la ville.

Ainsi le contrôle de l'espace selon les ethnies, traduit par l'appartenance ethnique des chefs de concession, souligne la permanence de l'existence d'anciens villages dans la ville en se distinguant des marges peuplées de populations allochtones. Les centres des quartiers de Ndiaw, Ndiangué, Khouma et Escale ainsi que les sous-ensembles de Gaya II et de Guadalkhout sont occupés majoritairement par des concessions dirigées par des chefs de carré wolof. Parallèlement on retrouve la marque des anciens campements peuls au centre des quartiers de Gallo Malick et de Thiabakh.

Au contraire, les marges de ces différents quartiers montrent une imbrication d'ethnies différentes mettant en évidence l'agglomération des populations nouvelles autour des vieux centres. Ces marges sont dominées par l'ethnie Toucouleur tant à Khouma, Gallo-

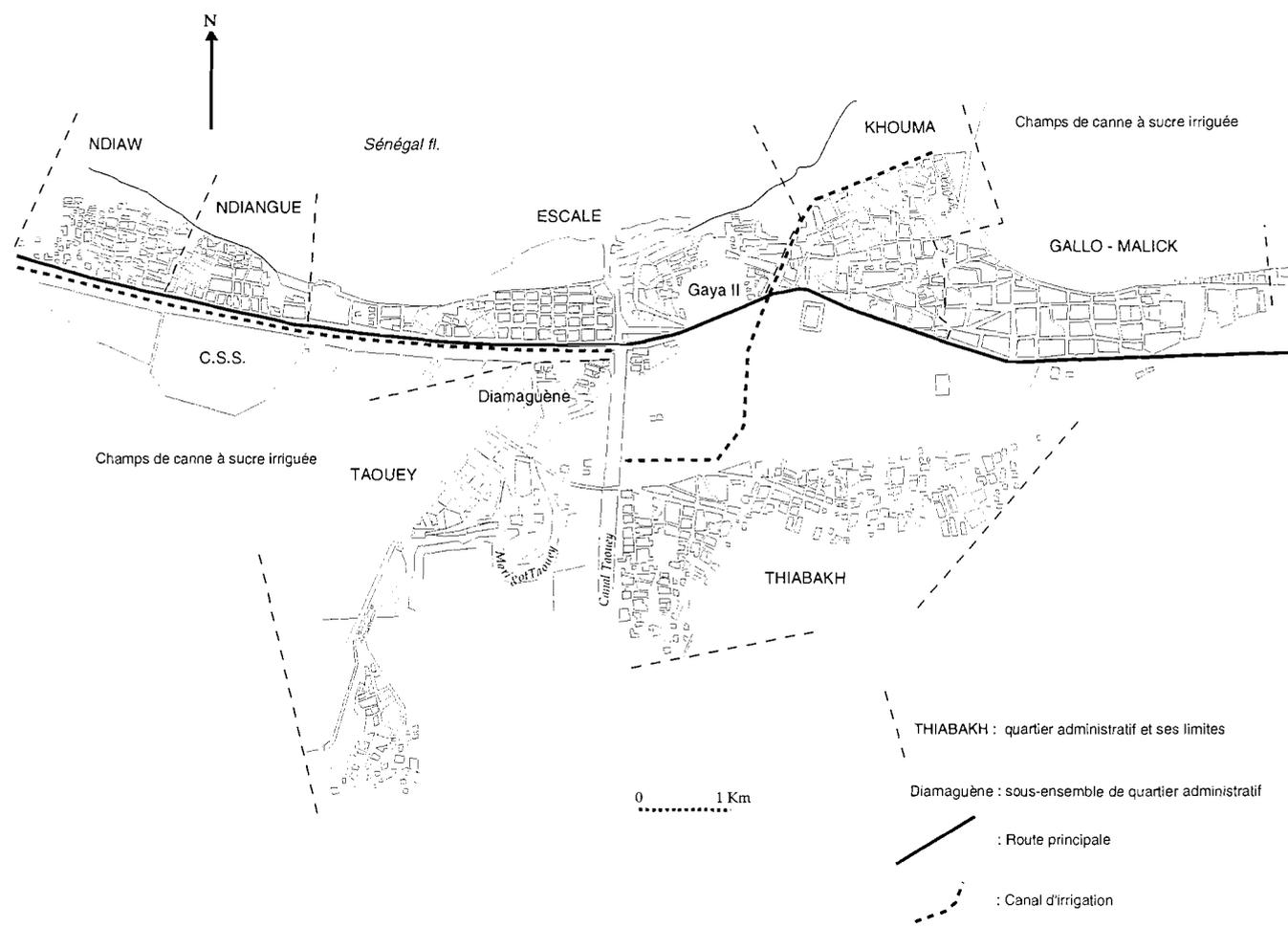


Figure 7  
La commune de Richard-Toll.

Malick, qu'à Ndiaw et dans une moindre mesure Thiabakh. Le quartier Taouey est, quant à lui, majoritairement peuplé de Toucouleurs qui ont bénéficié là d'un certain vide territorial à leur arrivée. Cette domination toucouleur sur les marges est le reflet de l'arrivée massive d'habitants de la moyenne vallée du fleuve Sénégal plus que de toute autre région du Sénégal. Seul le village de Ndiangué s'est étendu par arrivée de Wolofs, faisant de ce quartier un espace apparemment homogène.

Cette opposition ethnique centres-marges au sein des différents quartiers s'accompagne d'une opposition centre-périphérie à l'échelle de la commune. En effet, l'étude des densités de population met en évidence une diminution progressive des densités au fur et à mesure que l'on s'éloigne des centres. La densité du bâti n'autorise plus l'installation de nouvelles concessions en dehors des espaces périphériques. Les nouveaux arrivants, profitant du vide relatif des marges, s'installent à bonne distance des carrés déjà en place. Puis, ces vides se combleront progressivement, les nouveaux arrivants étant désireux de ne pas trop s'éloigner et de leur lieu de travail et des infrastructures commerciales et sanitaires situées dans le quartier Escale.

Autour des anciens villages densément peuplés, au bâti complexe et imbriqué, se densifient progressivement les extensions qui les joignent entre eux, homogénéisant progressivement les espaces centraux, anciens villages et premières extensions confondus. A l'échelle de la commune, les disparités des densités de population traduisent ainsi l'extension progressive de la ville opposant le centre géographique à la périphérie.

Cette dichotomie marge-centre apparaît très nettement à travers un certain nombre d'indicateurs socio-économiques. La nature de la construction est d'autant plus solide et durable que l'implantation est ancienne. Ciment et banco-cimenté dominent dans les quartiers centraux, le banco et la paille n'apparaissant guère que sur les marges et les quartiers Taouey et Thiabakh.

Ce contraste est encore plus important s'agissant des adductions d'eau privées reliées au réseau de la SONEES (Société Nationale d'exploitation des Eaux du Sénégal). Implantés à Guadalkhout, deux châteaux d'eau desservent presque uniquement les quartiers les plus anciens que sont Escale, Ndiangué et Khouma wolof.

Malgré une politique d'incitation aux branchements au réseau d'eau potable, seule une minorité peut se permettre ce qui apparaît comme un véritable luxe.

Bien que moins discriminant, l'équipement des concessions en latrines n'est pas homogène et reproduit l'opposition entre des centres bien équipés et des marges sous équipées.

Sous équipement, fortes densités de population, mise en valeur particulière par la canne à sucre apparaissent au niveau régionale comme les facteurs susceptibles d'expliquer l'explosion de bilharziose intestinale à Richard-Toll. Si le réseau d'irrigation ainsi que les eaux de surface sont présents partout dans la ville, l'étude de répartition des différents facteurs incriminés met en relief l'opposition entre une zone centrale ancienne, dense, bien équipée en robinets et latrines, et des marges distendues, récentes, aux densités humaines décroissant avec l'éloignement, mais sous-équipées.

De ce constat, peut-on en déduire une différence d'exposition au risque bilharzien ?

## ■ Bilharziose et urbanisation ou le poids des comportements individuels

La répartition de la bilharziose intestinale au sein de la ville de Richard-Toll a été abordée par le biais des charges parasitaires au sein des concessions. En effet, dans ce contexte de transmission intense, les prévalences sont un indicateur peu discriminant à l'échelle des îlots de résidence. Celle-ci est la seule échelle susceptible de permettre une interprétation des relations entre l'état de l'environnement urbain et le fait de santé. Nous avons donc retenu les charges parasitaires moyennes par îlot, suivant en cela l'hypothèse d'une augmentation des charges en fonction de celle des contacts infestants.

Or contrairement au partage de l'espace urbain selon les niveaux d'équipement et les densités de population, aucun phénomène du même type ne semble marquer la répartition de *Schistosoma mansoni*.

En effet, la distribution spatiale des charges parasitaires moyennes met en évidence la très grande diversité des situations. Si aucun quartier n'est épargné, aucun n'est touché de manière homogène. La proximité du marigot Taouey, un des principaux écosystèmes aquatiques à risque, car favorable à l'hôte intermédiaire, entraîne des charges parasitaires importantes chez la population riveraine notamment à Gaya II et Guadalkhout. Il est vrai que ces deux sous-espaces associent à la proximité du marigot de très fortes densités de population. Les canaux d'irrigation principaux voient également se répartir sur leur rives des îlots dont la population subit de fortes charges parasitaires : à Gaya II toujours, mais également à Thiabakh, Khouma et dans une moindre mesure les îlots bordant le canal à Ndiangué. Par ailleurs, quelques îlots périphériques de l'Escale, de Thiabakh et un grand nombre d'îlots de Khouma et de Gallo Malick sont fortement infestés.

Aucune liaison n'apparaît ainsi entre le niveau d'équipement en infrastructures sanitaires et l'importance des charges parasitaires. Est-ce à dire que la présence de robinets, de latrines ne protège pas les habitants de la contamination ?

Deux hypothèses peuvent expliquer cette situation. L'étude des environnements urbains à Richard-Toll a révélé la conjugaison des fortes densités de population avec les niveaux d'équipement les plus élevés. Si l'on rapporte le nombre de robinets par îlot au nombre moyens d'habitants par famille (7 habitants), il apparaît que très souvent la pression humaine aux points d'eau est telle qu'elle interdit en pratique l'utilisation à la majorité de la population. Ce constat peut, dans une certaine mesure, être reproduit pour le nombre moyen d'habitants par latrine.

Autre fait non négligeable, le coût de l'eau potable, s'il empêche de nombreux habitants de la ville de se brancher au réseau de la SONEES, limite son utilisation pour les autres. Par ailleurs, en raison des déficiences du réseau lui même et de la capacité limitée des deux châteaux d'eau, les coupures sont fréquentes. La possession d'un robinet dans la concession ou une bonne desserte du quartier par les bornes fontaines n'exclue donc pas le recours aux caux de surface notamment pour les usages de toilette et de lessive. Or ces espaces théoriquement bien équipés étant très densément peuplés et les points de contact à l'eau limités, la circulation du parasite entre les personnes peut être facilitée.

Au contraire, dans les marges peu denses au peuplement étiré, sous-équipées, et dont l'approvisionnement en eau dépend totalement des eaux de surface, la circulation du parasite peut être limitée par la faible pression humaine aux points d'eau.

L'exemple du quartier de Thiabakh est en ce sens révélateur. Totalement dénué d'eau potable il dépend pour son approvisionnement en eau du canal Taouey, d'une citerne d'eau mise à disposition des habitants du quartier une fois par semaine (de même que dans le quartier Taouey) par la Compagnie Sucrière, de quelques puits, ainsi que du grand canal d'irrigation pour une petite zone au nord-est du quartier. Les latrines sont peu répandues. Il s'agit pourtant du quartier le moins infesté. En effet, les faibles densités de population n'entraînent pas de pression humaine élevée aux points de contact à l'eau. La présence de la « brousse » au sud de ce quartier permet aux gens de s'exonérer ailleurs que sur les berges des cours d'eau. Les possibilités d'infestation des hôtes intermédiaires sont donc réduites au même titre que les possibilités de contamination des hommes. Ceci est confirmé par les résultats de l'étude malacologique qui a révélé des prévalences très faibles chez les mollusques au niveau du canal Taouey.

Seul un petit triangle situé au nord-est du quartier Thiabakh en bordure du canal d'irrigation présente des charges parasitaires élevées. Ce fait révèle une pratique spécifique d'approvisionnement en eau par siphonnage à partir du canal. En utilisant les tuyaux servant à l'irrigation de la canne à sucre, les habitants des concessions riveraines du canal disposent de « l'eau courante » à domicile directement à partir du canal d'irrigation. Cette pratique se retrouve également dans la zone bordière du canal à Khouma, zone dans laquelle on constate des charges parasitaires élevées.

Le cumul de facteurs favorisant et limitant le risque bilharzien dans le même espace, construit des systèmes différenciés interdisant une approche globale à l'échelle de la ville de Richard-Toll. Ces systèmes différenciés sont le résultat de l'histoire de la ville de Richard-Toll, de son évolution intimement liée à celle de la CSS. Ils sont également le fruit d'interactions voire de concurrence entre les différents acteurs de la gestion de cet espace. Les objectifs et les volontés qui sous-tendent les actions de l'état, de la municipalité, des pouvoirs politiques ou religieux, de la Compagnie Sucrière et de nombreuses petites

associations locales ne vont pas dans le même sens empêchant des actions communes. Cependant, malgré ce constat et la diversité de paysages qui en résulte, il n'est guère possible de constater une opposition entre espaces bien équipés et « protégés » et des espaces démunis soumis à un risque de contamination important.

## Conclusion

Si la bilharziose intestinale à Richard-Toll apparaît comme la résultante d'un « mal-développement » urbain, il n'est cependant pas possible d'envisager de contrôler et de lutter contre cette maladie par la seule distribution d'équipements sanitaires sans repenser profondément l'organisation même de la ville. De même qu'à l'échelle régionale les fortes densités de population semblent conditionner la possibilité d'implantation des bilharzioses humaines, la pression démographique à l'intérieur de certains quartiers de la ville semble constituer un facteur de risque nivelant les disparités socio-économiques. Ce constat pose un problème d'urbanisme qui dépasse le strict cadre de l'épidémie de bilharziose intestinale. Dans une certaine mesure, cette épidémie peut constituer une opportunité pour revoir l'aménagement de la ville et adapter ces environnements à une population sans cesse croissante.

## Bibliographie

COGELS (F.X.) *et al.*, 1990 —  
*Fonctionnement et bilans hydrologiques du lac de Guiers de 1976 à 1989*. Rapport du projet CEE EQUENSEN, doc. multig., Dakar, 60 p.

DA COSTA (D.P.), 1980 —  
 Esquistossomose em trabalhadores da usina catende, Pernambuco, Brasil. *Rev. Saude publ., S. Paulo*, 14 : 469-474

DIALLO (S.), 1965 —  
*Les bilharzioses humaines au Sénégal*. Thèse médecine n°8, UCAD, Dakar, 251 p.

DIAW (O.T.), VASSILIADES (G.), SEYE (M.), SARR (Y.), 1990 —  
 Prolifération de mollusques et incidence sur les trématodoses dans la région du Delta et du Lac de Guiers après la construction

- du barrage de Diama sur le fleuve Sénégal. *Revue Elev. vét. Pays Trop.*, 43 (4) : 499-502
- DIAW, (O.T.) *et al.*, 1991 —  
Epidémiologie de la bilharziose intestinale à *Schistosoma mansoni* à Richard-Toll (Delta du fleuve Sénégal). Etude malacologique. *Bull. Soc. Path. exot.*, 84 : 174-183.
- DOUMENGE (J.P.) *et al.*, 1987 —  
*Atlas de la répartition mondiale des schistosomiasés*. Ed. Talence, CNRS-CEGET, OMS, Genève, 400 p.
- GAUD (J.), 1955 —  
Les bilharzioses en Afrique Occidentale et en Afrique Centrale. *Bull. OMS*, 44 (13) : 209-258.
- GAUD (J.), 1958 —  
Rôle de la géographie humaine et des activités sociales des divers groupes d'une collectivité dans l'épidémiologie des bilharzioses. *Bull. OMS*, 18 : 1081-1087.
- HANDSCHUMACHER (P.), HERVÉ (J.P.), HÉBRARD (G.), 1992 a —  
Des aménagements hydro-agricoles dans la vallée du fleuve Sénégal ou le risque de maladies hydriques en milieu sahélien. *Sécheresse*, 3 (4) : 219-226.
- HANDSCHUMACHER (P.), DORSINVILLE (R.), DIAW (O.T.) *et al.*, 1992 b —  
"Contraintes climatiques et aménagements hydrauliques. A propos de l'épidémie de bilharziose intestinale de Richard-Toll." : 287-295. *In : Climats et pathologies*. (Besancenot, édit.), Paris, John Libbey.
- LARIVIÈRE (M.), 1958 —  
Index d'infestation bilharzienne au Sénégal (cercle de Thiès et de Kaolack). *Bull. Méd. AOF.*, 3 (2) : 239-243.
- MBAYE (K.) 1985 —  
*Impact de l'agro-industrie sur le développement de la ville de Richard-Toll (Sénégal)*. Thèse de 3e cycle, Paris, Université de la Sorbonne, 304 p.
- TALLA (I.) *et al.*, 1990 a —  
Outbreak of intestinal Schistosomiasis in the Senegal River basin. *Ann. Soc. Belge Méd. trop.* 70 : 173-180.
- TALLA (I.) *et al.*, 1990 b —  
Preliminary study of the prevalence of human schistosomiasis in Richard-Toll (The Senegal River Basin). *Trans. Roy. Soc. trop. Med. Hyg.*, 86 : 182-191.

# La qualité de l'eau de boisson à Richard-Toll

Influence du comportement de l'utilisateur

**Lucie Robidoux**

Chimiste

**Elodie Ghedin**

Chimiste

**Pascal Handschumacher**

Géographe de la santé

**Georges Hébrard**

Entomologiste médical

**Jean-Pierre Schmit**

Chimiste

Les études concernant la qualité de l'eau de consommation dans la vallée du fleuve Sénégal, ont été présentées, sous la forme de deux articles séparés. Le premier, qui a fait l'objet d'un précédent chapitre traitait des effets, sur la qualité de l'eau, de l'aménagement des sources d'approvisionnement. Il concernait deux zones villageoises de la moyenne vallée du fleuve. Le présent article s'intéresse à l'influence de l'utilisateur sur la qualité de l'eau. Il fait état d'une étude réalisée à Richard-Toll dans laquelle sont prises en compte les manipulations qui ont eu lieu entre le puisage de l'eau et sa consommation. Cette recherche a permis la soutenance d'un mémoire de maîtrise, présenté à l'Université du Québec à Montréal, (ROBIDOUX, 1993).



## Introduction

Dans les pays en développement, les usagers gardent habituellement leur réserve d'eau quotidienne dans des réservoirs domes-

tiques. Durant cette période d'entreposage, l'utilisateur peut intervenir directement et ainsi modifier la qualité de son eau. Nos connaissances sur les conditions de stockage et de manipulation de l'eau par les différents usagers sont limitées. Cette étude s'intéresse à l'effet de la manipulation de l'eau sur sa qualité, lors de l'intervalle entre le puisage et la consommation à domicile, dans la ville de Richard-Toll (nord du Sénégal).

Afin d'évaluer les effets respectifs du point d'eau et de l'utilisateur sur la qualité de l'eau, nous avons d'abord comparé l'eau provenant de différents types de points d'eau. L'effet de l'utilisateur a ensuite été évalué en analysant la qualité bactériologique de l'eau au moment où elle a été puisée jusqu'au moment où elle a été bue.

La qualité physico-chimique et bactériologique (coliformes fécaux) de l'eau de 14 points d'eau, représentant les sept types de points d'eau présents dans la ville, a été comparée à celle de l'eau entreposée. Quatre usagers ont été associés à chaque point d'eau, et leur eau a été analysée à trois reprises, soit après entreposage de moins d'une heure, de 8 heures et de 23 heures.

## Zone d'étude

L'étude a été réalisée à Richard-Toll, ville formée d'un rassemblement de quartiers hétérogènes dont le niveau de développement est variable. En fait, face à une croissance rapide de sa population, les infrastructures de la ville n'ont pas été développées en conséquence. Ainsi, le centre ville, plus ancien, est largement pourvu de robinets à domicile ou de bornes fontaine, alors que la population des autres quartiers dépend d'une importante variété de types de points d'eau. Sept types ont été dénombrés ; ce sont des sites non-aménagés, naturels (fleuve Sénégal, marigot de la Taouey) et artificiels (canal de la Taouey, canaux d'irrigation) ou des sites aménagés (bornes publiques, puits artisanaux, camions-citernes à livraison régulière).

Quel que soit le point d'eau utilisé, la méthode d'approvisionnement reste sensiblement la même : les femmes ramènent à la mai-

son une bassine pleine d'eau avec laquelle elles remplissent un canari, récipient de terre cuite pouvant contenir environ 20 litres d'eau. En général, le remplissage du canari se fait le matin, et la famille a ensuite accès à l'eau jusqu'à ce qu'il soit vide, le plus souvent le lendemain matin. L'eau, dans des conditions d'utilisation normales, reste donc un maximum de 24 heures dans le canari. L'eau y est puisé à l'aide de tasses, louches ou autres ustensiles. En fait tous les foyers, (même ceux ayant l'eau à domicile) possèdent au moins un canari. Celui-ci aide à garder l'eau fraîche et permet aux matières en suspension de se déposer.

## Matériel et méthodes

Les analyses physico-chimiques et bactériologiques ont été réalisées de la même façon qu'à Diomandou (voir page 87). Seule la concentration en chlorure a été mesurée une fois par semaine, pour l'ensemble des échantillons recueillis durant la semaine

### *Échantillonnage*

Les échantillons ont été prélevés en 14 points d'eau différents, représentatifs des 7 types de points d'eau publics utilisés par la population de Richard-Toll, soit : deux sites sur le fleuve Sénégal, deux sites sur les canaux principaux d'irrigation, deux bornes publiques, deux camions-citernes, quatre puits, un site sur le canal de la Taouey et un sur le marigot Taouey. Le premier critère de sélection des sites était le type de point d'eau, chacun des types devant être échantillonné. Le second critère était géographique : la ville couvrant une grande surface, les points d'eau ont été répartis de façon à couvrir tous les quartiers. Parallèlement, l'utilisation relative des différents types de points d'eau par la population a été prise en considération. Là où plus d'un type de point d'eau était disponible dans un quartier donné, le type le plus utilisé par la population comme point régulier durant toute l'année était choisi. Les

puits étant le principal type de point d'eau disponible dans les quartiers distant de points d'eau libre, ils ont été échantillonnés en plus grand nombre que les autres types de point. Inversement, le marigot et le canal de la Taouey n'étant utilisés régulièrement comme source exclusive d'eau que par une faible partie de la population, ils n'ont été échantillonnés qu'en un site chacun.

Lors de notre première visite en chacun des points d'eau, 4 familles (numérotées A, B, C, D) utilisant le point d'eau de façon régulière et exclusive tout au long de l'année, et ayant rempli leur canari (également numérotées A, B, C et D) moins d'une heure avant notre visite étaient identifiées ; l'eau de leur canari a été échantillonnée à trois reprises, soit moins d'une heure après le remplissage du canari, ainsi qu'environ 8 heures et 24 heures plus tard, avant le prochain remplissage. L'eau du point d'eau était échantillonnée une fois, lors de la première visite. Cet échantillonnage permet de comparer l'eau du point d'approvisionnement à celle du canari, et de suivre l'évolution de la qualité de l'eau du canari dans le temps, de son puisage jusqu'à sa consommation (au maximum 24 heures après le puisage), soit dans une situation d'utilisation familiale normale. L'échantillonnage s'est déroulé en mars et avril 1992.

Seuls les résultats des analyses de coliformes fécaux (CF) sont présentés ici, les résultats d'analyses de streptocoques fécaux (SF) étant en accord avec ceux-ci. Les comptes de CF ont été assignés à quatre classes : 0-10 UGC par 100 ml, 11-100 UGC par 100 ml, 101-500 UGC par 100 ml, et > 500 UGC par 100 ml. Les classes sont basées sur la classification de FEACHEM (1980), adaptée de façon à refléter les différents niveaux de qualité observés tout en tenant compte des limites de la méthode utilisée. La première classe, non utilisée lors de l'étude précédente, a été ajoutée afin de permettre d'identifier un traitement complet ou l'absence totale de contamination par l'utilisateur. L'eau appartenant à la première classe est considérée comme étant d'excellente qualité, celle de la deuxième classe représentant une eau de qualité moyenne. L'eau contenant plus de 100 UGC par 100 ml est considérée comme étant de mauvaise qualité, alors que la dernière classe représentent de l'eau de très mauvaise qualité.

## Résultats et discussion

### *Physico-chimie*

Les paramètres physico-chimiques ont été mesurés pour caractériser l'eau échantillonnée. L'effet de l'usager sur la qualité physico-chimique étant largement limitée à des modifications reliées au traitement, nous nous contenterons ici de résumer les résultats.

#### **Qualité aux points d'eau**

Les analyses physico-chimiques n'ont rien révélé d'exceptionnel (tabl. 1). Seule la conductivité variait largement, les puits (particulièrement le puits-4) ayant les conductivités les plus élevées. Les concentrations de chlorure étaient très faibles partout sauf aux puits-2, puits-3 et puits-4. Les concentrations en nitrate étaient variables, les eaux du camion-citerne-1 et des quatre puits en contenant le plus. Les concentrations d'ammonium étaient très faibles dans la majorité des cas ; seuls les puits et le canal de la Taouey en contenaient à des niveaux détectables, le puits-1 en contenant remarquablement plus que les autres.

#### **Qualité dans les canaris au temps 0**

Généralement, le pH, l'oxygène dissous et la conductivité, ainsi que les concentrations d'ammonium, de chlorure et de nitrate sont demeurés inchangés dans les canaris au temps 0, par rapport aux résultats d'analyse de l'échantillon pris au point d'eau correspondant. Quant à la température, elle variait sans tendances apparentes. Il existe cependant quelques exceptions à ces généralités. Ainsi, le pH avait diminué sensiblement dans le canari-A du fleuve Sénégal-1 (de 7,4 à 4,8), dans le canari-D du marigot de la Taouey (de 6,9 à 5,1), dans le canari-D du canal d'irrigation-1 (de 7,2 à 6,0), et du canari-C de la borne publique-1 (de 8,9 à 7,1). La conductivité et les concentrations en chlorure et en nitrate avaient sensiblement augmenté dans l'eau du canari-A du fleuve Sénégal-1, ainsi que dans les canaris-B et -D du canal d'irrigation-1.

**I** Tableau I  
 Résultats des analyses physico-chimiques  
 aux différents points d'eau étudiés à Richard-Toll.

	Température °C	p H	Oxygène mg.l <sup>-1</sup>	Conductivité mg.l <sup>-1</sup>	Chlorure µS.cm <sup>-1</sup>	Nitrate mg.l <sup>-1</sup>	Ammonium mg.l <sup>-1</sup>
Borne-1	26,9	8,9	8,9	117	8	0,6	<0,01
Borne-2	30,1	7,7	9,2	94	11	0,5	<0,01
Citerne-1	24,1	7,5	8,4	100	29	1,8	<0,01
Citerne-2	24,8	7,4	N.D.	59	21	0,6	<0,01
Irrigation-1	26,2	7,2	7,1	57	5	0,5	<0,01
Irrigation-2	23,2	6,9	7,8	57	12	0,6	<0,01
Puit-1	25,6	7,4	5,3	473	39	2,2	0,39
Puit-2	28,2	5,5	1,6	404	210	3,5	0,02
Puit-3	26,0	6,3	4,2	390	130	3,4	0,13
Puit-4	28,0	8,2	4,1	1 762	400	1,8	0,05
Canal-T	20,3	7,4	7,8	62	8	0,4	0,02
Taouey	21,8	6,9	6,3	57	8	0,3	<0,01
Fleuve-1	21,2	7,4	8,0	68	8	0,4	<0,01
Fleuve-2	24,5	7,4	7,6	55	9	0,5	<0,01

(Canal-T : Canal de la Taouey ; Citerne : Camion citerne ; Irrigation : Canal d'irrigation ; Taouey : Marigot Taouey ; Borne : Borne fontaine ; N.D. : Non disponible).

### Qualité dans les canaris au cours des 23 heures suivantes

Lors de la période d'entreposage d'environ 23 heures, le pH et la concentration d'oxygène dissous variaient d'un canari à l'autre, sans tendances apparentes. Les variations quotidiennes de la température de l'eau sont, habituellement, fonction des variations de la température de l'air pendant la journée. Les autres paramètres physico-chimiques sont demeurés à peu près stables, les valeurs obtenues lors des mesures faites aux temps 8 et 23 étant semblables à celles obtenues au temps 0.

### Bactériologie

Si, en règle générale, la qualité bactériologique de l'eau est importante à cause de son effet potentiel sur la santé humaine, elle doit

faire l'objet ici d'une particulière attention, car il s'agit du principal paramètre de qualité de l'eau pouvant être influencé directement par l'utilisateur, que ce soit de façon négative (par un contact avec des ustensiles ou des mains contaminées), ou de façon positive (par un traitement de l'eau à domicile). Ainsi, si les risques de contamination directe ou indirecte du point d'eau ou de la réserve domestique d'eau sont fréquents (comme nous l'avons constaté dans la deuxième partie de cet article), la possibilité de décontamination par addition d'eau de Javel ou d'alun, ou encore par filtration, existe aussi.

### **Qualité aux points d'eau**

La majorité des points d'eau montraient une forte contamination bactérienne (fig. 1). Le nombre de CF était très bas (0-10 UGC par 100 ml) dans l'eau de quatre des 14 points d'eau, et était de 101-500 UGC par 100 ml à trois des points, alors qu'à tous les autres points d'eau le nombre de CF était supérieur à 500 UGC par 100 ml.

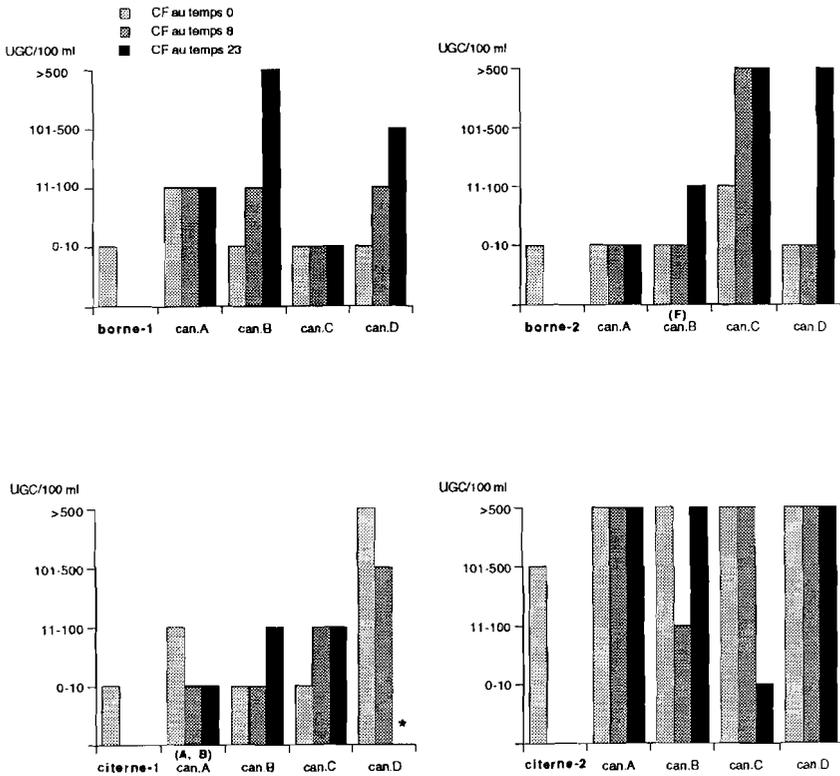
Les résultats obtenus pour les points d'eau ouverts et les puits sont semblables à ceux obtenus ailleurs en Afrique (FEACHEM, 1980; LAVOIE *et al.*, 1982). La contamination des points d'eau ouverts était prévisible, l'eau de consommation étant puisée à l'endroit-même où la lessive, la vaisselle, ainsi que le bain de la population et des animaux prennent place. Les possibilités de contamination des puits ont été décrites dans l'article précédent (voir page 87).

La différence de contamination bactérienne observée entre l'eau des deux camions-citernes (fig. 1), ainsi que la conductivité et la concentration de nitrate supérieures dans l'eau du camion-citerne-1 (tabl. 1), reflètent probablement l'utilisation de deux sites différents pour le remplissage des deux citernes.

### **Qualité dans les canaris au temps 0**

Pour évaluer l'effet du transport et celui du stockage de l'eau dans le canari, toujours inférieur à une heure, la qualité bactériologique de l'eau, lors de la première mesure, a été comparée à celle de l'eau au point d'eau associé. La qualité de l'eau dans le canari a été décrite comme modifiée (i.e. améliorée ou dégradée) si sa classe de qualité bactériologique était différente de celle du point d'eau.

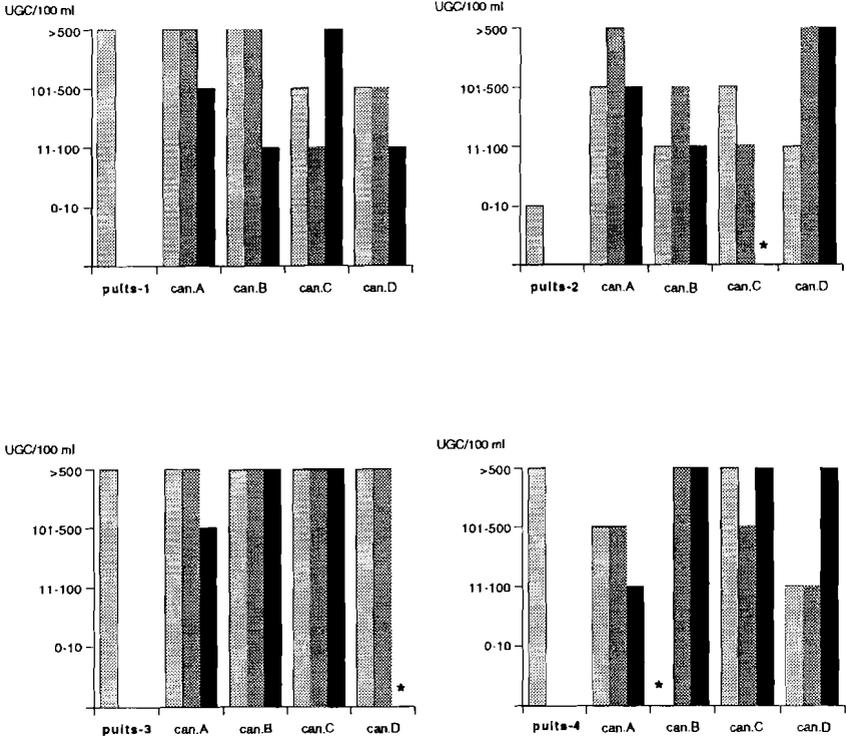
Figure 1  
Coliformes fécaux aux points d'eau et dans les canaris  
aux trois temps, à Richard-Toll.



u.g.c. : unité génératrice de colonies.  
 Le traitement déclaré, avec alum (A), eau de Javel (B), ou par filtration (F), est indiqué.  
 L'étoile indique les résultats manquants.

En fait des changements de la qualité bactériologique de l'eau ont été fréquemment observés (fig. 1). La qualité s'est dégradée dans la moitié des 16 canaris remplis avec de l'eau contenant à l'origine 0-10 UGC par 100 ml, alors qu'elle est demeurée inchangée dans les huit autres. Dans les 12 canaris remplis avec de l'eau contenant 101-500 UGC par 100 ml à l'origine, la qualité s'est améliorée dans six des cas, s'est dégradée dans cinq et est restée la même dans un cas. Enfin, des 27 canaris remplis avec de l'eau contenant à l'origine

Figure 1 (suite 1)  
Coliformes fécaux aux points d'eau et dans les canaris  
aux trois temps, à Richard-Toll.

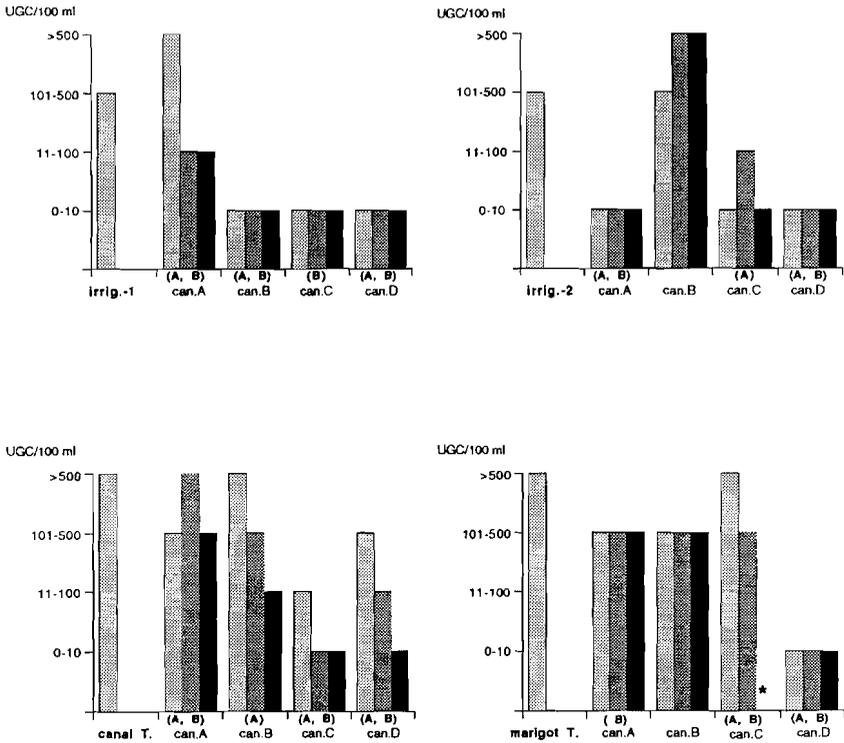


u.g.c. : unité génératrice de colonies.  
Le traitement déclaré, avec alum (A), eau de Javel (B), ou par filtration (F), est indiqué.  
L'étoile indique les résultats manquants.

plus de 500 UGC par 100 ml, 12 ont vu leur qualité s'améliorer alors que, dans les 15 autres cas, elle est demeurée inchangée.

Ces résultats démontrent clairement que la qualité peut être modifiée après une période d'utilisation très courte. D'après nos observations, il est possible d'identifier plusieurs sources de contamination au niveau du site de prélèvement. Ainsi, on peut citer les bassines de transport souillées, les mains, les ustensiles ou le sol entrant en contact avec la bassine lors du remplissage. Il en est de même, lors

Figure 1 (suite 2)  
Coliformes fécaux aux points d'eau et dans les canaris  
aux trois temps, à Richard-Toll.



u.g.c. : unité génératrice de colonies.

Le traitement déclaré, avec alum (A), eau de Javel (B), ou par filtration (F), est indiqué.

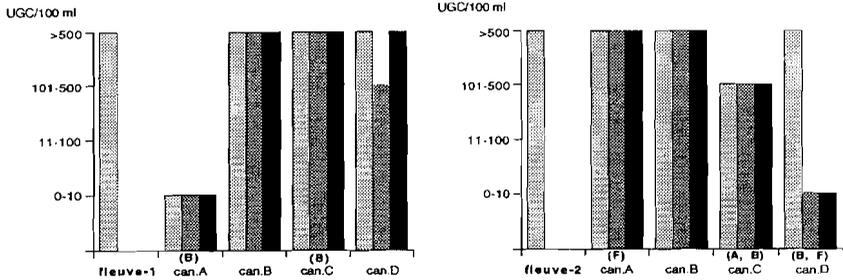
L'étoile indique les résultats manquants.

du remplissage du canari, En outre, un mélange avec de l'eau contaminée laissée dans le canari est alors toujours possible. De telles sources de contamination ont déjà été mentionnées (FEACHEM *et al.*, 1983). Tous les usagers ont déclaré vider et rincer les bassines de transport et les canaris avant chaque remplissage; ces actions ont cependant des effets limités lorsqu'aucune désinfection n'a lieu.

La décontamination peut être attribuée à un ou plusieurs des traitements suivants : addition d'eau de Javel ( $\text{NaClO}$ ), addition d'alun ( $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ), ou filtration à travers un morceau de tissu.

■ Figure 1 (suite 3)

Coliformes fécaux aux points d'eau et dans les canaris  
aux trois temps, à Richard-Toll.



u.g.c. : unité génératrice de colonies.

Le traitement déclaré, avec alun (A), eau de Javel (B), ou par filtration (F), est indiqué.

L'étoile indique les résultats manquants.

L'alun est utilisé dans le traitement de l'eau pour la floculation des matières en suspension, mais on a aussi démontré (KHAN *et al.*, 1984) qu'il acidifie l'eau, lui donnant ainsi des propriétés bactéricides. En général les usagers interrogés connaissaient la possibilité de traiter par ces méthodes. Les résultats des analyses physico-chimiques (pH, conductivité, concentrations de chlorure et de nitrate) et bactériologiques semblent confirmer l'existence de tels traitements.

Il semble que les traitements déclarés ont été largement vérifiés au temps 0. Plusieurs usagers (14 des 56) ont déclaré avoir utilisé de l'alun, seul ou avec de l'eau de Javel, ou encore avec filtration sur tissu dans leurs canaris. La contamination bactérienne a diminué dans l'un des deux cas où les usagers avaient déclaré avoir utilisé l'alun seul. Une décontamination, cependant incomplète, a aussi été observée dans le seul cas où un usager a déclaré avoir traité à l'alun et filtré. Par contre aucune acidification de l'eau n'a été décelée. Dans tous les autres cas, on a déclaré avoir utilisé l'alun et l'eau de Javel, et les effets respectifs des deux traitements ne pouvaient donc pas être séparés ; quel que soit le traitement qui agit, il en a résulté une décontamination complète dans 5 des 11 cas, et une décontamination partielle dans 3 des 11 cas. Une acidification a été décelée dans 9 de ces 11 cas.

Les usagers ont déclaré avoir traité à l'eau de Javel seule (4 des 56 cas), une décontamination complète a été confirmée dans 2 cas, et une partielle dans un des cas ; un des canaris ne semblait pas avoir été traité contrairement à ce qui a été dit. Lorsque un traitement déclaré n'était pas perceptible, la déclaration a pu avoir été faite parce que l'utilisateur pensait que c'était la bonne réponse à donner. Il est aussi possible que l'utilisateur ait traité l'eau, mais avec des quantités insuffisantes de produits ou encore avec des produits autres que ceux déclarés. Dans le contexte local, cette dernière possibilité est réelle, vu l'analphabétisation répandue dans la population, et le fait que les produits sont souvent vendus dans des contenants non-originaux.

### **Qualité dans les canaris au cours des 23 heures suivantes**

Pour évaluer l'effet d'environ 23 heures d'entreposage et d'utilisation domestique, la qualité bactériologique de l'eau prélevée dans les canaris aux trois temps d'échantillonnage a été comparée à celle de l'eau provenant du point d'eau associé. La qualité de l'eau était considérée comme s'étant accrue lorsqu'une amélioration observée après le transfert de l'eau dans le canari demeurait jusqu'au dernier temps d'échantillonnage. De la même façon, si une baisse de qualité était observée à l'un des trois temps d'échantillonnage, la qualité était considérée comme s'étant dégradée, même si elle s'améliorait à nouveau par la suite.

Au cours de la période de 23 heures, la qualité bactériologique a été modifiée dans la plupart des cas (fig. 1). Des 16 canaris ayant été remplis avec de l'eau contenant 0-10 UGC par 100 ml, la qualité de l'eau de 14 canaris s'est dégradée, alors que les 2 autres sont demeurés inchangés tout au long de l'échantillonnage, ce qui dans le contexte local est remarquable. Des 12 canaris remplis avec de l'eau contenant 101-500 UGC par 100 ml, la qualité s'est améliorée dans la moitié des cas, et s'est dégradée dans l'autre moitié. Enfin, des 28 canaris remplis avec de l'eau contenant plus de 500 UGC par 100 ml, 15 ont vu leur qualité s'améliorer durant la période de 23 heures alors que les 13 autres sont demeurés inchangés ou n'ont montré qu'une amélioration temporaire.

Les variations de contamination bactérienne observées dans les canaris lors de l'entreposage, peuvent s'expliquer de différentes façons. Il est clair qu'après la possibilité initiale de modification de la qualité de l'eau suite à son transfert dans le canari (temps 0), elle soit modifiée à nouveau, et ce de façon positive ou négative. Les résultats démontrent qu'il n'y a pas qu'un seul type de variations, mais quatre catégories générales (fig. 1) :

a) Les cas où la décontamination est survenue après le temps 0, qu'elle ait été maintenue ou pas. Ceci pourrait être attribuable à un traitement survenu après l'échantillonnage au temps 0 (là où on observe une forte baisse entre le nombre de CF au temps 0 et au temps 8), ou à la mort naturelle de bactéries présentes à l'origine (là où la baisse se fait progressivement). L'absence de contamination subséquente indique un traitement chimique valable, accompagné ou non de comportements hygiéniques appropriés.

b) Les cas où la contamination a eu lieu après le temps 0, qu'elle se soit maintenue ou non. Une contamination succédant à un traitement insuffisant pourrait expliquer ce type de résultats. Les bactéries peuvent se multiplier suite à leur excrétion si elles se retrouvent dans un environnement leur offrant les éléments nutritifs requis (tel que de l'eau contaminée organiquement), et un minimum de compétition de la part d'autres micro-organismes (le cas des effluents chlorés) (FEACHEM *et al.*, 1983 ; KINNEY *et al.*, 1978). Une baisse subséquente du nombre de CF indiquerait un traitement ou la mort naturelle de bactéries.

c) Les cas où la qualité reste inchangée entre le point d'eau et la consommation de l'eau. Lorsque l'eau est demeurée de très bonne ou de moyenne qualité tout au long de l'entreposage, il semble que les usagers aient adopté de bons comportements sanitaires dans la manipulation de l'eau. Lorsque la contamination est demeurée élevée tout au long de l'entreposage, on peut supposer l'inaction de l'utilisateur, sinon la surcontamination d'une eau déjà contaminée.

d) Tous les autres cas, où lors de l'entreposage, contamination et décontamination sont survenues dans des ordres différents.

Peu d'études portant sur la qualité de l'eau entreposée à domicile sont disponibles. Les résultats d'une étude réalisée au Nigéria (TOMKINS *et al.*, 1978) ont montré que l'entreposage de l'eau dans des récipients de terre cuite, protégés de toute source de contamination pendant la nuit, pouvait réduire la contamination bactérienne de

façon importante. Généralement, on pense cependant que la qualité de l'eau entreposée aura plutôt tendance à se dégrader (ESREY *et al.*, 1985 ; SAUNDERS et WARFORD, 1976). Une telle dégradation a été observée en Égypte (EL KATSHA et WHITE, 1989), où de l'eau de robinet contenant à l'origine très peu de CF (1 et 14 UGC par 100 ml) en contenait plus de 500 après entreposage.

## Conclusion

Les comportements dans la manipulation de l'eau après le puisage peuvent aussi amener des modifications de qualité, parfois plus importantes que les variations observées entre les points d'eau modernes et traditionnels. Résultats d'actions souvent inconscientes, de telles modifications peuvent survenir dans les minutes qui suivent le puisage de l'eau, et annuler une amélioration de la source d'eau de la communauté.

Pour améliorer l'état de santé des populations, il est donc essentiel d'investir dans l'éducation et dans les aménagements sanitaires (ESREY *et al.*, 1985 ; ARLOSOROFF *et al.*, 1988). Bien que certains aient souligné la difficulté d'intégrer l'éducation sanitaire aux programmes d'approvisionnement en eau (CAIRNCROSS, 1989), d'autres ont démontré qu'il est possible de le faire avec succès (LAVOIE et VIENS, 1983). Nos résultats démontrent que l'éducation peut effectivement fonctionner : les usagers qui traitaient leur eau ont du apprendre à le faire, et cet apprentissage s'est fait à travers des programmes d'éducation.

Il faut cependant veiller à baser les programmes d'éducation sur une connaissance réelle des comportements et croyances de la population concernée. Les habitudes concernant l'utilisation de l'eau prennent racine dans la tradition et la culture, mais peuvent aussi découler d'une ignorance des conséquences. Une étude portant sur les comportements et croyances des femmes en Égypte (EL KATSHA et WHITE, 1989) en est un bon exemple : même si la contamination à domicile d'une eau propre à l'origine était fréquente, les femmes croyaient que leurs comportements ne pouvaient engendrer des

maladies, l'eau de robinet étant considérée comme impossible à contaminer. L'éducation doit tenir compte de telles croyances, et elle ne pourra le faire que si elles sont préalablement connues.

Plusieurs événements peuvent survenir entre une intervention au niveau de la source d'approvisionnement en eau et les conséquences sur la santé de l'eau consommé. En examinant certaines de ces étapes intermédiaires, nous avons tenté de clarifier le rôle des facteurs environnementaux et comportementaux sur la qualité de l'eau. Le problème n'est donc pas que technologique : il nécessite un changement dans les habitudes. Nous ne pouvons que souhaiter une meilleure collaboration entre les participants aux différentes étapes de l'approvisionnement en eau, depuis les ingénieurs responsables des aménagements jusqu'aux épidémiologistes chargés des études d'impact sur la santé.

De plus, il faudra revoir les critères d'évaluation du succès d'un programme d'approvisionnement en eau. Ce succès implique que les usagers soient capables de maintenir une eau de bonne qualité, depuis la source jusqu'à la consommation.

## Bibliographie

ARLOSOROFF (S.), TSCHANNERL (G.), GREY (D.), JOURNEY (W.), KARP (A.), LANGENEGGER (O.), ROCHE (R.), 1988 — Community water supply: the handpump option, *Water International*, 13 : 106-111.

A.P.H.A., 1989 — *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. 17th ed., Washington, D.C., APHA.

CAIRNCROSS (S.), 1989 — Water supply and sanitation : an agenda for research, *Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 92 : 301-314.

EL KATSHA (S.), WHITE (A. U.), 1989 — Women, water and sanitation : household behavioral patterns in two Egyptian villages, *Water International*, 14 : 103-111.

ESREY (S. A.), FEACHEM (R. G.), HUGUES (J. M.), 1985 — Interventions for the control of diarrhoeal diseases among young children : improving water supplies and excreta disposal facilities. *Bull. WHO*, 63 : 757-772.

FEACHEM (R. G.), 1980 — Bacterial Standards for Drinking Water Quality in Developing Countries, *The Lancet*, (August 2), : 255-256.

- FEACHEM (R. G.), BRADLEY (D. J.), GARELICK (H.), MARA (D. D.), 1983 — *Sanitation and Disease: Health Aspects of Excreta and Wastewater Management*. World Bank Studies in Water Supply and Sanitation 3, Washington, D.C.
- KHAN (M. U.), KHAN (M. R.), HOSSAIN (B.), AHMED (Q. S.), 1984 — Alum potash in water to prevent cholera, *The Lancet*, (Nov. 3) : 1032.
- KINNEY (E. C.), DRUMOND (D. W.), HANES (N. B.), 1978 — Effects of chlorination on differentiated coliform groups, *Journal of the Water Pollution Control Federation*, 50 : 2307-2312.
- LAVOIE (M. C.), LEGRAND (M.), RICHARD (D.), ROULEAU (A.), 1982 — Comparaison de la qualité de l'eau provenant de différents types de puits en Côte d'Ivoire. *Eau du Québec* 15 : 401-404.
- LAVOIE (M. C.), VIENS (P.), 1983 — Water quality control in rural Ivory Coast, *Trans. Roy. Soc. trop. Med. Hyg.*, 77 : 119-120.
- ROBIDOUX (L.), 1993 — *Effets de la manipulation de l'eau sur sa qualité dans une ville sénégalaise*. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, 37 p.
- SAUNDERS (R. J.), WARFORD (J. J.), 1976 — *L'alimentation en eau de communautés rurales: Economie et politique générale dans le monde en développement*, Paris, Banque Mondiale.
- TOMKINS (A. M.), DRASAR (B. S.), BRADLEY (A. K.), WILLIAMSON (W. A.), 1978 — Water supply and nutritional status in rural Northern Nigeria, *Trans. Roy. Soc. trop. Med. Hyg.*, 72 : 239-243.

# Implications des rongeurs dans les problèmes de santé

L'exemple de la borréliose et de  
la bilharziose intestinale à Richard-Toll

**Mariama Sene**

Biologiste

**Bruno Godeluck**

Parasitologue

**Jean-François Trape**

Parasitologue

**Jean-Marc Duplantier**

Rodentologue

## Introduction

Les maladies associées aux rongeurs peuvent être classées en trois catégories : celles qui sont directement ou indirectement transmises à l'homme, celles qui sont transmises aux animaux domestiques et enfin celles qui n'affectent que les rongeurs eux-mêmes. Elles sont causées par des virus, des rickettsies, des bactéries, des protozoaires et des vers parasites. Elles sont transmises directement par morsure, plus souvent indirectement par les urines et les feces des rongeurs et enfin surtout par l'intermédiaire d'arthropodes. La liste de ces maladies est extrêmement longue et a été détaillée par WEBER (1982).

A Richard-Toll deux espèces de rongeurs, *Mastomys huberti* (l'un des rats à mamelles multiples) et *Arvicanthis niloticus* (le rat du

Nil), interviennent dans le cycle de transmission de deux endémies importantes pour l'homme : la borréliose (ou fièvre récurrente à tiques) et la schistosomose intestinale. Ces rongeurs de la famille des Muridés, appartiennent aux deux genres les plus importants en Afrique, à la fois à cause des dégâts qu'ils occasionnent aux cultures et des maladies dont ils sont réservoirs. Ils sont souvent associés, tant dans les savanes sahélo-soudaniennes que dans les cultures irriguées où ils constituent l'essentiel des peuplements de rongeurs.

Les *Borrelia* du groupe « Crociduræ » (RHODAIN, 1976) sont des hématozoaires transmis par une tique de la famille des ornithodores : *Theriodoros sonrai* (CAMICAS *et al.*, sous presse). Celle-ci vit dans les terriers des rongeurs et autres petits mammifères sauvages des savanes et des régions semi-désertiques (MOREL, 1965); elle se nourrit la nuit et elle est très sédentaire; elle se gorge avant chaque mue, pendant une brève période n'excédant pas 15 minutes, et se décroche de son hôte. C'est lorsque les terriers débouchent à l'intérieur et en périphérie des habitations que des cas de borréliose humaine peuvent survenir. Les ornithodores transmettent l'infection par la salive ou le liquide coxal, lors de leur repas sur l'hôte. Au Sénégal, les rongeurs présentent des prévalences très élevées dans certaines localités et cette maladie peut être une cause de morbidité non négligeable chez l'homme (TRAPE *et al.*, 1990).

La schistosomose intestinale est une maladie causée par un ver parasite de la classe des Trématodes : *Schistosoma mansoni*. Elle se rencontre en Arabie, en Afrique, aux Antilles et en Amérique du sud (DOUMENGE *et al.*, 1987). L'hôte définitif est normalement l'homme, mais d'autres espèces de mammifères, le plus souvent des rongeurs, ont été trouvées infestées par ce parasite (IMBERT-ESTABLET, 1986). Les femelles de *S. mansoni* pondent des oeufs qui sont rejetés dans le milieu extérieur avec les selles de l'hôte définitif. Ces oeufs libèrent dans l'eau des miracidia qui nagent alors à la recherche d'un mollusque hôte intermédiaire du genre *Biomphalaria*. A l'intérieur de ce mollusque ils vont se transformer et se multiplier pour donner des sporocystes puis des furcocercaires. Ces dernières seront libérées dans l'eau et pénétreront ensuite activement à travers la peau d'un hôte définitif. Elles vont alors se transformer en schistosomules et migrer jusqu'au système porte hépatique ou elles deviendront adultes. Elles continueront ensuite leur migration jusqu'aux veines mésentériques.

L'importance de ces deux maladies chez ces deux rongeurs a été étudiée plus particulièrement, en fonction des biotopes, des périodes de capture ainsi que des structures en âge et en sexe de leurs populations.

## Matériel et méthodes

Le site d'étude (Richard-Toll) ayant déjà été présenté de façon détaillée dans ce même volume par HANDSCHUMACHER *et al.* et par HERVÉ *et al.* (voir p. 151 et p. 33), nous ne mentionnerons ici que les méthodes propres à l'étude des rongeurs.

### *Méthode de piégeage*

Différentes stations de piégeage (fig. 1 A et B) ont été régulièrement échantillonnées tous les deux mois de Juillet 1990 à Juillet 1993. La plupart sont situées dans les cultures (rizières et maraîchage) mais nous avons aussi réalisé quelques piégeages en ville dans les quartiers Escale et Campement. En sus des stations situées à la périphérie de la ville, un premier axe d'échantillonnage a été suivi dès Juillet 1990 à partir de Richard-Toll en direction de l'Ouest avec une station tous les deux kilomètres (Stations I à V). Suite aux cas de schistosomose intestinale signalés en bordure du lac de Guiers, il a ensuite été décidé de mettre en place un nouvel axe de surveillance des rongeurs dans le sens Richard-Toll/Lac de Guiers à partir de Mai 1992. Le protocole décrit ci-dessus intéresse le suivi de la bilharziose intestinale (fig. 1A). Les analyses concernant la borréliose n'ont été pratiquées que de Mars 1990 à Janvier 1992 et seulement dans les sept stations les plus proches de Richard-Toll (fig. 1B).

Les rongeurs ont été capturés à l'aide de pièges Firobind et Manufrance, disposés en lignes de 20 pièges espacés de 10 en 10 mètres. Les pièges sont appâtés avec de la pâte d'arachide; ils sont posés en fin d'après-midi et relevés chaque matin. Les lignes sont laissées en place durant deux à trois nuits. Les animaux capturés sont ramenés vivants au laboratoire où ils sont euthanasiés au pentobarbital sodique, puis mesurés et pesés.

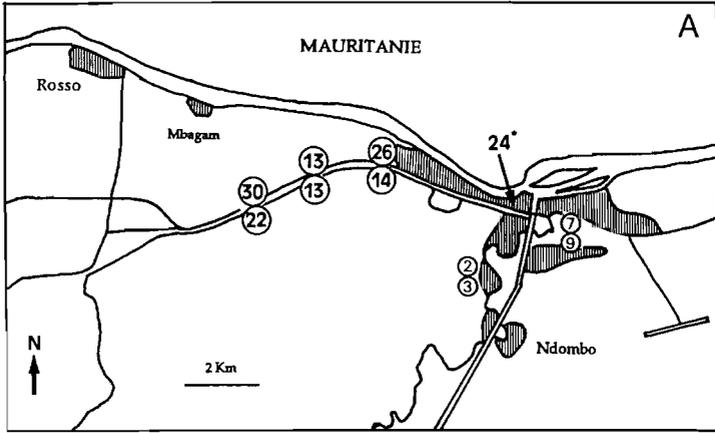


Figure 1A  
Localisation des stations de piégeage et prévalence par station de la borréliose chez les rongeurs (chiffres du haut = *A. niloticus* ; chiffres du bas = *M. huberti* ; \* = *Mus musculus*).

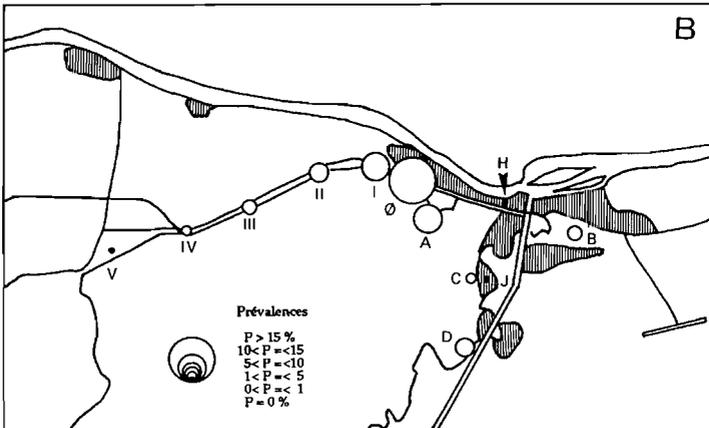


Figure 1B  
Localisation des stations de piégeage et prévalence par station de la schistosomose intestinale chez les rongeurs.

## Analyses au laboratoire

Pour la recherche de *Borrelia*, des prélèvements de sang sont effectués soit par coupure de l'extrémité de la queue, soit par ponction intra-cardiaque afin de réaliser des gouttes épaisses. Celles-ci sont ensuite colorées au Giemsa dilué à 6% et examinées à l'objectif à immersion sur 200 champs.

La recherche des vers adultes de *S. mansoni* dans le système porte-mésentérique a été réalisée selon la méthode de DUVALL et DEWITT (1967) : les rongeurs sont perfusés au niveau du ventricule gauche avec une solution de citrate de sodium; le sang et la solution perfusée sont récupérés au niveau de la veine porte. On recherche également à l'oeil nu la présence éventuelle de vers dans la veine mésentérique. Lorsque des vers adultes sont décelés, le foie et les poumons du rongeur positif sont finement dilacérés afin d'y rechercher d'autres vers, puis une recherche d'oeufs est entreprise dans le foie et les fèces.

## Résultats

### Prévalence globale selon les espèces

Nous avons recherché la présence de *Borrelia* chez quatre espèces différentes (tabl. 1) : outre *A. niloticus* et *M. huberti*, *Mus musculus* (la souris domestique, Muriné) et un Gerbilliné *Taterillus sp.* ont aussi été analysés. Il existe en fait deux espèces jumelles, ne différant que par leur caryotype, *T. pygargus* et *T. gracilis*, que nous n'avons pas distinguées ici. Les prévalences varient de 16% à 24% chez les Murinés analysés mais ces différences ne sont pas significatives. Aucun cas positif n'a été noté chez *Taterillus sp.* mais l'échantillon analysé est très faible.

*Schistosoma mansoni* a été recherché chez les mêmes quatre espèces de rongeurs (tabl. 1). Seuls *A. niloticus* et *M. huberti* ont été trouvés porteurs de vers adultes. Les différences de prévalence observées entre ces deux espèces ne sont pas significatives.

Rongeurs	Borréliose			Schistosomose		
	Positifs	Analysés	Prévalence	Positifs	Analysés	Prévalence
<i>Arvicanthis niloticus</i>	88	476	18,5%	77	1387	5,5%
<i>Mastomys huberti</i>	37	234	15,8%	39	861	4,5%
<i>Mus musculus</i>	5	21	23,8%	0	18	0%
<i>Taterillus sp.</i>	0	9	0%	0	13	0%

Tableau I  
Prévalence en borréliose et schistosomose intestinale chez différentes espèces de rongeurs à Richard-Toll.

Espèce	Sexe	Borréliose			Schistosomose		
		Positifs	Analysés	Prévalence	Positifs	Analysés	Prévalence
<i>A. niloticus</i>	males	29	184	15,8%	38	632	6,0%
	femelles	47	235	20,0%	39	755	5,2%
<i>M. huberti</i>	males	25	127	20,0%	22	472	4,7%
	Femelle	12	100	12,0%	17	389	4,4%

Tableau II  
Prévalence en borréliose et schistosomose intestinale chez les mâles et les femelles de *A. niloticus* et *M. huberti* (aucune différence entre sexes n'est significative).

Les différences observées entre les taux de prévalence des mâles et des femelles des espèces *A. niloticus* et *M. huberti* (tabl. II) ne sont pas significatives tant pour la borréliose que pour la schistosomose.

### Variation saisonnière de la prévalence

Pour la borreliose, on observe des variations bimestrielles importantes avec un maximum de 30% (fig. 2). Ces variations ne sont pas synchrones entre les deux espèces; elles ne sont corrélées ni avec l'abondance des rongeurs, ni avec les saisons.

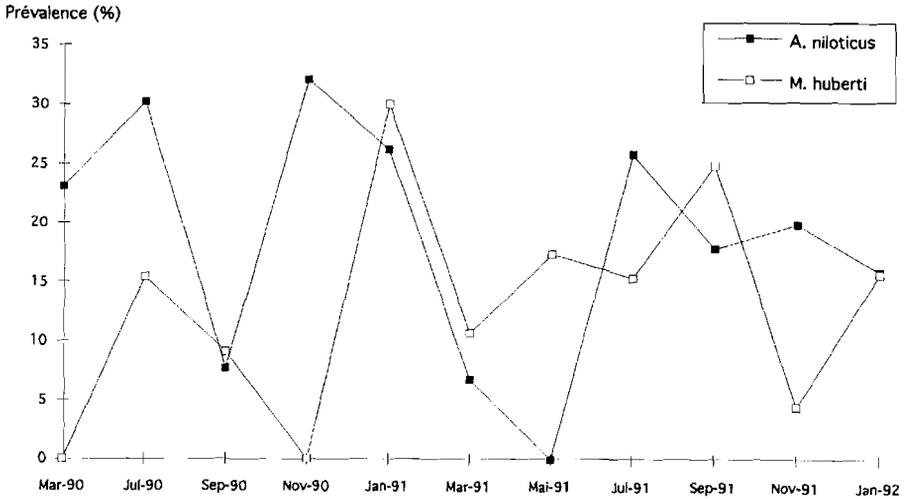
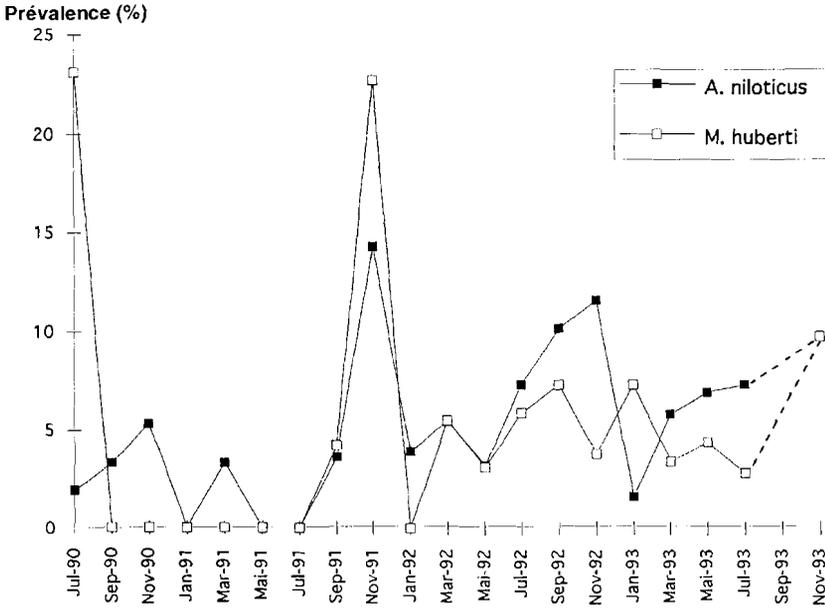


Figure 2  
La borréliose chez *A. niloticus* et *M. huberti* à Richard-Toll.  
Variations bimestrielles de la prévalence  
entre Mars 1990 et Janvier 1992.

Les prévalences les plus élevées en schistosomose s'observent chaque année en novembre, chez *A. niloticus* (fig. 3). Par contre chez *M. huberti*, la prévalence bimestrielle varie de façon très irrégulière, sans saisonnalité apparente. Les écarts entre minima et maxima sont plus importants que chez *A. niloticus*.

### Variation de la prévalence en fonction de l'âge

Chez ces petits rongeurs la croissance pondérale ne s'arrête pas à l'âge adulte mais se poursuit tout au long de la vie de l'individu (POULET, 1982, DUPLANTIER, 1988). Il est donc possible d'assimiler des classes de poids à des classes d'âge. Nous avons ainsi réparti les rongeurs analysés en cinq classes, de 30 en 30 grammes pour *A. niloticus* et de 10 en 10 grammes pour *M. huberti* (GODELUCK *et al.* 1994, DUPLANTIER et SENE, obs. pers.). Les deux premières correspondent à des juvéniles, les trois suivantes à des individus adultes.

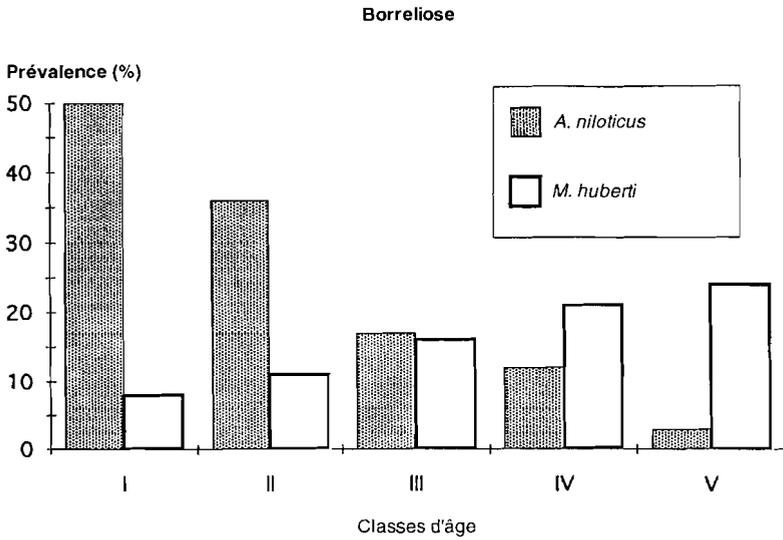


■ Figure 3

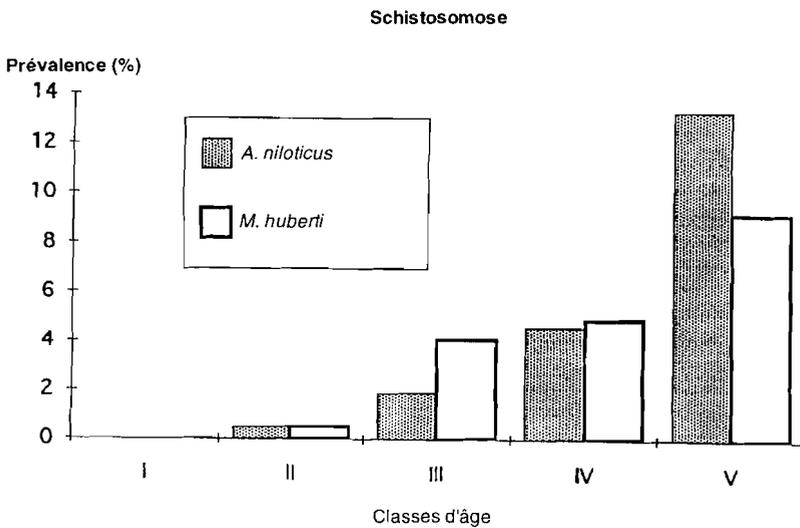
La schistosomose intestinale chez *A. niloticus* et *M. huberti* à Richard-Toll. Variations bimestrielles de la prévalence de Juillet 1990 et Novembre 1993.

Chez ces deux rongeurs, la prévalence en borréliose évolue en sens inverse (fig. 4). Ainsi chez *Arvicanthis*, la prévalence diminue régulièrement avec l'âge (de 50% à 2,9%), tandis que chez *Mastomys* elle augmente avec l'âge (de 7,7% à 23,2%), sans cependant atteindre des prévalences aussi élevées que chez les jeunes *Arvicanthis*.

Au contraire pour la schistosomose, la prévalence augmente de la même façon avec l'âge chez les deux espèces de rongeurs (fig. 5). Elle est nulle pour la première classe d'âge, croît régulièrement ensuite pour atteindre 9% (*M. huberti*) et 13% (*A. niloticus*) chez les plus vieux individus.



■ Figure 4  
La borrelieuse chez *A. niloticus* et chez *M. huberti*.  
Variation des taux de prévalence en fonction de l'âge.



■ Figure 5  
La schistosomose intestinale chez *A. niloticus* et chez *M. huberti*.  
Variation des taux de prévalence en fonction de l'âge.

## Prévalence des rongeurs en fonction du milieu

Les prévalences maximales en borréliose (fig. 1A) correspondent pour les deux rongeurs à la station la plus éloignée de la ville (station **A**) : *Arvicanthis* (26,3%), *Mastomys* (22,3%). Alors que en bordure du quartier « Campement » (station **E**) elles sont minimales : *Arvicanthis* (2%), *Mastomys* (3,4%). Par contre chez la souris domestique *Mus musculus*, capturée uniquement à l'intérieur des maisons en ville (station **F**), la prévalence est à nouveau élevée : 23,8%.

En ce qui concerne la schistosomose, les prévalences par station varient de 0 à 19,7%. Sur l'axe d'échantillonnage situé à l'Ouest de la ville (stations 0 à V), on constate que la prévalence décroît régulièrement et de façon significative au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la ville (fig. 1B). Sur l'axe Nord-Sud en direction du lac de Guiers où les stations sont toutes situées à proximité de villages on n'observe rien de semblable. Dans les stations situées à l'intérieur de la ville (stations **H** et **J**), où n'ont été capturées que des souris domestiques, tous les animaux analysés sont négatifs.

## Discussion

Trois espèces de rongeurs sont touchées par la borréliose à Richard-Toll. Mais nous savons par ailleurs que *Taterillus sp.* est fréquemment infesté dans d'autres localités et au total huit espèces de rongeurs sont connues comme réservoirs de la borréliose au Sénégal (TRAPE *et al.*, 1991, GODELUCK *et al.*, données non publiées). A l'inverse, seulement deux espèces de rongeurs sont touchées par la schistosomose à Richard-Toll comme dans tout le reste du pays (DUPLANTIER, données non publiées). La schistosomose est liée à l'eau et donc seules les espèces vivant dans les milieux humides et même plus précisément celles allant dans l'eau sont susceptibles d'être infestées.

Il est a priori surprenant que *A. niloticus* et *M. huberti* dont les rythmes d'activité sont différents (DUPLANTIER et GRANJON, 1990) soient également parasités par *S. mansoni* : seule la première espèce, qui est

diurne, devrait l'être puisque l'on sait que les cercaires sont émises par les mollusques hôtes intermédiaires, dans la journée. Le foyer de Richard-Toll étant très récent, il est peu probable qu'il existe déjà un polymorphisme chronobiologique des cercaires avec un type tardif adapté aux rongeurs nocturnes, comme cela a été démontré aux Antilles (THÉRON, 1984). Par contre, l'existence de très fortes densités cercariennes dans des eaux stagnantes peut expliquer l'infestation des rongeurs nocturnes. En fin de compte, les prévalences identiques entre les deux espèces semblent résulter d'un équilibre entre le comportement plus aquatique de *M. huberti* et le rythme d'activité davantage diurne de *A. niloticus*.

Pour la borréliose, les variations bimensuelles de prévalence ne sont corrélées, ni avec les pluies, ni avec les périodes de sécheresse, ni avec la densité des rongeurs pendant les deux années de l'étude. Cette absence de corrélation est peut-être liée au large éventail d'espèces réservoirs possibles et au fait que son vecteur ne semble pas lié à un biotope particulier, même si les conditions climatiques limitent sa répartition géographique en Afrique de l'Ouest (TRAPE *et al.*, données non publiées). Pour la schistosomose, aucune variation bimestrielle régulière n'est notée chez *M. huberti*. Par contre, chez *A. niloticus* on note un maximum tous les ans au mois de novembre. Nous avons constaté que la schistosomose touche surtout les vieux animaux et cette augmentation en novembre semble partiellement liée à une plus grande proportion de vieux individus à cette période.

Les fortes différences de prévalence en borréliose selon l'âge, entre *M. huberti* et *A. niloticus*, pourraient s'expliquer par leurs modes de vie différents. *M. huberti* est une espèce qui vit dans les milieux humides, et qui creuse des terriers dans les terrains argileux, là où règne une certaine humidité. *A. niloticus*, séjourne aussi bien dans les milieux secs que dans les milieux humides. Il ne creuse pas de véritables terriers, mais utilise plutôt les clôtures des champs, les herbes et les buissons touffus pour y établir son nid, ou alors creuse des terriers superficiels dans les remblais des pistes et des digues. Les ornithodores vecteurs de la borréliose sont plutôt xérophiles (MOREL, 1965). L'hygrométrie de ces « terriers » d'*A. niloticus* conviendrait mieux à *Theriodoros sonrai* qui y serait plus fréquente que dans ceux de *M. huberti*, d'où une prévalence très élevée chez les jeunes *A. niloticus*. Une grande partie de ceux-ci seraient décimés par la borréliose et les survivants

pourraient acquérir une certaine immunité d'où la forte baisse de prévalence observée chez les stades plus âgés. A l'inverse il faudrait un temps plus long à *M. huberti* pour être contaminé par des *Borrelia*. Il en résulte que son taux d'infestation augmente régulièrement avec l'âge mais reste très inférieur à celui observé chez *A. niloticus*.

La prévalence en schistosomose augmente significativement avec l'âge de l'hôte chez les deux espèces parasitées. Le même phénomène a été observé chez *Rattus rattus* et *Rattus norvegicus* en Guadeloupe (COMBES et DELATTRE, 1981). Les rongeurs ne quittent pratiquement pas leur nid avant l'âge de deux à trois semaines : la probabilité de rencontre avec le stade infestant du parasite est alors presque nulle. De plus, les schistosomules ont besoin d'au moins quatre semaines pour devenir adultes. Il est donc très peu probable de trouver un ver adulte chez un rongeur de moins de deux mois. Ensuite le nombre de contacts avec l'eau et donc les possibilités d'infestation augmentent avec l'âge.

La borréliose est présente dans la ville et les villages comme dans les cultures. On n'observe pas de cline de prévalence en fonction de la proximité de l'habitat humain. Par contre en ce qui concerne la schistosomose on observe que la prévalence décroît régulièrement en s'éloignant de la ville. Ceci montre bien que la dynamique de ce foyer fait intervenir essentiellement l'homme et que c'est à son contact que les rongeurs s'infestent.

## Conclusions

Les variations de prévalence de la borréliose observées dans le temps et dans l'espace ne peuvent pas être expliquées par la dynamique des populations de rongeurs réservoirs. Des études sur les populations de la tique vectrice sont maintenant indispensables pour résoudre ce problème.

Nous avons montré à Keur Moussa que la borréliose constituait un cas de consultation important chez les enfants de plus de cinq ans, alors que la prévalence observée chez les rongeurs est de l'ordre de

13% (TRAPE *et al.*, 1990). Dans le delta du Saloum, l'incidence annuelle de la borréliose est de 5% pour l'ensemble de la population du village de Dielmo alors que la prévalence chez les rongeurs n'est que de 0,8% (DIATTA *et al.*, 1994). Il serait donc important d'effectuer une enquête parmi la population de Richard-Toll puisque les prévalences observées chez les rongeurs de cette localité sont parmi les plus élevées que nous ayons notées dans tout le Sénégal.

Même si des expériences effectuées en captivité (SENE, 1994) ont démontré que *A. niloticus* et *M. huberti* pouvaient être des hôtes définitifs de la bilharziose intestinale, la faible prévalence observée *in natura* et la baisse significative de cette prévalence au fur et à mesure que l'on s'éloigne des habitations montrent à l'évidence que le rôle des rongeurs dans la dynamique du foyer de Richard-Toll est à l'heure actuelle négligeable. Cependant l'augmentation régulière des prévalences et des charges parasitaires, l'extension spatiale de la maladie chez les rongeurs, au cours des trois années de suivi (DUPLANTIER et SENE, données non publiées) amènent à envisager la possibilité de la formation d'un cycle sauvage à Richard-Toll. Les observations récentes de SILVA et ANDRADE (1989), au Brésil, dans un foyer à faible prévalence humaine (3,3%) et très forte prévalence des rongeurs (47%) illustrent bien les risques que peuvent engendrer certaines espèces de rongeurs pour le maintien de cycles dans la nature.

#### Remerciements

Nous remercions vivement Khalilou Ba et Oumar Niang pour leur assistance sur le terrain, P. Delattre pour ses commentaires sur le manuscrit. Ces études ont bénéficié du soutien financier du programme Eau et Santé (ministère de la Recherche et de la Technologie, et département Santé, Orstom), du programme ESPOIR et du programme TDR (OMS, Banque mondiale, Pnud).

## Bibliographie

- CAMICAS (J.L.), HERVY (J.P.), ADAM (F.), MOREL (P.), sous presse —  
*Catalogue des Tiques du monde : nomenclature, stades décrits, hôtes majeurs, répartition biogéographique.*  
Ed. Orstom, Paris.
- COMBES (C.), DELATTRE (P.), 1981 —  
Principaux paramètres de l'infestation des rats (*Rattus rattus* et *Rattus norvegicus*) par *Schistosoma mansoni* dans un foyer de Schistosomose intestinale de la région caraïbe. *Acta Oecologia (Oecol. Applicata)*, 2 (1) : 63-79.
- DOUMENGE (J.P.), MOTT (K.E.), CHEUNG (C.), VILLENAVE (D.), CHAPUIS (O.), PERRIN (M.F.), REAUD-THOMAS (G.), 1987 —  
*Atlas de la répartition mondiale des Schistosomiases.* Talence PUB, 400 p.
- DUVALL (R.H.), DEWITT (W.B.), 1967. —  
An improved perfusion technique for recovering adult schistosomes from laboratory animals. *Am. J. Parasitol.*, 7 : 293-297.
- DUPLANTIER (J.M.), 1988 —  
*Biologie évolutive de populations du genre Mastomys (Rongeur, Muridés) au Sénégal.*  
Thèse d'état, USTL Montpellier, 215 p
- DUPLANTIER (J.M.), GRANJON (L.), 1990 —  
Rythmes d'activité chez six espèces de Muridés du Sénégal appartenant aux genres *Mastomys*, *Arvicanthis*, *Myomys* et *Dasymys*. *Mammalia*, 54 (2) : 173-182.
- IMBERT-ESTABLET (D.), 1986 —  
*Approche synthétique du rôle des rongeurs sauvages dans la transmission de Schistosoma mansoni : Résultats démographiques, écologiques, immunologiques et génétiques.* Thèse d'Etat, Université de Perpignan, 344 p.
- GODELUCK (B.), DUPLANTIER (J.M.), BA (K.), TRAPE (J.F.), 1994 —  
A longitudinal survey of *Borrelia crociduræ* prevalence in rodents and insectivores in Senegal. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 50 (2) : 165-168.
- HANDSCHUMACHER (P.), DORSINVILLE (R.), DIAW (O.T.), HEBBARD (G.), NIANG (M.), HERVÉ (J.P.), 1992 —  
Contraintes climatiques et aménagements hydrauliques à propos de l'épidémie de bilharziose intestinale à Richard-Toll (Sénégal) ou la modification des risques sanitaires en milieu sahélien : 287-295. In « *Risques pathologiques, rythmes et paroxysme climatiques* », J.P. Besancenot ed., Paris, 377 p.
- MOREL (P.) 1965 —  
*Les tiques d'Afrique et du Bassin méditerranéen.* Document ronéotypé, I.E.M.V.T. Maisons-Alfort, 45 p.
- POULET (A.R.), 1982 —  
*Pullulation de Rongeurs dans le Sahel. Mécanismes et déterminisme du cycle d'abondance de Taterillus pygargus et d'Arvicanthis niloticus (Rongeurs, Gerbillidés et Muridés) dans le Sahel du Sénégal de 1975 à 1977.*  
Ed. Orstom, Paris, 367 p.
- RHODAIN (F.), 1976 —  
*Borrelia* et fièvres récurrentes : aspects épidémiologiques actuels. *Bull. Inst. Pasteur*, 74 : 173-218.
- SENE (M.), 1994 —  
*Etude de la schistosomiase intestinale à S. mansoni chez les rongeurs sauvages de Richard-Toll (Sénégal) : suivi de l'infestation naturelle et expérimentale.* These 3° cycle, Université de Dakar, 87 p.

SILVA (T.M.), ANDRADE (Z.A.), 1989 —  
Infecção natural de roedores  
silvestres pelo *Schistosoma mansoni*.  
*Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 84 (2) :  
227-235.

TALLA (I.), KONGS (A.), VERLÉ (P.),  
BELOT (J.), SARR (S.),  
COLL (A.M.), 1990 —  
Outbreak of intestinal schistosomiasis  
in the Senegal river basin. *Ann. Soc.  
Belge Med. Trop.*, 70 : 173-180.

TALLA (I.), KONGS (A.), VERLÉ (P.), 1991 —  
Preliminary study of the prevalence  
of human schistosomiasis in  
Richard-Toll (the Senegal river basin).  
*Trans. Roy. Soc. trop. Med. Hyg.*, 86 :  
182-187.

THERON (A.), 1984 —  
Early and late shedding patterns of  
*Schistosoma mansoni* cercariae :  
ecological significance in  
transmission to human and murine  
hosts. *J. Parasit.* 70 (5) : 652-655

TRAPE (J.F.), DUPLANTIER (J.M.),  
BOUGANALI (H.), GODELUCK (B.),  
LEGROS (F.), CORNET (J.P.),  
CAMICAS (J.L.), 1991 —  
Tick-borne borreliosis in West Africa.  
*The Lancet*, 337 : 473-475.

WEBER (W.J.), 1982 —  
*Diseases transmitted by rats and  
mice*. Thompson Publications,  
Fresno (California), 182 p.



# Les mollusques hôtes intermédiaires des trématodoses humaines et animales

Distribution et variation de densité dans  
les différents systèmes épidémiologiques  
de Richard-Toll

**Oumar Talla Diaw**  
malacologiste

**Georges Vassiliades**  
Parasitologue

**Moussa Seye**  
malacologiste

**Yemou Sarr**  
malacologiste

## Introduction

En relation avec les trématodoses humaines et animales, des enquêtes malacologiques ont permis d'étudier l'abondance, la répartition et le rôle épidémiologique des mollusques au niveau du delta du fleuve Sénégal et du lac de Guiers (DIAW, 1980).

En 1989 et 1990, trois ans après la mise en service du barrage anti-sel de Diama, il a été constaté la prolifération de mollusques d'eau douce, surtout de *Biomphalaria pfeifferi*, dans cette zone (DIAW *et al.*, 1990).

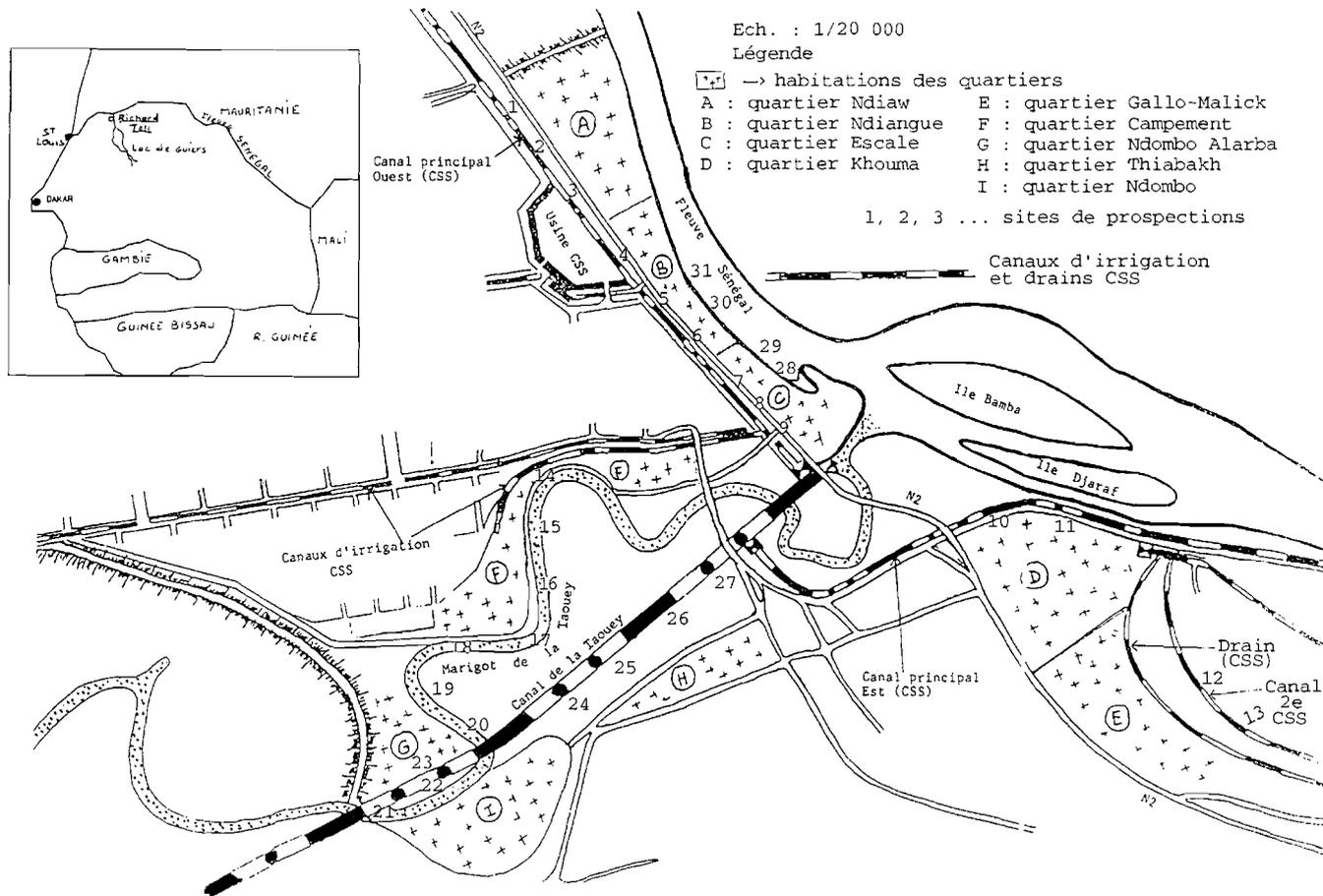


Figure 1  
La commune de Richard-Toll.

En mars 1990, suite à l'endémie de bilharziose intestinale à *Schistosoma mansoni* qui sévit à Richard-Toll depuis 1989 (TALLA, 1989 ; TALLA *et al.*, 1990), une première prospection malacologique précisait les sites de transmission, l'abondance relative des mollusques et leur infestation (DIAW *et al.*, 1991). Cette étude était essentiellement consacrée à *Biomphalaria pfeifferi*, vecteur de la bilharziose intestinale.

Par la suite, il y a eu d'autres enquêtes, et il nous a alors semblé plus intéressant d'étendre ces investigations à tous les mollusques pulmonés, hôtes potentiels de trématodoses humaines et animales (*Bulinus sp.*, *Biomphalaria pfeifferi* et *Lymnaea natalensis*) (DIAW, 1988).

Le présent travail fait état de l'étude de la distribution et des fluctuations des populations de ces pulmonés, dans les différents systèmes épidémiologiques aquatiques de la zone de Richard-Toll.

## Matériel et méthode

### *Présentation de la zone d'étude*

Une présentation générale de la ville de Richard-Toll a été faite par HERVÉ *et al.* (voir p. 33) et par HANDSCHUMACHER *et al.* (voir p. 151). Rappelons cependant qu'à Richard-Toll le réseau hydrographique est très dense (fig. 1) et qu'il est constitué par :

- le fleuve Sénégal qui longe la ville d'est en ouest,
- le marigot Taouey,
- le canal de la Taouey, reliant le fleuve Sénégal au Lac de Guiers,
- les canaux d'irrigation et drains de la Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS).

### **Le fleuve**

Il a un cours régulier et un débit faible. Il longe la ville sur toute sa longueur au nord. La végétation riveraine est très peu abondante sauf à certains endroits où l'on rencontre des herbes sauvages, des *Pistia* et quelques nénuphars (notamment au niveau du quartier Escale). Le pH de l'eau du fleuve est constant et égal à 7.

### **Le marigot Taouey**

Son lit est sinueux, avec de nombreux méandres. Le débit est très faible. A certains endroits l'eau stagne. La végétation est dense sur les bords (*Pistia*, nénuphars, *Typha*, *Cyperus*, etc). Le pH y varie de 6 à 7. Ce marigot reliait autrefois le fleuve au Lac de Guiers, mais il a été remplacé par un canal rectiligne. Cependant les anciens méandres n'ont pas été supprimés et restent toujours en eau.

### **Le canal de la Taouey**

Il relie le fleuve au Lac de Guiers . La végétation riveraine est moins importante que celle du marigot Taouey (*Pistia*, nénuphars et *Typha* présents seulement à quelques rares endroits ). Le pH est de 7 à 7,5.

### **Les canaux d'irrigation et drains de la CSS.**

Ce système irrigué est constitué par les canaux principaux Est et Ouest et par les canaux secondaires et tertiaires au niveau des quartiers de Khouma, Gallo-Malick, Campement ainsi qu'à l'intérieur du casier .

D'accès facile à certains endroits, le « canal est » longe toute la ville dans sa partie est. Il est assez profond et la végétation est très riche sur ses bords (Graminés, *Pistia*, nénuphars, *Cyperus*, *Typha*, etc..)

Toutes ces zones aquatiques sont pérennes. Les fluctuations du régime des eaux sont très faibles, de même que les variations du niveau de l'eau.

### *Choix des sites de prospection*

Toutes ces collections d'eau sont vitales pour les populations de Richard-Toll et connaissent de très fortes fréquentations humaines et animales. Elles constituent autant de «systèmes épidémiologiques aquatiques» différents où les prospections malacologiques ont été effectuées.

Au total 31 sites ont été choisis en fonction des fréquentations. Ils sont répartis dans les différents quartiers et tiennent compte de la nature du point d'eau ainsi que de son importance (fig. 1 et tabl. 1).

## Récolte de mollusques et évaluation de la densité

La méthode est standardisée. Pour chaque site, les mollusques sont recherchés au moyen d'une époussette pendant 15 minutes par deux personnes, à la fois sur la végétation aquatique, sur les différents supports possibles et sur le fond de l'eau. Ils sont ramassés au moyen d'une pince afin d'éviter tout risque de contamination.

La densité au niveau d'un site est exprimée par le nombre de mollusques récoltés par une personne pendant une heure.

La présence de toutes les espèces de mollusques a été notée, mais seuls les bulins, les *Biomphalaria* et les lymnées sont récoltés en raison de leur implication dans la transmission des trématodoses humaines et animales. Ils ont fait l'objet d'études concernant leurs répartitions, densités et fluctuations saisonnières.

Au total il y a eu cinq prospections : en mars, juillet et décembre 1990, en mai et juillet 1991.

Systèmes épidémiologiques (ZONES AQUATIQUES)	Sites de prospection			
	Localisation par Quartier	Nb. de Sites par Quartier	Numéro des Sites	Nb. Total de Sites/Système
Canaux d'irrigation et drains de la CSS	Ndiaw	3	1-2-3	14
	Ndiangue	3	4-5-6	
	Escale	3	7-8-9	
	Khouma	2	10-11	
	Gallo Malick	2	12-13	
	Campement	1	14	
Marigot Taouey	Campement	4	15-16-17-18	6
	Ndombo Alarba	2	19-20	
	Ndombo	2	21-22	
Canal de la Taouey	Ndombo Alarba	1	23	7
	Thiabakh	4	24-25-26-27	
Fleuve Sénégal	Escale	2	28-29	4
	Ndiangue	2	30-31	
TOTAL DES SITES		31		31

Tableau I  
Systèmes épidémiologiques aquatiques  
et localisation des sites de prospection malacologique.

## Identification des mollusques et taux d'infestation

Tous les mollusques récoltés sont ramenés au laboratoire ; ils sont identifiés (MANDAL BARTH, 1973 ; BROWN, 1980), groupés par espèce et par système épidémiologique, puis dénombrés.

Dans un deuxième temps, ces mollusques sont mis dans des pilluliers avec un peu d'eau distillée et exposés individuellement à la lumière (du jour ou d'une lampe) pendant 30 minutes, pour déterminer la nature et le taux de leur infestation.

L'identification des cercaires émises est faite au moyen de la clef de FRANSDEN et CHRISTENSEN (1984).

Les *Biomphalaria* ont été mesurés afin d'étudier les corrélations entre leur taille et leur infestation bilharzienne.

## Résultats

### Espèces de mollusques rencontrées

Les différentes prospections dans les différents sites ont permis d'identifier 10 espèces de gastéropodes appartenant à :

- la sous-classe des pulmonés : *Biomphalaria pfeifferi* (KRAUSS, 1848), *Bulinus truncatus* (AUDOUIN, 1827), *Bulinus forskalii* (MORELET, 1866), *Bulinus globosus* (MORELET, 1866), *Bulinus senegalensis* MULLER, 1781, *Lymnaea natalensis* KRAUSS, 1848, *Gyraulus costulatus* (KRAUSS, 1848),
- la sous-classe des prosobranches : *Melanoides tuberculata* (MÜLLER, 1774), *Bellamya unicolor* (OLIVIER, 1804),
- la sous-classe des bivalves : *Corbicula africana* (KRAUSS).

### Distribution et abondance relative

*Biomphalaria pfeifferi*, *Bulinus truncatus* et *Lymnaea natalensis* sont les trois principales espèces que l'on rencontre en grande quan-

tité dans presque tous les sites. La densité des autres pulmonés, *B. globosus*, *B. forskalii* et *B. senegalensis* reste dans tous les cas très faible (comprise entre 0 et 2).

Pour l'ensemble des cinq prospections, 13 841 mollusques ont été récoltés : 9 597 *Biomphalaria* (69% du total des individus), 2 782 *Lymnaea natalensis* (20%) et 1 462 bulins (11%). Parmi les bulins, *B. truncatus* est l'espèce dominante avec 1 345 individus (92%) et les autres (*B. forskalii*, *B. globosus* et *B. senegalensis*) sont en petit nombre (117 individus).

*Biomphalaria pfeifferi* et *B. truncatus* sont sympatriques et se rencontrent au niveau de tous les systèmes épidémiologiques avec souvent de fortes densités. Les rares *B. globosus* et *B. senegalensis* sont récoltés dans les canaux de la CSS et dans le fleuve, alors que *B. forskalii*, un peu plus fréquent que ces derniers, se localise surtout dans le marigot de la Taoucy et dans les canaux d'irrigation et les drains.

Concernant l'abondance des mollusques au niveau des systèmes épidémiologiques, c'est le système irrigué (canaux et drains de la CSS) qui héberge la majorité de cette faune malacologique (10 153 individus, soit 73%). Les autres systèmes (le marigot Taouey, le canal de la Taouey et le fleuve) ne renferment que de faibles populations représentant respectivement 16%, 8% et 3% de l'ensemble des mollusques récoltés. (tabl. II et fig. 2, 3, 4 et 5).

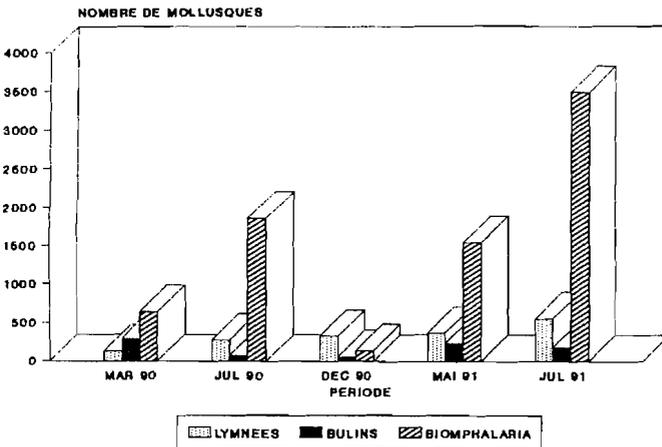


Figure 2  
Abondance  
des mollusques  
dans le système  
« canaux CSS ».

I Tableau II

Nombre de mollusques récoltés et taux d'infestation des *Biomphalaria* en fonction du système épidémiologique et de la période de récolte.

Système	Mollusque	Mars 90	Juil. 90	Déc. 90	Mai 91	Juil. 91	TOTAL
Système irrigué (Canaux CSS)	ABONDANCE RELATIVE DES DIFFERENTS MOLLUSQUES						
	Lymnées	131	278	324	367	549	1 649 (16,0 %)
	Bulins	292	79	60	230	182	843 (8,3 %)
	<i>Biomphalaria</i>	638	1 855	135	1 536	3 497	7 661 (75,4 %)
	TOTAL	1 061	2 212	519	2 133	4 228	10 153 (73,0 %)*
Système marigot Taouey	INFESTATION DES BIOMPHALARIA						
	Nb. Testés	621	1 052	122	1 474	2 839	6 108
	Nb. Infestés	289	317	39	252	782	1 679
	Tx. Infestation	46,5 %	30,1 %	32 %	17 %	27,5 %	27,4 %
	ABONDANCE RELATIVE DES DIFFERENTS MOLLUSQUES						
Système canal Taouey	Lymnées	49	27	48	294	317	735 (34 %)
	Bulins	88	11	18	95	111	323 (15 %)
	<i>Biomphalaria</i>	151	211	6	398	332	1 098 (51 %)
	TOTAL	288	249	72	787	760	2 156 (16 %) *
	INFESTATION DES BIOMPHALARIA						
Système fleuve Sénégal	Nb. Testés	125	161	6	389	330	1 011
	Nb. Infestés	73	28	0	120	103	324
	Tx. Infestation	58,8 %	17,3 %	0 %	30,8 %	31,2 %	32,0 %
	ABONDANCE RELATIVE DES DIFFERENTS MOLLUSQUES						
	Système fleuve Sénégal	Lymnées	16	20	0	73	81
Bulins		38	0	1	45	30	114 (10 %)
<i>Biomphalaria</i>		79	37	0	166	490	772 (72 %)
TOTAL		133	57	1	284	601	1 076 (8 %) *
INFESTATION DES BIOMPHALARIA							
Système fleuve Sénégal	Nb. testés	71	37	0	160	476	744
	Nb. infestés	18	15	0	57	49	139
	Tx. infestation	25,3 %	40,5 %	0 %	35,6 %	10,2 %	18,6 %
	ABONDANCE RELATIVE DES DIFFERENTS MOLLUSQUES						
	Système fleuve Sénégal	Lymnées	4	-	14	16	174
Bulins		30	-	0	126	22	182 (40 %)
<i>Biomphalaria</i>		2	-	3	32	29	66 (14 %)
TOTAL		36	-	17	174	229	456 (3 %) *
INFESTATION DES BIOMPHALARIA							
TOTAL GENERAL	Nb. testés	2	-	3	32	29	66
	Nb. infestés	1	-	0	24	3	28
	Tx. infestation	50 %	-	0 %	75 %	10,3 %	42,4 %
	ABONDANCE RELATIVE DES DIFFERENTS MOLLUSQUES						
	TOTAL GENERAL	Lymnées	200	325	386	750	1 121
Bulins		448	90	79	496	349	1 462 (11 %)
<i>Biomphalaria</i>		870	2 103	144	2 132	4 348	9 597 (69 %)
TOTAL		1 518	2 518	609	3 378	5 818	13 841
INFESTATION DES BIOMPHALARIA							
TOTAL GENERAL	Nb. testés	819	1 250	131	2 055	3 674	7 929
	Nb. infestés	381	360	39	453	937	2 170
	Tx. infestation	46,5 %	28,8 %	29,7 %	22,0 %	25,5 %	27,3 %

(\*) : pourcentage de mollusques pour un système par rapport au nombre total de mollusques récoltés dans l'ensemble des systèmes.

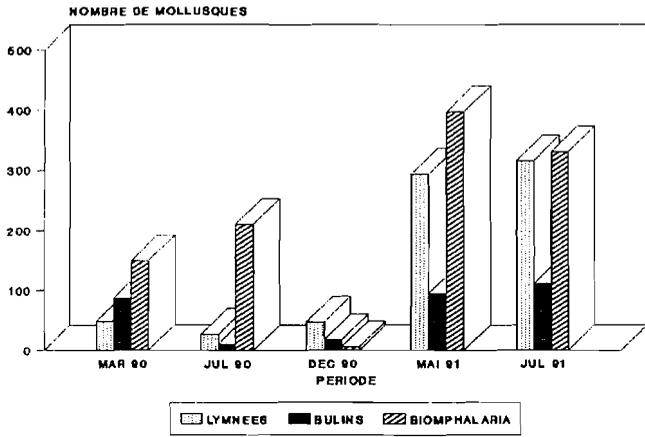


Figure 3  
Abondance des mollusques dans le système « marigot Taouey ».

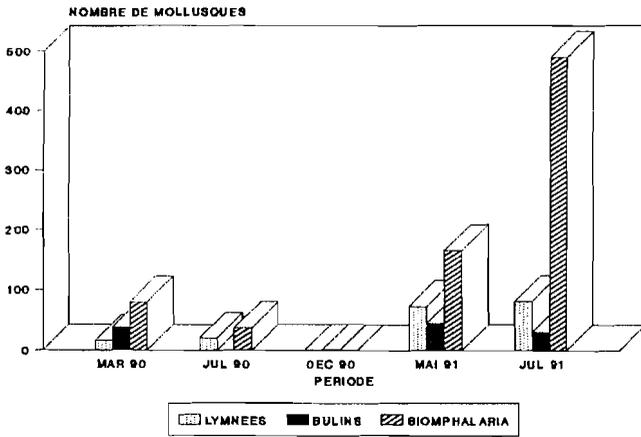


Figure 4  
Abondance des mollusques dans le système « canal Taouey ».

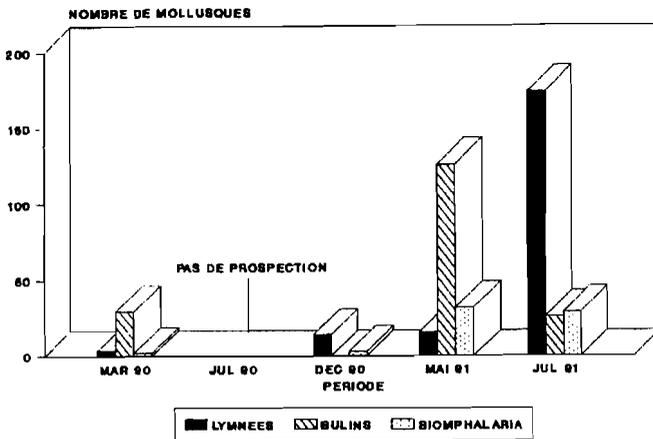


Figure 5  
Abondance des mollusques dans le système « fleuve Sénégal ».

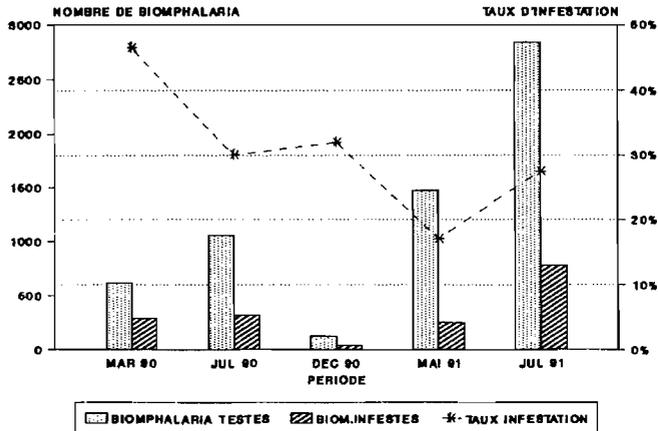
## Infestation des mollusques

Tous les mollusques récoltés ont été testés et seuls les *Biomphalaria* ont révélé une infestation avec des cercaires d'intérêt médical et/ou vétérinaire.

En effet les *Biomphalaria* sont fortement infestés avec des furcocercaires de *Schistosoma mansoni*. Pour un système donné, le taux d'infestation<sup>1</sup> des *Biomphalaria* varie de 0 à 100% d'un site à un autre et de 0 à 75% d'une période de l'année à une autre. Le taux d'infestation global<sup>2</sup> varie d'une période à l'autre (22 à 46%).

La transmission se fait au niveau de tous les types de biotopes et à toutes les périodes de l'année à l'exception du mois de décembre où elle se fait uniquement dans les canaux de la CSS qui concentrent l'ensemble des *Biomphalaria* (94%) avec un taux d'infestation de 32%. Cependant les taux d'infestation les plus élevés enregistrés durant toute l'étude ont été rencontrés au niveau du fleuve en mai 1991 avec 75% et dans le marigot de la Taouey en mars 1990 avec 58 % (tabl. II et fig. 6, 7, 8 et 9).

Figure 6  
Variations des taux d'infestation des *Biomphalaria* dans le système « canaux CSS ».



<sup>1</sup> Infestation de tous les *Biomphalaria* récoltés durant les 5 prospections dans un système épidémiologique donné (système).

<sup>2</sup> Infestation de tous les *Biomphalaria* récoltés dans les 4 systèmes épidémiologiques pendant une période donnée (période).

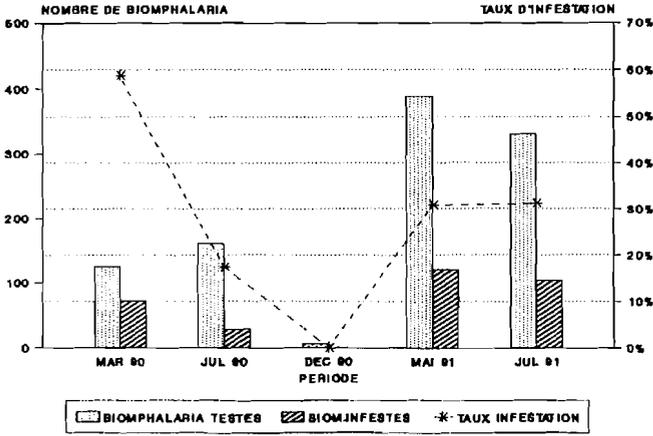


Figure 7 Variations des taux d'infestation des *Biomphalaria* dans le système « marigot Taouey ».

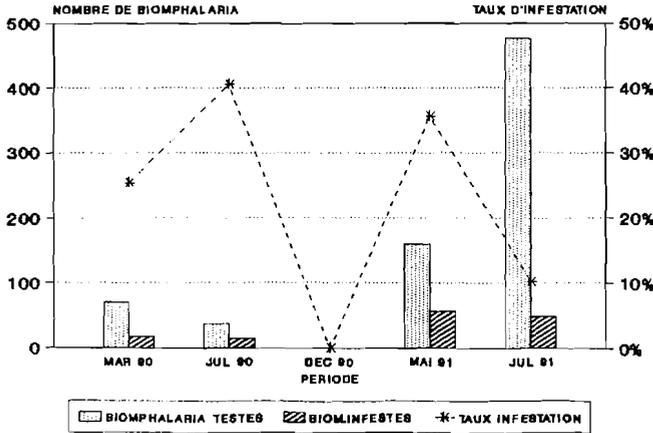


Figure 8 Variations des taux d'infestation des *Biomphalaria* dans le système « canal Taouey ».

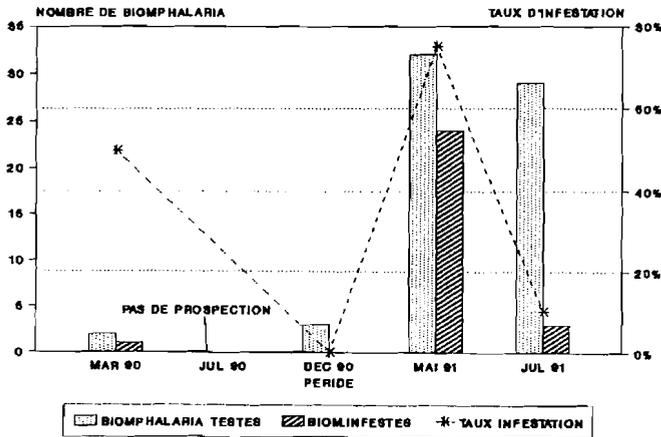


Figure 9 Variations des taux d'infestation des *Biomphalaria* dans le système « fleuve Sénégal ».

## Variations saisonnières

C'est en mai 1991, juillet 1990 et juillet 1991 que les mollusques ont été les plus abondants, représentant respectivement 25, 18 et 42% de la récolte des cinq périodes réunies. Décembre 1990 est le moment de l'année où ils sont le moins nombreux avec un total de 609 mollusques, soit 4%.

*Biomphalaria pfeifferi* est l'espèce dominante. Elle représente, suivant la période de l'année, de 57 à 83% de la population des mollusques recensés dans l'ensemble des systèmes épidémiologiques, à l'exception du mois de décembre pendant lequel les lymnées prédominent avec 63% de la population totale. Cette prédominance se retrouve au niveau des différents systèmes épidémiologiques où *B. Pfeifferi* représente entre 51 et 75% de la population totale des mollusques, sauf dans le fleuve où ce sont les lymnées et les bulins qui sont plus abondants (respectivement 46 et 40% des individus récoltés).

On observe une certaine fluctuation dans l'infestation des *Biomphalaria* par *S. mansoni* d'une période à l'autre. C'est en mars 1990, date qui correspond au début de l'épidémie, que le taux d'infestation est le plus élevé (46,5%). Par la suite on assiste à une diminution progressive de ce taux d'infestation (22 et 25% en mai et juillet 1991). Une enquête, conduite en juillet 1992, donne un taux global d'infestation de 14% (DIAW et STURROCK, 1992a).

## Distribution des *Biomphalaria* en fonction de leur taille et relations avec l'infestation

Au cours de cette étude 4 006 *Biomphalaria* ont été testés, puis mesurés (diamètre de la coquille). Après avoir été séparés en positifs (infestés par *S. mansoni*) et négatifs, ils ont été regroupés en fonction de leur taille qui varie de 3 mm à 14 mm (tabl. III).

Ce sont les individus dont la taille est comprise entre 6 et 10 mm. qui sont les plus nombreux. Ils représentent plus de 50% du total des *Biomphalaria* récoltés. En toute logique, c'est dans ces classes de taille, qui correspondent aux individus plus âgés, que l'on enregistre le plus grand nombre de *Biomphalaria* infestés (Plus 60% du total des *Biomphalaria* positifs).

Taille (mm)	<i>Biomphalaria</i> testés		<i>Biomphalaria</i> infestés	
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
3	3	0,07 %	1	0,05 %
4	37	0,09 %	12	0,68 %
5	146	3,64 %	45	2,56 %
6	247	6,16 %	72	4,09 %
7	637	15,91 %	230	13,09 %
8	898	22,41 %	327	18,68 %
9	897	22,39 %	448	25,49 %
10	887	17,14 %	361	20,54 %
11	298	7,43 %	192	10,92 %
12	97	2,42 %	45	2,56 %
13	44	1,09 %	19	1,08 %
14	15	0,37 %	5	0,28 %
TOTAL	4 006		1 757	

Tableau III  
Distribution des *Biomphalaria* en fonction de leur taille.

## Discussion

La prolifération des mollusques pulmonés, constatée au niveau du delta après la construction du barrage de Diama (DIAW *et al.*, 1990), se confirme à Richard-Toll dans les différents systèmes épidémiologiques aquatiques tels que le fleuve Sénégal, le marigot Taouey, le canal de la Taouey, les canaux et drains de la CSS.

Les résultats des enquêtes conduites en 1992 (DIAW et STURROCK, 1992b), nos observations personnelles de 1993 et 1994 et les récoltes récentes de *Biomphalaria* sur les rives mauritaniennes du fleuve montrent une colonisation progressive des cours d'eau par les mollusques et confirment la présence de *Biomphalaria pfeifferi* et *Bulinus globosus* observés pour la première fois dans le fleuve Sénégal par SELLIN (*com. pers.*).

Ces récoltes dans le fleuve Sénégal constituent, avec celles de SALAMI (1990) dans le Fleuve Mono au Togo, des observations inédites qui diffèrent des résultats généralement constatés dans les grands fleuves africains où *Bulinus globosus* et *Biomphalaria pfeifferi* sont rares sinon absents. (SELLIN *et al.*, 1980 ; ODEI, 1961).

L'apparition et la pullulation de ces deux espèces de mollusques ont également été signalées dans le Lampsar et le Gorom, cours d'eau naturels du delta (DIAW *et al.*, 1991).

Certains facteurs tels que les variations de température (SHIFF, 1967) et/ou la crue périodique du fleuve sont probablement à l'origine de l'évolution des populations de mollusques (distribution et abondance).

*Biomphalaria pfeifferi* n'a jamais été signalé dans la zone de Richard-Toll jusqu'en 1988 (LE MASSON et DIAW, 1977 ; DIAW, 1980). Aujourd'hui il colonise presque tous les points d'eau où généralement il est l'espèce dominante. Ainsi cette espèce constitue par sa distribution actuelle et son abondance un véritable « phénomène épidémiologique » au niveau du delta et du lac de Guiers. Les études malacologiques plus globales menées dans ces sites en 1989-1991 confirment cette situation (DIAW *et al.* 1991 ; DIAW *et al.* 1992).

Les résultats de l'étude malacologique (abondance et forte infestation des *Biomphalaria*) corroborent les données concernant l'épidémie de bilharziose intestinale de Richard-Toll : taux d'infestation globale de la population égal à 71,5% en 1989 (TALLA, 1989), 43% en 1990 (DIALLO *et al.*, 1990) et 58,5% en 1992 (TALLA *et al.*, 1992). D'un quartier à l'autre, les prévalences ont varié de 22 à 72%.

L'étude de la taille des *Biomphalaria* a montré que 94% des mollusques mesurent plus de 5 mm et que 97% des spécimens infestés appartiennent à ce groupe. Les taux d'infestation les plus élevés (46 à 64%) sont enregistrés chez les mollusques de grande taille (> 8 mm).

Des observations comparables ont été faites au Mali par COULIBALY *et al.* (1990) à propos de *Biomphalaria pfeifferi* et à Sainte Lucie par STURROCK (1973) pour *Biomphalaria glabrata*.

Tous les bulins récoltés se sont avérés négatifs, bien qu'ils soient hôtes potentiels de certaines trématodoses dans la zone étudiée : *B. globosus* est hôte intermédiaire de *S. haematobium* et de *S. bovis* ; *B. truncatus* transmet *Paramphistomum microbothrium* et *S. haematobium* ; *B. forskalii* est vecteur de *S. bovis* (DIAW, 1988). Cependant des cas de schistosomoses et de paramphistomoses animales ont été observés à Richard-Toll et dans ses environs (DIAW *et al.*, 1992).

Dans cette zone du delta, *B. truncatus* ne semble jouer qu'un rôle négligeable dans la transmission de *S. haematobium* (LE MASSON et DIAW, 1977 ; CHAINE et MALEK, 1983 ; DIAW, 1988). C'est *B. glo-*

*bosus* qui est le vecteur effectif de la bilharziose urinaire et son rôle épidémiologique se confirme dans le foyer de Mbodiène (village situé à 70 km au sud-ouest de Richard-Toll) où il est infesté à 29% (DIAW et STURROCK, 1992). Par contre, à cause de son extension géographique très restreinte et de sa faible densité à Richard-Toll, cette espèce semble actuellement peu apte à développer des sites de transmission de *S. haematobium* dans les différents systèmes épidémiologiques rencontrés dans cette ville.

La distomatose à *Fasciola gigantica* sévit dans le delta et le lac de Guiers et *Lymnaea natalensis* en est l'unique hôte intermédiaire (DIAW *et al.*, 1991 ; DIAW *et al.*, 1992). Les lymnées récoltées à Richard-Toll ne sont pas infestées. En fait la fréquentation animale n'est pas très forte au niveau des systèmes épidémiologiques aquatiques de Richard-Toll.

Une étude réalisée au niveau du « système des mares temporaires » de la zone de Richard-Toll montre une nette différence quant à la nature, la densité et les fluctuations des populations de mollusques. En effet, la faune malacologique y est constituée uniquement de bulins (*B. truncatus*, *B. senegalensis*) en très faible quantité. L'évolution de ce système est gouvernée par un certain nombre de facteurs tels que la pluviométrie, la nature du sol, la température de l'eau et l'évaporation etc.. (DIAW *et al.*, 1991).

Dans une autre zone aménagée pour la culture du riz, au niveau du barrage de l'Anambé (région de Kolda, au sud-est du pays), le « système irrigué » (canaux et drains) évolue différemment de celui de Richard-Toll. Un calendrier cultural et une gestion économique de l'eau imposent souvent des arrêts d'irrigation ce qui entraîne la mise à sec des canaux. Ainsi une telle pratique limite sensiblement les populations de mollusques. Ceux-ci sont rares, sinon absents dans les canaux (DIAW *et al.*, 1991).

Bien que trop fragmentaires pour constituer une étude longitudinale de la dynamique des populations, les cinq prospections malacologiques réalisées dans les différents systèmes épidémiologiques aquatiques de Richard-Toll apportent des informations intéressantes sur la distribution et l'évolution des populations de mollusques vecteurs de trématodoses humaines et animales. Il est certain qu'une étude plus régulière, sur une période plus longue donnera des informations plus précises sur l'écologie et les fluctuations des popula-

tions de ces espèces. Une telle étude est en cours dans le cadre du projet Espoir (Programme intégré de lutte contre les bilharzioses dans le bassin du fleuve Sénégal).

## Conclusion

Après la mise en service du barrage de Diama et la multiplication des aménagements hydroagricoles, une surveillance malacologique et épidémiologique accrue s'avère nécessaire au niveau de Richard-Toll, mais aussi du delta et de tout le bassin du fleuve Sénégal. En effet on observe :

- une présence en grand nombre de mollusques pulmonés hôtes potentiels et/ou effectifs de trématodoses humaines et animales, dans toutes les collections d'eau de la région,
- l'extension de l'aire potentielle de répartition des mollusques vecteurs (colonisation progressive du fleuve, des marigots et des autres collections d'eau douce etc..) qui pourrait permettre l'implantation et le développement des bilharzioses dans des zones encore indemnes. Un tel scénario est d'autant plus probable que Richard-Toll, actuellement très important foyer de bilharziose intestinale, est un véritable carrefour pour les populations humaines de la vallée du fleuve.

De tels risques existent également pour les trématodoses animales, à savoir la distomatose, la schistosomose et les paramphistomoses.

## Bibliographie

BROWN (D.S.), 1980 —  
*Fresh water snails of Africa and their medical importance*. London, Taylor and Francis Ltd, 487 p.

CHAINED (J.P.), MALEK (E.A.), 1983 —  
Urinary schistosomiasis in the sahelian region of the Senegal river basin. *Trop. Geogr. Med.*, 35 : 245-256.

COULIBALY (G.), MADSEN (H.), 1987 —  
Seasonal density fluctuations of intermediate hosts of schistosomes in two streams in Bamako, Mali. *J. Afr. Zool.*, 104 : 201-212.

DIALLO (S.), NDIR (O.),  
GAYE (O.), 1990 —  
*Projet eau et santé dans un contexte*

- de développement (Sénégal). Volet étude de la prévalence des bilharzioses et des parasitoses intestinales. Enquête parasitologique effectuée à Richard-Toll (département de Dagana, région de St Louis) du 23 mars au 2 avril 1990.* Doc. ORSTOM Dakar, n° ORSTOM/ES/DK/21.90, 6p.
- DIAW (O.T.), 1980 —  
Trématodoses dans le Delta du Sénégal et le Lac-de Guiers. I- Etude de la répartition des mollusques d'eau douce. *Bull. Inst. fr. Afri. noire, Sér. A (Sci. Nat.)*, 42 (4) : 709-722.
- DIAW (O.T.), 1988 —  
Rôle épidémiologique des mollusques dans la transmission des trématodoses humaines et animales au Sénégal. *Cahiers d'information de l'ISRA, Dakar*, 2 (3), 13 p.
- DIAW (O.T.), STURROCK (R.F.), 1992 a —  
*Enquête malacologique à Richard-Toll (Juillet 1992). Projet E.S.P.O.I.R.- Lutte contre les bilharzioses dans la région du Fleuve.* Doc. LNERV, Dakar n° 30/Path. Anim., 12 p.
- DIAW (O.T.), STURROCK (R.F.), 1992 b —  
*Données malacologiques à Mbodiène (Juillet 1992). Projet ESPOIR. de lutte contre les bilharzioses dans la région du Fleuve.* Doc. LNERV, Dakar n° 31/Path. Anim., 5 p.
- DIAW (O.T.), VASSILIADES (G.), SEYE (M.), SARR (Y.), 1990 —  
« Prolifération de mollusques et incidence sur les trématodoses dans la région du Delta et du Lac-de-Guiers après la construction du barrage de Diama sur le fleuve Sénégal ». *In* : Résumés des contributions à ICOPA VII., *Bull. Soc. fr. Parasitol.*, 8 (Suppl. 2), 772 p.
- DIAW (O.T.), VASSILIADES (G.), SEYE (M.), SARR (Y.), 1991 —  
Epidémiologie de la bilharziose à *Schistosoma mansoni* à Richard-Toll (delta du fleuve Sénégal). Etude malacologique. *Bull. Soc. Path. exot.*, 84 : 174-183.
- DIAW (O.T.), VASSILIADES (G.), SEYE (M.), SARR (Y.), 1991 —  
« Impact des aménagements hydro-agricoles et du barrage de Diama sur l'épidémiologie des bilharzioses humaines et animales dans la région du Delta du Fleuve Sénégal et du Lac-de- Guiers : Répartition, écologie et rôle épidémiologique des mollusques »  
*In* : *Les bilharzioses humaines et animales : Etude des mollusques vecteurs et luttés biologique et écologique. Rapport final (Togo, Sénégal, Niger) Projet Réseau Africain de Biosciences.* Doc. LNERV, Dakar n° 62/Parasito., 102 p.
- DIAW (O.T.), VASSILIADES (G.), SEYE (M.), SARR (Y.), 1992 —  
*Incidences de la construction des barrages et des aménagements hydroagricoles sur la pathologie parasitaire animale. Etudes helminthologiques et malacologiques.* Doc. LNERV, Dakar n° 15/Path. Anim., 24 p.
- FRANSEN (F.), CHRISTENSEN (N.O.), 1984 —  
An introductory guide to identification of cercariae from Africa water snails with reference to cercariae of Trematode species of medical and veterinary importance. *Acta tropica*, 41 : 181-202.
- LE MASSON (J.M.), DIAW (O.T.), 1977 —  
*Données épidémiologiques de la bilharziose urinaire dans le delta du fleuve Sénégal. Projet Debit Lampsar n°18 E. Etudes sanitaires.* Doc. SAED, Saint Louis, Sénégal, 36 p. + 1 carte.

- MANDAL BARTH (G.), 1973 —  
*A field guide of African fresh water snails. I- West Africa species (Senegal, Nigeria)*. Doc. WHO of the Snails Identification Center, Danish Bilharziosis Laboratory, 29 p.
- ODEI (M.A.), 1961 —  
 A review of the distribution and snails hosts of bilharziosis in West Africa. Part. II - French Guinea, Ivory Coast, Senegal, Togo and Dahomey, Niger, Upper Volta and Sudan. *J. trop. Med. Hyg.*, 64 : 64-68.
- SALAMI (G.H.), CADOUX (M.I.), KULO (S.D.), GUNIN (T.), TOURTE-SCHAEFER (C.), 1990 —  
 Distribution et fluctuations des populations de mollusques hôtes intermédiaires de schistosomiasis humaines dans trois types de gîtes de la zone de retenue du futur barrage de Nangbeto (Togo) et leur rôle épidémiologique. *J. Afr. Zool.*, 104 : 49-60.
- SELLIN (B.), SIMONKOVICH (E.), ROUX (J.), 1980 —  
 Etude de la répartition des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes en Afrique de l'Ouest. Premiers résultats. *Med. trop.*, 40 : 31-39.
- SHIFF (C.J.), 1967 —  
 The influence of temperature on the intrinsic rate of natural increase of fresh water snail *Biomphalaria pfeifferi*. *Arch. Hydrobiol.*, 62 : 429-438.
- STURROCK (R.F.), 1973 —  
 Field studies on the transmission of *Schistosoma mansoni* and the bionomics of intermediate host *Biomphalaria glabrata* on Santa-Lucia, West Indies. *International Journal for Parasitology*, 3 : 175-194.
- TALLA (I.), 1989 —  
*L'évolution de la bilharziose intestinale à Richard-Toll*. Doc. de la Région médicale de St-Louis, n° 102/89/VK/VK, 7 p. + 1 carte.
- TALLA (I.), BELOT (S.), KONGS (A.), VERLE (P.), SARR (S.), COLL (A.M.), 1990 —  
 Outbreak of intestinal schistosomiasis in the Senegal river basin. *Ann. Soc. belge Med. trop.*, 70 : 173- 180.
- TALLA (I.), DAFF (B.), SOW (S.), DIOP (B.), MBAYE (A.), 1992 —  
*Rapport préliminaire de l'enquête parasitologique sur la schistosomiase intestinale à Richard-Toll (Juillet-Septembre 1992)*. Programme de lutte contre les bilharzioses dans la région de St-Louis. Doc. du District Sanitaire de Richard-Toll, Région Médicale de St Louis, Sénégal, 10 p.

# Bilharzioses et parasitoses intestinales

## Étude de la prévalence dans la zone de Richard-Toll

**Oumar Ndir**  
Parasitologue

**Samba Diallo**  
Parasitologue

**Oumar Gaye**  
Parasitologue

**Ousmane Faye**  
Parasitologue

**Issa Bella Bah**  
Parasitologue

**Yemou Dieng**  
Parasitologue

**Thérèse Dieng**  
Parasitologue

## ■ Présentation de la zone d'étude

Dans la commune de Richard-Toll, les investigations parasitologiques ont été décidées suite à une épidémie de bilharziose intestinale déclaré par TALLA (1982), après le dépistage par le laboratoire du Centre de santé de nombreux sujets excréant des œufs de *Schistosoma mansoni*. Les enquêtes se sont déroulées durant la période allant du 21 mars au 2 avril 1990. Elles ont intéressé les quartiers où le dépistage passif effectué par ce laboratoire avait permis de déceler les plus grands nombres de cas de bilharziose intestinale (voir le plan de la ville qui figure p. 202 de ce même volume). Il s'agit de :  
– Ndiaw, Ndiangué, Escale, quartiers situés entre le fleuve Sénégal et la route nationale n°2, longés par le canal principal de la Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS), en face des casiers sucriers et de l'usine;

---

Cette étude complète les recherches similaires réalisées dans le périmètre de Diomandou et présentées précédemment (voir p. 117).

- Campement et Ndombo Alarba, qui sont longés à la fois par le canal de la Taouey et le marigot Taouey ;
- Khouma et Gallo Malick, deux quartiers compris entre la route nationale n°2 et les canaux d'irrigation de la commune de Richard-Toll ;

Deux villages situés en périphérie sud de Richard-Toll, ont également été prospectés. Il s'agit de Ndombo et de Ntiago où les examens parasitologiques n'ont concerné que les enfants, excellents indicateurs pour les bilharzioses.

En l'absence de données précises sur les endémies parasitaires à Richard-Toll, notre objectif a été d'examiner un échantillon de sujets de chaque sexe et de tout âge en vue d'établir la prévalence des bilharzioses et des autres parasitoses intestinales. Chaque quartier a fait l'objet d'une campagne d'information préalable visant à rassembler le maximum d'habitants à la date retenue pour la collecte des prélèvements d'urines et de selles.

## ■ Méthodes de travail

Elles sont en tous points identiques à celles déjà utilisées lors des enquêtes conduites dans la moyenne vallée du fleuve et exposées précédemment (voir p. 117).

## ■ Résultats

### *Examens de dépistage*

#### **Examen des urines**

Un seul des 1 032 sujets examinés présente des œufs de *Schistosoma haematobium* soit un indice global d'infestation bilharzienne

de 0,1 % pour l'ensemble des quartiers prospectés. Il s'agit d'une fille de 11 ans présentant une hématurie et éliminant 10 œufs pour 10 ml d'urine. Elle habite Campement et venait de rentrer d'un séjour à Oourossogui où elle a pu s'infester. Sur la base de ces résultats, il est possible de dire qu'il n'existe pas de transmission locale de l'agent de la bilharziose urinaire.

## Examen des selles

### *Bilharziose intestinale*

Sur 1 260 selles examinées, 527 contiennent des œufs de *Schistosoma mansoni* soit un indice d'infestation global de 41,8% (tabl. 1).

Sexe	Tranches d'âge	Sujets examinés	Nombre d'œufs par lame de selles					Nbre de sujets positifs	Prévalence
			0	1-9	10-19	20-29	30 et +		
masc.	0 - 4 ans	82	63	16	2	10	0	19	23,2
	5 - 9 ans	199	106	80	9	3	1	93	46,7
	10-14 ans	147	63	70	9	1	4	84	57,1
	15 ans et +	154	91	55	6	1	1	63	40,9
	Total	582	323	221	26	6	6	259	44,5
fém.	0 - 4 ans	78	60	16	2	0	0	18	23,1
	5 - 9 ans	196	101	80	11	2	2	95	48,5
	10-14 ans	133	62	49	16	3	3	71	53,4
	15 ans et +	271	187	70	12	2	0	84	31,0
	Total	678	410	215	41	7	5	268	39,5
masc. et	0 - 4 ans	160	123	32	4	1	0	37	23,1
	5 - 9 ans	395	207	160	20	5	3	188	47,6
fém.	10-14 ans	280	125	119	25	4	7	155	55,3
	15 ans et +	425	278	125	18	3	1	147	34,6
	Total	1 260	733	436	67	13	11	527	41,8

■ Tableau 1

Commune de Richard-Toll : indices d'infestation bilharzienne et charges parasitaires en fonction de l'âge et du sexe chez les sujets infestés par *S. mansoni* (mars-avril 1990).

Les sujets de sexe masculin paraissent plus touchés par la maladie avec un indice de 44,5 % contre 39,5 % chez les sujets de sexe féminin. La différence entre ces indices n'est pas statistiquement significative au seuil de probabilité de 5 %. Dans la tranche d'âge des

15 ans et plus, l'indice d'infestation des sujets de sexe masculin (40,9%) est plus élevé que celui des sujets de sexe féminin (31,0%), alors que, dans les autres tranches d'âge, les indices sont sensiblement les mêmes dans les deux sexes.

Le tableau I montre que l'infestation par *S. mansoni* survient précocement puisque 23,1% des enfants de 0 à 4 ans examinés sont infestés. Cette valeur, relativement élevée, plaide en faveur de la proximité des sites de contamination par rapport aux lieux d'habitation puisque les très jeunes enfants ne s'éloignent que rarement du domicile de leurs parents. L'indice d'infestation bilharzienne augmente avec l'âge et atteint la valeur de 55,3% dans la tranche des 10-14 ans, âge où les enfants se déplacent beaucoup plus et de ce fait sont au contact fréquent de collections d'eau variées. Cet indice est plus faible chez les adultes où il se situe aux environs de 34%.

Afin d'évaluer l'intensité d'infestation chez les sujets parasités, nous avons dénombré les œufs observés sur chaque lame de selles et calculé le nombre d'œufs par gramme de selles sur la base d'un poids moyen de 8 mg par prélèvement examiné. Ce chiffre a été obtenu en faisant la moyenne des poids enregistrés, à l'aide d'une balance de torsion, de 10 prélèvements de selles à examiner.

Ainsi sur les 527 sujets parasités, 436, soit 82,7%, éliminent entre 125 et 1 125 œufs par gramme de selles et 17,3% plus de 1 125 œufs. Si les sujets qui éliminent 250 œufs et plus par gramme de selles, sont considérés comme fortement parasités nous pouvons dire qu'un sujet positif sur 5 est concerné. A signaler que 2,1% des sujets dépistés présentent une très forte infestation avec 3 750 œufs et plus par gramme de selles, le plus atteint éliminant quant à lui 46 œufs par lame, ce qui correspond à 5 750 œufs par gramme de selles.

D'après le tableau II les quartiers les plus affectés par la bilharziose intestinale sont Campement et Ndombo Alarba avec un indice d'infestation moyen respectivement égal à 56,4% et à 55,5%. Dans ces deux quartiers, deux sujets âgés de 5 à 14 ans sur trois examinés et un adulte sur deux sont parasités par *S. mansoni*. A Ndiangué et Khouma, les indices d'infestation sont comparables avec respectivement 34,1% et 32,3% de sujets infestés. A Ndiangué, 20,4% des adultes sont parasités et, chez les sujets de 5 à 14 ans, l'indice d'infestation est deux fois plus élevé (44,4%). Les indices les plus faibles sont enregistrés à Ndiaw (22,6%), Escalé (28,2%) et Gallo-

Tranches d'âge		Ndiaw	Ndiangué	Escale	Khouma	Gallo Malick	Campement	Ndombo Alarba	Total
0 - 4	E	23	5	4	16	20	53	40	161
	P	1	1	0	1	2	19	13	37
	%	4,3	20	0	6,2	10	35,8	32,5	23
5 - 15	E	58	72	75	78	77	190	125	675
	P	21	32	25	36	27	122	80	343
	%	36,2	44,4	33,3	46,1	35,1	64,2	64	50,8
15 et +	E	34	49	31	33	59	145	73	424
	P	4	10	6	4	6	78	39	147
	%	11,8	20,4	19,3	12,1	10,2	53,8	53,4	34,7
Total	E	115	126	110	127	156	388	238	1 260
	P	26	43	31	41	35	219	132	527
	%	22,6	34,1	28,2	32,3	22,4	56,4	55,5	41,8

■ Tableau II

Commune de Richard-Toll : indices d'infestation bilharzienne à *S. mansoni* par tranche d'âge selon le quartier (mars-avril 1990). (E = nombre de sujets examinés, P = nombre de sujets positifs, % = pourcentage de positifs).

Malick (22,4%). Dans ces trois quartiers, les sujets du groupe des 5 à 14 ans sont relativement moins infestés que ceux des autres quartiers (un sur trois au lieu des deux sur trois enregistrés dans les quartiers les plus atteints).

Afin de rechercher une éventuelle corrélation entre selles diarrhéiques et infestation par *S. mansoni*, nous avons noté dans le tableau III l'aspect des selles et avons réparti ces dernières en deux groupes : selles liquides et selles moulées à dures. Dans chaque groupe, nous avons dénombré les selles contenant des œufs de *S. mansoni*. Il apparaît ainsi que, sur les 1 260 selles examinées, 584 sont liquides (46,3%) et 676 moulées à dures (53,7%).

Parmi les selles liquides 260, soit 44,5%, contiennent des œufs de *S. mansoni*. Ce pourcentage s'abaisse à 39,5% pour les selles moulées à dures. La différence entre ces deux pourcentages n'étant pas significative au seuil de probabilité de 5%, il apparaît ainsi qu'à Richard-Toll, l'absence de diarrhée ne doit pas constituer un argument pour éliminer une atteinte par *S. mansoni*.

Pour les villages riverains de la Taouey, le sondage effectué à Ndombo a donné les résultats du tableau IV en ce qui concerne la

Quartiers	Selles liquides			Selles moulées à dures			Total examiné
	Positives	Négatives	Total	Positives	Négatives	Total	
Ndiaw	16	49	65	10	40	50	115
Ndiangué	21	36	57	22	47	69	126
Escale	14	37	51	17	42	59	110
Khouma	26	40	66	15	46	61	127
Gallo							
Malick	25	64	89	10	57	67	156
Campement	100	52	152	119	117	236	388
Ndombo							
Atarba	58	46	104	74	60	134	238
Total	260	324	584	267	409	676	1 260
%	44.5	55.5	100	39.5	60.5	100	

I Tableau III

Commune de Richard-Toll : dépistage de la bilharziose intestinale. Résultats des examens en fonction de l'aspect macroscopique des selles (mars-avril 1990).

Classes d'âge		Ndombo			Ntiago			TOTAL		
		♂	♀	Total	♂	♀	Total	♂	♀	Total
0 - 4	E	1	1	2	5	2	7	6	3	9
	P	0	0	0	1	1	2	1	1	2
	%	0	0	0	20	50	28,6	16,7	33,3	22,2
5 - 14	E	23	5	28	11	8	19	34	13	47
	P	19	3	22	9	3	12	28	6	34
	%	82,6	60	78,6	81,8	37,5	63,2	82,3	44,1	72,3
≥15	E	2	1	3	1	0	1	3	1	4
	P	0	1	1	1	0	1	1	1	2
	%	0	100	33,3	100	0	100	33,3	100	50
Total	E	26	7	33	17	10	27	43	17	60
	P	19	4	23	11	4	15	30	8	38
	%	73	57,1	69,7	64,7	40	55,5	69,8	47,0	63,3

I Tableau IV

Villages riverains de la Taouey : résultats de l'examen des selles en fonction de l'âge et du sexe dans les villages visités (mars-avril 1990). (E = examiné, P = positif, % = pourcentage de positifs).

bilharziose intestinale. D'après ce tableau, chez les enfants de 5 à 14 ans examinés à Ndombo, 78,6% sont parasités (22 positifs sur 28). A Ntiago, ce pourcentage est égal, dans la même tranche d'âges, à 63,2% ce qui correspond à 12 infestés sur 19 examinés.

#### *Autres parasitoses intestinales*

D'après le tableau v, les parasites intestinaux sont rencontrés à tous les âges. De 10,6% chez les enfants de 0 à 4 ans, l'indice d'infestation augmente brusquement pour atteindre 18,0% dans la tranche d'âge des 5 à 9 ans et diminue ensuite jusqu'à 10,1% chez les adultes. L'indice d'infestation des sujets de sexe masculin est comparable à celui des sujets de sexe féminin : 13,6% pour les premiers et 13,9% pour les seconds. Dans la tranche d'âges des 5 à 9 ans, les filles paraissent plus atteintes que les garçons : 20,9% contre 15,1%, mais la différence entre ces 2 pourcentages n'est pas statistiquement significative.

Sujets examinés			Prévalence						
Sexe	âge	Total	<i>E. coli</i>	<i>Giardia</i>	<i>Ascaris</i>	Trichocephale	<i>H. nana</i>	Anguillule	Globale
masc.	0 - 4	82	9,7	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0
	5 - 9	199	10,0	1,5	1,0	1,0	1,5	0,0	15,1
	10-14	147	9,5	1,4	0,7	0,0	2,0	0,0	13,6
	≥ 15 ans	154	11,0	0,0	0,6	0,0	1,3	0,0	13,0
	Total	582	10,1	1,0	0,7	0,3	1,4	0,0	13,6
fém.	0 - 4	78	6,4	0,0	1,3	0,0	1,3	1,3	10,2
	5 - 9	196	14,3	1,5	1,0	0,0	3,6	0,5	20,9
	10-14	133	12,8	0,7	0,7	0,7	1,5	0,0	16,5
	≥ 15 ans	271	7,7	0,4	0,0	0,0	0,4	0,0	8,5
	Total	678	10,5	0,7	0,6	0,1	1,6	0,3	13,9
masc. et	0 - 4	160	8,1	0,6	0,6	0,0	0,6	0,6	10,6
	5 - 9	395	12,1	1,5	1,0	0,5	2,5	0,2	18,0
	10-14	280	11,1	1,1	0,7	0,3	1,8	0,0	15,0
fém.	≥ 15 ans	425	8,9	0,2	0,2	0,0	0,7	0,0	10,1
Total	1 260	10,3	0,9	0,6	0,2	0,2	1,5	0,2	13,7

Tableau v

Commune de Richard-Toll : prévalence, en fonction de l'âge et du sexe, des différentes espèces de parasites intestinaux autres que *S. mansoni*.

L'examen du tableau vi montre que les quartiers Ndombo Alarba et Campement présentent les indices d'infestation les plus élevés avec respectivement 18,1% et 17,3% de porteurs de parasites intestinaux. Viennent en seconde position Ndiangué et Khouma avec des indices respectifs de 14,3% et 11,0%. Les autres quartiers comptent chacun moins de 10% de porteurs de parasites.

*Escherichia coli* apparaît comme le parasite le plus répandu (10,3% de porteurs de kystes) dans tous les quartiers et à tous les âges (tabl. v et vi). Cependant, l'indice d'infestation par ce parasite reste faible. Rappelons que c'est une espèce d'amibe non pathogène dont la présence chez l'homme témoigne d'une mauvaise hygiène fécale. *Hymenolepis nana* avec 1,5% de porteurs occupe la seconde place (tabl. v). Pour ce parasite, Ndiangué et Campement ont les indices d'infestation les plus élevés.

Quartiers	Examinés	Prévalence						
		<i>E. coli</i>	<i>Giardia</i>	<i>Ascaris</i>	Tricho- céphale	<i>H. nana</i>	Anguillule	globale
Ndiaw	115	6,1	0	0	0	1,7	0	7,8
Ndiangué	126	7,9	1,6	1,6	0	3,2	0	14,3
Escale	110	6,4	0	0,9	0,9	0	0,9	9,1
Khouma	127	8,7	0,8	0,8	0	0	0,8	11,0
Gallo Malick	156	5,8	0,6	0,6	0	0,6	0	7,7
Campe- ment	238	14,2	0,8	0,2	0	2,1	0	17,3
Ndombo Allarba	238	13,0	1,7	0,8	0,8	1,7	0	18,1
Total	1 260	10,3	0,9	0,6	0,2	1,5	0,1	13,7

■ Tableau vi  
Prévalence des différentes espèces de parasites intestinaux, autres que *S. mansoni*, selon les quartiers (mars-avril 1990).

Les parasites dont la prévalence peut être accrue par la consommation de légumes crus ou de l'eau polluée sont rares (0,6% de porteurs d'ascaris et 0,2% de porteurs de trichocéphale). Les vers

intestinaux transmis par voie cutanée (anguillules, ankylostomes) et dont l'existence est liée aux conditions écologiques sont également rares (0,1% de porteurs de *Strongyloides stercoralis*, aucun porteur de *Necator americanus* dépisté).

Pour les villages riverains de la Taouey, deux espèces de parasites intestinaux autres que *S. mansoni* sont rencontrées. Il s'agit de *E. coli* et *H. nana* avec respectivement 3,3% et 1,7% de parasités.

## Enquêtes sur les contacts homme-eau

### Principales sources d'eau utilisées

L'approvisionnement en eau d'une même famille provient de sources multiples (présentation des points d'eau de la zone d'étude, p. 170). L'examen du tableau VII montre que, sur 70 familles interrogées, 69 utilisent l'eau du réseau de distribution (puits, citernes, bornes fontaines, robinets), soit 98,6%. Ces familles s'approvisionnent également au niveau des cours d'eau les plus proches de leur lieu d'habitation, en cas de nécessité ou pour certaines usages. C'est ainsi que 22,8% d'entre elles utilisent l'eau du canal de la Taouey, 21,4% celle du fleuve Sénégal, 17,1% celle des canaux de la Compagnie sucrière sénégalaise (CSS) et seulement 1,4% (1 famille) celle du marigot de la Taouey.

Quartiers	Nombre de familles enquêtées	Principales sources d'eau utilisée				
		Fleuve	Canaux CSS	Canal Taouey	Réseau de distribution	Marigot Taouey
Ndiaw	10	10	0	0	10	0
Ndiangué	10	4	0	0	10	0
Escale	10	1	0	0	10	1
Khouma	10		9	0	10	0
Gallo Malick	10		0	0	10	0
Campement	10		3	6	9	0
Ndombo						
Allarba	10	0	0	10	10	
Total	70	15	12	16	69	1
%		21,4	17,1	22,8	98,6	1,4

Tableau VII  
Commune de Richard-Toll : contacts homme-eau. Principales sources d'eau utilisées par les familles enquêtées dans les différents quartiers.

## Utilisation des sources d'eau selon les quartiers

Fleuve Sénégal : Quinze, sur les 30 familles interrogées dans les trois quartiers riverains du fleuve (Ndiaw, Ndiangué et Escale), utilisent l'eau du fleuve. Aucune d'entre elles ne s'approvisionne à partir du canal principal de la CSS, même lorsque celui-ci est situé à proximité des habitations.

Canaux de la CSS. : à Khouma, 9 des 10 familles interrogées utilisent l'eau de ces canaux et 3 sur 10 à Campement.

Canal de la Taouey : 6 familles sur 10 à Campement et la totalité des familles enquêtées à Ndombo Alarba s'y approvisionnent en eau.

Marigot de la Taouey : il n'est utilisé que par une seule famille sur 10 dans le quartier Escale sur le tronçon situé en aval du pont de la route nationale n°2.

## Principales utilisations des sources d'eau

L'eau du réseau de distribution est la source d'eau la plus utilisée pour les besoins domestiques. En effet, 88,6% des familles interrogées l'emploient pour la boisson et la cuisine et 47,1% pour laver le linge, se laver et faire les ablutions (tabl. VIII).

L'eau des cours d'eau sert rarement pour la boisson puisque seulement 2,8% des familles interrogées boivent l'eau du fleuve, 4,3% celle des canaux de la CSS et 7,1% celle du canal de la Taouey. L'eau du marigot de la Taouey n'est bue par aucune des 70 familles interrogées.

Pour la lessive, les baignades et les ablutions, le canal de la Taouey est le cours d'eau le plus fréquenté (22,8% des familles) puis viennent le fleuve (17,1%) et les canaux de la CSS. (14,3%).

Les canaux de la CSS sont les lieux les plus fréquentés pour la natation (11,4% des familles). Le fleuve et le canal de la Taouey servent également à la natation mais à un degré moindre (2,8% des familles).

En ce qui concerne les travaux agricoles, 31 sur les 70 familles interrogées, soit 44,3%, utilisent l'eau fournie par le réseau de distribution. Les familles dont les hommes travaillent dans les casiers sucriers irrigués à partir des canaux de la CSS, représentent 28,6% des cas. Enfin 4,3% des familles interrogées pratiquent le maraîchage avec l'eau du cours d'eau le plus proche de leur jardin potager.

Familles utilisant la source d'eau pour:										
Principales sources d'eau utilisées	Boisson/cuisine		Lessive		Bains/ablutions		Natation		Irrigations	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Fleuve	2	2,8	13	18,6	12	17,1	2	2,8	3	4,3
Canaux CSS	3	4,3	8	11,4	10	14,3	8	11,4	20	28,6
Marigot Taouey	0	0	1	1,4	0	0	0	0	3	4,3
Canal Taouey	5	7,1	16	22,8	16	22,8	2	2,8	5	7,1
Réseau de distribution	62	88,6	33	47,1	33	47,1	0	0	31	44,3

Tableau VIII

Principales utilisations des sources d'eau par les familles enquêtées dans les différents quartiers de la commune de Richard-Toll (mars-avril 1990).

## Discussion et conclusion

La schistosomose urinaire est inexistante à Richard-Toll : un seul cas a été observé, probablement d'origine extérieur. Cependant et comme à Diomandou, on ne peut exclure le développement ultérieur d'un foyer si les mollusques vecteurs au Sénégal étaient introduits.

S'agissant de la schistosomose intestinale, les recherches coprologiques ont révélé 41,8% de sujets infestés par *S. mansoni*, pour 1260 sujets examinés. Ainsi la commune de Richard-Toll apparaît comme une zone de forte endémicité bilharzienne. C'est aussi la première fois que cette maladie est décelée en milieu urbain au Sénégal, chez des populations autochtones.

Même en milieu rural, la bilharziose intestinale a toujours été considérée comme sévissant sous forme de rares foyers isolés et disséminés dont certains sont actuellement éteints en raison de la période de sécheresse qui sévit depuis 1974 dans la zone soudano-sahélienne. Les deux premiers foyers de bilharziose intestinale décou-

verts au Sénégal l'ont été par DESCHIENS (1951), l'un dans les environs de Bignona et l'autre dans la zone de Kolda. Mais ce n'est qu'à partir de 1958 que des enquêtes systématiques de dépistage des bilharzioses furent menées au Sénégal par LARIVIÈRE *et al.* (1958) qui dépistèrent la même année des cas de bilharziose intestinale dans certains villages du Département de Fatick. Le faible taux de prévalence enregistré, 3,9%, n'avait cependant pas permis de localiser les sites de transmission de la maladie.

En 1954, LARIVIÈRE *et al.* découvrirent un foyer actif de transmission de cette maladie à Fandène-Saint Marcel, à 5 kms au sud de la ville de Thiès. Dans cette localité où 47,0% des enfants d'âge scolaire éliminaient des œufs de *S. mansoni*, une prospection malacologique avait révélé la présence en quantité abondante de *Biomphalaria pfeifferi*, dans le marigot et certains des spécimens récoltés étaient parasités (LARIVIÈRE *et al.*, 1960). Signalons que ce foyer est actuellement éteint.

D'autres cas de bilharziose intestinale ont été rencontrés dans le département de Kédougou ainsi que dans les environs de la ville de Kolda par LARIVIÈRE *et al.* (1964).

En dehors de ces cas découverts il y a plus de 20 ans et de ceux rencontrés dans le département de Kolda plus récemment par DIALLO *et al.* (1979 a), aucun autre n'a été signalé en dépit des nombreuses enquêtes de dépistage menées ces dernières années notamment dans les régions de Diourbel (DIALLO *et al.*, 1979 b), de Tambacounda, Ziguinchor (DIALLO *et al.*, 1979 a) et Louga (NBOYE, 1985).

En 1970, WATSON avait signalé la présence de *Biomphalaria pfeifferi*, mollusques hôtes intermédiaires, dans le lac de Guiers. Par la suite, MALECK (1977) prospectant des sites au niveau du delta et de ce même lac n'avait pas retrouvé les planorbes. Il attribua leur disparition à la période de sécheresse qui sévissait dans la zone depuis 1974. DIAW (1980) signalait à nouveau *B. pfeifferi* dans le delta, à Dakar-Bango près de Saint-Louis, et dans plusieurs sites au niveau du lac de Guiers à Gnit, Mpack et Keur Momar Sar, en petit nombre cependant.

Ce n'est que récemment que DIAW *et al.* (1990) ont noté l'extension des sites colonisés par cette espèce ainsi que l'importante augmentation de sa densité à Richard-Toll, Rosso-Sénégal et au niveau du

Lac de Guiers. Ainsi à Richard-Toll, elle a été observée en abondance dans les canaux d'irrigation et de drainage, le canal de la Taouey et le marigot de la Taouey avec des taux d'infestation variables mais pouvant atteindre 47,5%.

Cette prolifération de *B. pfeifferi* dans la zone du delta est sans conteste liée aux bouleversements écologiques provoqués par l'arrêt de la remontée des eaux salées marines dans le fleuve Sénégal et ses affluents avec la mise en place, en 1986, du barrage « anti-sel » de Diama.

La découverte des premiers cas de bilharziose intestinale à Richard-Toll remonte à 1988 (TALLA, 1989). Depuis lors, le nombre des cas dépistés a augmenté régulièrement faisant de cette maladie, le problème de santé publique le plus important de la localité.

Cette forte endémicité découle de la colonisation massive des canaux d'irrigation et du marigot de la Taouey par *B. pfeifferi* et de l'infestation des eaux par des sujets parasités par *S. mansoni*, de plus en plus nombreux.

Le développement de ce foyer tient aussi à la présence saisonnière de migrants qui travaillent essentiellement pour la CSS et qui proviennent de différentes régions du Sénégal et de pays limitrophes où sévit la bilharziose intestinale à l'état endémique.

Compte tenu de l'ampleur de l'épidémie bilharzienne à Richard-Toll et de l'importance des mouvements de populations, une diffusion de cette maladie dans la vallée du fleuve, zone jusque là indemne de cette affection, est à redouter. En effet les opérations d'aménagements d'une ampleur comparables à celles actuellement réalisée dans la vallée, se sont toujours soldées en Afrique par une augmentation et une extension de la transmission des bilharzioses (DESCHIENS, 1972 et 1973; DIALLO *et al.*, 1982). Il est donc urgent de promouvoir à Richard-Toll des mesures de lutte susceptibles d'arrêter la transmission de cette endémie et de réduire l'importance du réservoir de parasites.

Comme à Diomandou, les autres parasitoses ne constituent pas un problème de santé publique. Seul *E. coli* est relativement abondant avec une prévalence moyenne de 10,3%, mais n'est pas pathogène.

## Bibliographie

- DESCHIENS (R.), 1972 —  
L'incidence de la création des lacs de retenue, des grands barrages africains sur les endémies parasitaires. *Bull. Soc. Path. exot.*, 65 (5) : 240-263.
- DESCHIENS (R.), 1973 —  
Remarques sur l'épidémiologie comparée des maladies parasitaires du lac Akossombo (Ghana) et du lac Nasser. *Ann. Parasitol. hum. comp.*, 48 (2) : 243-247.
- DIALLO (S.), N'DIR (O.), VICTORIUS (A.), BAH (I. B.), DIOUF (M.), 1979 a —  
*Les maladies parasitaires endémiques en Basse et Moyenne Casamance*. Doc. multigr., service de Parasitologie, faculté de Médecine et de Pharmacie, Dakar, 42 p.
- DIALLO (S.), N'DIR (O.), BAH (I. B.), VICTORIUS (A.), DIOUF (F.), 1979 b —  
*Les maladies parasitaires endémiques dans la région de Diourbel*. Doc. multigr., service de Parasitologie, faculté de Médecine et de Pharmacie, Dakar, 39 p.
- DIALLO (S.), NDIR (O.), DIOUF (F.), GAYE (O.) DIOP (M.), 1984 —  
*Maladies parasitaires endémiques dans le département de Bakel (résultats d'enquêtes effectuées dans les villages abritant des périmètres irrigués)*. Doc. multigr., service de Lutte Antiparasitaire, Thies, 19 p.
- DIALLO (S.), NDIR (O.), SOUARÉ (D.), GAYE (O.) DIENG (T.), 1990 —  
*Prévalence des bilharzioses et des autres parasitoses intestinales dans le bassin du fleuve Sénégal. Résultats d'enquêtes effectuées à Richard-Toll (département de Dagana) et dans la zone du périmètre irrigué de Diomandou (département de Podor)*. Doc. Orstom Dakar, n° ORSTOM/ES/DK/22.90, 41 p.
- DIALLO (S.), DIOP MAR (I.), 1982 —  
Impact des principales maladies transmissibles sur le développement. *Médecine d'Afrique Noire*, 29 (7) : 461-469
- DIOW (O. T.), 1980 —  
Trématodoses dans le delta du fleuve sénégal et le lac de Guiers. Etude de la répartition des mollusques d'eau douce. *Bull. Inst. Franç. Afr. Noire, sér. A*, 42 (4) : 709-722.
- DIOW (O. T.), VASSILIADES (G.), SEYE (M.), SARR (Y.), 1990 —  
Prolifération de mollusques et incidence sur les trématodes dans la région de Dakar et du Lac de Guiers après la construction du barrage de Diama sur le fleuve Sénégal. *Revue Elev. Med. et Pays Trop.*, 43 (4) : 499-502
- LARIVIERE (M.), ARETAS (R.), RABA (A.), CHARNIER (M.), 1958 —  
Index d'infestation bilharzienne au Sénégal (Cercles de Thies et de Kaolack). *Bull. Med AOF*, 3 (2) : 239-243.
- LARIVIERE (M.), LAPIERRE (J.), HOCQUET (P.), CAMERLYNK (P.), 1960 —  
Etude d'un foyer de bilharziose à *S. mansoni* dans un village du cercle de Thiès (Sénégal). *Bull. Soc. Med. Afr. Noire Lgue Fr.*, 5 (2) : 88-103.
- LARIVIERE (M.), RANQUE (P.), DIALLO (S.), 1964 —  
Existence de foyers de bilharziose à *S. mansoni* Sambon, 1907, en haute Casamance et dans le Sénégal oriental. *Bull. Soc. Med. Afr. Noire Lgue Fr.*, 9, (3) : 288-289.
- MALECK (E. A.), 1977 —  
*Studies on schistosomiasis snail intermediate hosts in the Senegal river Basin*. Doc. multigr., SAED Saint-Louis, 32 p.

NOOYE (B.), 1985 —  
*Contribution à l'étude de la prévalence des endémies parasitaires dans le département de Linguère (région de Louga)*. Thèse Pharmacie n° 4, univ. Cheikh Anta Diop, Dakar, 58 p.

SOUARÉ (D.), 1990 —  
*Prévalence des bilharzioses et autres parasitoses entériques dans la vallée*

*du fleuve Sénégal*. Thèse Pharmacie n° 85, univ. Cheikh Anta Diop, Dakar, 67 p.

TALLA (I.), 1982 —  
*Evolution de la bilharziose intestinale à Richard-Toll*.

Mémoires DEA, Institut Sciences de l'Environnement, univ. Cheikh Anta Diop, Dakar, 101 p.



# Le delta du fleuve Sénégal

partie 3





# La desserte médicale et recours aux soins de santé primaires

## Évolution spatiale et temporelle

**Aminata Niang**

Géographe de la santé

**Pascal Handschumacher**

Géographe de la santé

## Introduction

Cette étude porte sur une évaluation du système de Soins de Santé Primaires (SSP) dans l'arrondissement de Ross-Béthio, entité administrative du Delta du fleuve Sénégal.

L'arrondissement de Ross-Béthio fait partie de la région de Saint-Louis (fig. 1). Il est compris entre les latitudes 16°N et 16°35 N et les longitudes 15°40 W et 16°35 W. Il couvre une superficie de 3 076 km<sup>2</sup> avec une population de 43 509 habitants (recensement national 1988). La densité moyenne y est de 14,4 habitants au km<sup>2</sup> avec des disparités nord-ouest, sud-est, liées à une occupation très inégale de l'espace. En effet, l'axe routier principal (la Nationale n°2) sépare l'espace en deux grandes zones qui sont :

- la zone nord-ouest, vallée alluviale du fleuve appelée Walo, qui correspond aux zones d'aménagements hydro-agricoles. Elle concentre les plus grandes densités de population.
- La zone sud-est, espace sahélien, traditionnellement domaine de l'élevage transhumant et de la culture sous pluie appelé Diéri. Les densités de population y sont plus faibles et les villages sont très dispersés. Ils sont le plus souvent constitués de hameaux distants de plusieurs kilomètres.

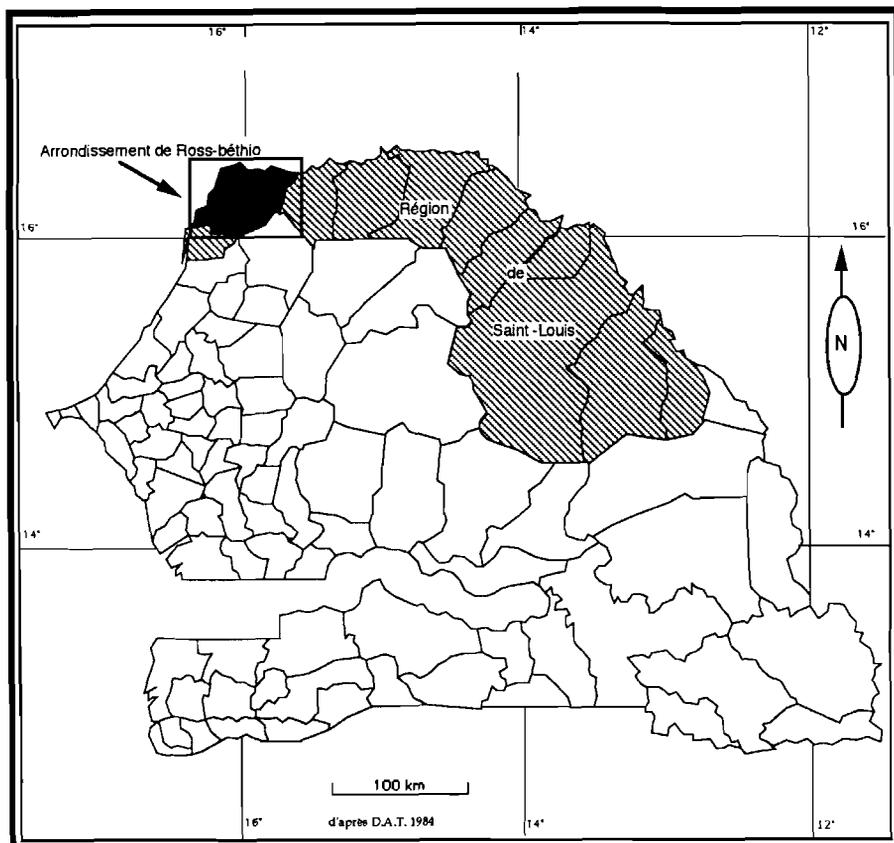


Figure 1  
Carte de situation de l'arrondissement de Ross-Bethio.

Une étude des ressources sanitaires s'avérait comme une nécessité dans cet espace en pleine mutation. L'ampleur prise par les aménagements hydro-agricoles depuis la mise en service du barrage de Diama en 1986, y pose avec acuité la question des relations Développement/Environnement/Santé.

L'objectif principal de ce travail était de faire une analyse diachronique de la desserte médicale et du recours aux Soins de Santé Primaires afin de mettre en évidence son adéquation et son ajustement aux besoins de santé des populations.

Son intérêt réside dans une meilleure compréhension du système de soins grâce à l'analyse spatiale et temporelle de la distribution de l'offre de soins et des comportements thérapeutiques des populations.

Pour répondre aux objectifs et en fonction de la disponibilité des données, l'analyse est faite sur une durée de dix ans avec trois années témoins :

- 1983, qui correspond à la situation avant la mise en service du barrage de Diama ;
- 1988, à celle qui succède de deux années à sa mise en service ;
- 1992, qui succède d'une année à la mise en place de l'initiative de Bamako (nom donné à la politique de santé qui consiste à responsabiliser les communautés villageoises dans l'approvisionnement des médicaments et dans la gestion des soins de santé primaires).

Le système de recueil des données est basé d'une part sur l'exploitation des registres de consultation des postes de santé, où sont appliqués les soins de santé primaires (SSP) et d'autre part sur une enquête socio-sanitaire dans cinq villages pris comme échantillon.

## Évolution de la desserte médicale

Selon PICAL (1985), évaluer la desserte médicale c'est mesurer la distribution du corps médical et paramédical. Cet indicateur permet de cerner la clientèle théorique et potentielle de chaque praticien. La desserte médicale est le rapport de la population sur le nombre de praticiens (un médecin pour 500 habitants, un infirmier pour 500 habitants etc.)

Dans la zone étudiée nous avons constaté que le niveau de formation du personnel médical n'est pas uniforme. Les Infirmiers Chefs de Postes (ICP) sont aussi bien des infirmiers diplômés que des agents sanitaires. La nomination de ces derniers étant liée aux années d'expériences pratiques. Les postes de santé sont identifiés par les activités qui y sont menées dans le cadre des soins de santé primaires (consultations curative et préventive ainsi que l'application du Programme élargi de vaccination).

Aussi avons-nous estimé plus objectif d'évaluer la desserte en fonction du nombre de structures participant à la couverture des besoins de santé primaires. Notre évaluation de la desserte revient donc à mesurer la population théorique desservie par poste de santé.

Si l'on se réfère aux normes de l'OMS<sup>1</sup> (Organisation Mondiale de la santé) qui considère comme acceptable une desserte d'un poste de santé pour 5 000 habitants, on peut dire qu'elle est satisfaisante dans l'arrondissement aussi bien avant les aménagements que dans la période après-barrage. Le tableau 1 montre que lors des différentes années, le nombre d'habitants par poste de santé est toujours inférieur à 5 000.

Tableau 1  
Évolution de la desserte médicale.

Date	Population totale*	Nombre total de postes de santé	Desserte médicale
1983	40 130	13	1/3086
1988	43 509	14	1/3107
1992	45 696	17	1/2688

\* Il n'existe que deux recensements nationaux de la population au Sénégal 1976 et 1988. Aussi les autres données de population ont été calculées (en se référant au taux d'accroissement) et comparées avec les différents recensements administratifs. Nous avons retenu les résultats qui nous ont semblés les plus fiables.

En 1983, l'arrondissement de Rosso-Béthio disposait de treize postes de santé pour une population totale estimée à 40 130 habitants. Quatre de ces postes de santé appartenaient à des structures d'entreprise et les neuf autres dépendaient du secteur public. Sur les neuf postes publics quatre ont été implantés durant la période coloniale. Il s'agit des postes de Rosso-Sénégal, Rosso-Béthio, Ronkh et Diama. Les autres l'ont été après l'indépendance dans le cadre de la poli-

<sup>1</sup> Les normes internationales ont l'avantage de constituer des indicateurs commodes, cependant elles comportent des insuffisances par rapport aux réalités locales. Nous verrons déjà dans cette étude une des limites de ces normes de l'OMS

tique nationale de santé. Ce sont les postes de Diawar, Boundoumbarrage, Kassack-sud et Déby Tiguet.

Nous avons pris en compte les postes de santé appartenant aux sociétés implantées dans le Delta du fleuve Sénégal telles que la Socas (Société des Conserves Alimentaires du Sénégal), la Saed (Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta et de la Falémé) et la Sonees (Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal). Ces structures de soins que nous appelons postes d'entreprise, destinées en priorité à couvrir les demandes de soins du personnel de ces sociétés reçoivent également les populations des villages environnants. Elles jouent un très grand rôle dans l'offre de soins; les occulter aurait constitué une perte de données essentielles.

L'offre de santé ne présente pas de modifications fondamentales entre 1983 et 1988. Seul un nouveau poste a été implanté à Ndiaye Nguinth par la Saed dans le cadre de sa politique socio-sanitaire. La desserte médicale passe à un poste pour 3 107 habitants en 1988.

Cependant, le début de l'année 1991 a vu la réalisation d'importants changements dans le domaine sanitaire au Sénégal. Les autorités médicales dans le dessein de redynamiser les soins de santé primaires et de responsabiliser davantage les autorités locales ont découpé les circonscriptions médicales traditionnelles dont les limites correspondaient à celles des départements en districts sanitaires à l'échelle des arrondissements. Cette décentralisation devait aussi permettre de corriger les disparités dans la distribution de l'offre de soins. Ainsi a été créé le district de Richard-Toll comprenant l'arrondissement de Ross-Béthio et la commune de Richard-Toll<sup>2</sup>. Le nouveau plan de développement élaboré prévoit un poste de santé pour 5 000 à 10 000 habitants selon la densité de population. L'arrondissement de Ross-Béthio est divisé en neuf zones médicales qui sont numérotées et portent le nom du village principal ou celui dans lequel existe déjà un poste de santé (voir tabl. II).

<sup>2</sup> Notre étude se limite au milieu rural donc à l'échelle de l'arrondissement de Ross-Béthio. Le choix d'une échelle pertinente nous impose d'écarter la commune de Richard-Toll qui constitue un espace urbain et qui mériterait à elle seule une étude complète.

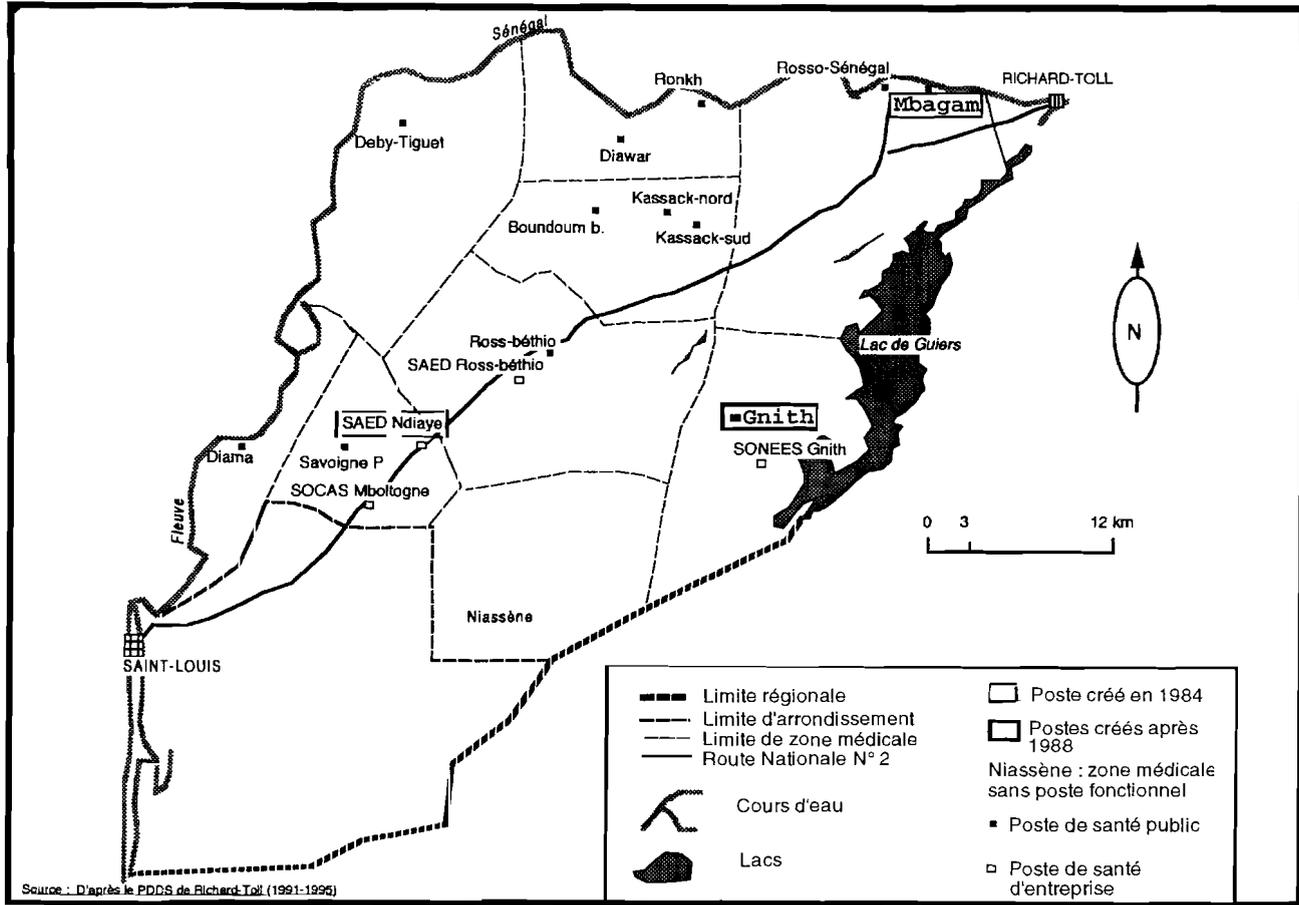


Figure 2

Répartition des postes de santé dans l'arrondissement de Ross-Béthio (d'après G. Sangli).

I Tableau II

La desserte médicale théorique dans l'arrondissement de Ross-Béthio selon le Plan de Développement sanitaire. Source : PDDS (1991).

Zones médicales	Population théorique*	%	Nombre de villages*
Gnith	7 080	13	14
Rosso-Sénégal	9 459	19	10
Ronkh	4 811	9	6
Boundoum-b.	5 232	10	7
Débi-tiguet	2 142	4	5
Ross-Béthio	5 694	11	7
Savoigne-p.	6 267	12	16
Diama	7 655	14	28
Niasséne	4 522	8	23
Total	53 348	100	116

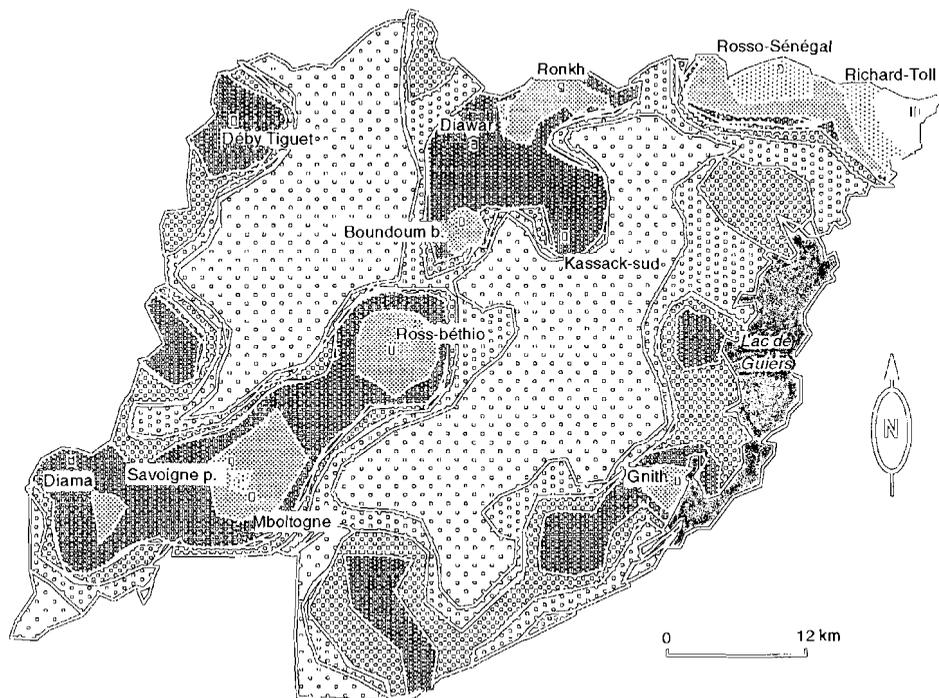
\* Données obtenues de la Sous-Préfecture (recensement administratif de l'année 1988-1989).

La desserte a été considérablement améliorée avec l'implantation de nouveaux postes de santé à Mbagam et Gnith. L'ancienne case de santé de Kassack-nord commence à jouer le rôle d'un poste. On dispose alors d'un poste pour 2 688 habitants dans l'arrondissement de Ross-Béthio.

Cependant, ces innovations ne corrigent pas totalement les disparités spatiales dans la distribution de l'offre de soins. En effet, si cette desserte médicale dans son ensemble semble satisfaisante, l'analyse de la carte de distribution (fig. 2) révèle de prime abord une disparité spatiale dans l'offre de soins. Nous pouvons ainsi distinguer schématiquement deux grandes zones de desserte sanitaire selon la localisation des postes de santé :

- D'abord, la « zone nord-ouest » appelé Walo ainsi que l'axe routier qui concentrent la majorité des postes de santé.
- Ensuite, la « zone sud-est » de l'axe routier correspondant à l'espace du Diéri qui ne disposait que d'un seul poste de santé en 1983 appartenant d'ailleurs à la Sonees.

Si la zone médicale de Gnith est pourvue d'un poste de santé en 1992, celle de Niasséne reste toujours sans structure de soins. Ce qui laisse un vide apparent dans cette zone sud-est de l'arrondissement où les villages sont dispersés et peuvent être éloignés l'un de l'autre de plusieurs kilomètres.



Légende :

☒ Diawar : village disposant  
d'un poste de santé

Nombre d'habitants/km<sup>2</sup>

≤ 5



10 à 15



30 à 70



70 à 140



5 à 10



15 à 30



625 à 690

Figure 3

Répartition des postes de santé par rapport aux zones d'isodensité de population dans l'arrondissement de Ross-Béthio (d'après G. Sangli).

Cependant ce choix sélectif d'installation des postes de santé s'inscrit dans une volonté de desservir les principales zones de peuplement. En effet la superposition des cartes de répartition de l'offre de

soins avec celle de la population montre une nette adéquation entre la localisation des postes de santé et l'espace de concentration des populations (fig. 3).

Les différentes zones ont donc théoriquement la même desserte médicale en fonction de l'importance de leur population. Ainsi cette desserte peut se justifier par les objectifs de la planification sanitaire qui consiste à distribuer l'offre de soins en fonction de la répartition de la population.

Mais cette distribution de l'offre de soins est-elle suivie d'un recours aux soins homogène car il est généralement constaté que la fréquentation dépend en grande partie de la qualité de la desserte médicale.

Pour répondre à cette question nous avons fait l'analyse du recours aux soins comme indice de comparaison temporelle et spatiale. Cette estimation du recours aux soins repose sur l'exploitation des registres de consultation des postes de santé et sur des enquêtes effectuées auprès des populations.

## Le recours aux soins comme indice de comparaison temporelle et spatiale

### *Le recours aux soins en 1983 : des postes de santé inégalement sollicités*

Le recours aux soins est défini par PICHERAL (1985) comme l'expression et la manifestation de la morbidité ressentie et/ou diagnostiquée qui se traduit dans la consommation médicale. Nous estimons le taux de fréquentation comme étant le rapport entre le nombre de consultants déclarés d'un village sur la population totale concernée. Le résultat est exprimé en pourcentage.

Selon les normes de l'OMS, le recours aux soins, donc l'accès aux

services de santé, est satisfaisant quand la fréquentation atteint un taux de 70%, soit un contact de 0,7 fois/an/personne. Nous voyons sur le tableau III que le taux moyen était de 70% en 1983 dans l'arrondissement de Ross-Béthio, l'on peut donc considérer qu'il était acceptable.

Année	Desserte médicale	Taux moyen de fréquentation	Nombre total de consultants
1983	1/3086	70 %	28 091
1988	1/3107	65 %	28 280

Tableau III  
Desserte médicale et recours aux soins en 1983 et 1988.

Nous aurions mieux pu apprécier la dimension spatiale du recours aux soins si nous avions pu déterminer les taux de fréquentation par village. Mais nous n'avons pu définir les aires de recrutement des postes de santé en 1983, car les registres de consultation ne comportaient pas encore la rubrique « adresse des consultants »<sup>(3)</sup>. Elle ne sera mentionnée qu'à partir de 1988. Nous avons pu constater cependant qu'il existait de très grandes inégalités dans l'utilisation des postes de santé.

Le tableau IV montre qu'en 1983, 28 091 consultants ont été enregistrés dans les postes de santé<sup>(3)</sup>, soit une moyenne de 3 511 consultants par poste dans l'année. Mais cette moyenne rapportée à l'activité des différentes structures est très peu significative. Nous avons :

- des postes très peu sollicités comme Kassack-sud et Ronkh,
- des structures à charge moyenne comme celles de Savoigne-pionnier, de Ross-Béthio public et de Diawar,
- et enfin, les postes les plus sollicités sont les deux structures d'entreprise de Sonees Gnith et de Saed Ross-Béthio ainsi que le poste de santé public de Diama qui prend à lui seul 27% du total de consultants.

<sup>3</sup> La collecte des données reste tributaire de la qualité du système de recueil des données. Dans les différents postes de santé les données recueillies comportent parfois des lacunes. Des registres ont été perdus dans certains postes de santé. Les rubriques concernant l'âge et le sexe des patients également ont été mal remplies, de sorte que les résultats recueillis étaient très incomplets rendant leur exploitation difficile. Ainsi la qualité des données nous impose une certaine prudence dans l'interprétation.

Postes de santé	Nombre de consultants	%
Kassac-sud	818	2,91
Ronkh	1 045	3,71
Diawar	1 889	6,72
Savoigne-pionnier	1 909	6,79
Ross-Béthio	2 867	10,20
S.O.N.E.E.S. Gnith	4 873	17,34
S.A.E.D. Ross-Béthio	7 052	25,10
Diama	7 638	27,15

■ Tableau IV  
Répartition des consultants dans les postes de santé en 1983.

Il semble exister une relation entre l'attractivité des structures de soins et leur localisation par rapport aux densités humaines et aux axes routiers.

Les postes de santé qui sont implantés dans des zones de forte densité de population bénéficient d'une sollicitation plus grande. C'est le cas des postes de Diama (27,19% du total des consultants) et de Ross-Béthio (25,10%).

Le poste de la Sonees de Gnith fait également partie des structures dont les effectifs sont élevés (17,37%). Sa situation d'unique structure de soins dans la zone sud-est semble expliquer la grande sollicitation dont elle fait l'objet.

La grande concentration des structures dans la zone nord-ouest a entraîné une réduction de la charge de population à desservir par chaque poste de santé. Ce qui justifie la faiblesse du nombre de consultants dans ces postes de santé (Ronkh 3,71% et Kassack-sud 2,91%).

La répartition spatiale de l'offre de soins pesait donc déjà sur l'attraction des postes de santé en 1983. Les variations dans la fréquentation reflètent l'organisation de l'espace par rapport aux densités de population mais également par rapport à la distribution des infrastructures.

## *Le recours aux soins dans la période après-barrage*

### **Une fréquentation en baisse en 1988**

Si l'on décèle une certaine stabilité dans l'évolution de la desserte médicale entre 1983 et 1988, le taux moyen de fréquentation

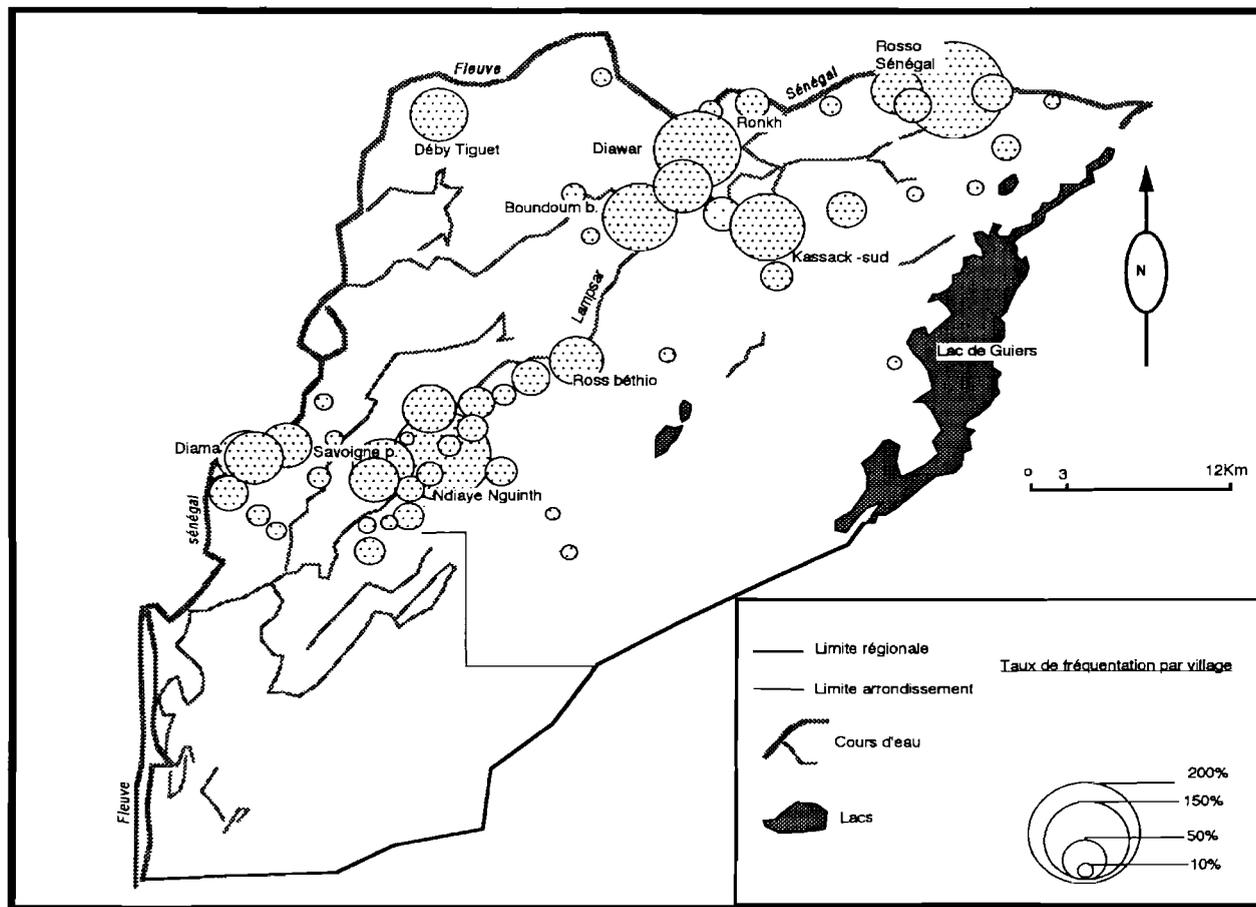


Figure 4  
Recours aux soins en fonction des villages en 1988.

connaît cependant une baisse significative. Le tableau v montre qu'en 1988, il est passé à 65 %, soit une diminution de 5 % par rapport au taux de 1983.

Date	Desserte médicale	Taux moyen de fréquentation	Nombre total de consultants
1983	1/3086	70 %	28 091
1988	1/3107	65 %	28 280
1992	1/2688	83 %	38 696

■ Tableau v  
Évolution de la desserte médicale et des taux de recours aux soins.

Cette baisse pourrait s'expliquer par un certain nombre de facteurs dont une certaine stabilité dans la morbidité qui n'aura pas nécessité un plus grand recours aux soins ou par des comportements thérapeutiques différents.

La carte de recours (fig. 4) faite à partir de l'origine des consultants en 1988 montre des villages où la fréquentation très élevée de l'ordre de 200 % et des villages où elle est très faible ou nulle. Nous avons vu que sur les 54 villages dont nous avons pu calculer les taux de fréquentation :

- 37 villages ont enregistré des taux inférieurs à 70 % ;
- 5 villages ont des taux compris entre 70 % et 90 % ;
- 12 villages ont des taux de fréquentation inférieurs à 3 %.

Comment expliquer de telles inégalités ?

Nous avons constaté qu'il existait un rapport évident entre le recours et l'existence d'un poste de santé dans le village ou à proximité. Sur les dix sept villages qui ont les taux de fréquentation les plus élevés (supérieurs à 70 %), dix disposent d'un poste de santé et les sept autres sont situés dans un rayon inférieur à 5 km. Il paraît évident que les structures de soins profitent en premier lieu aux villages où elles sont implantées.

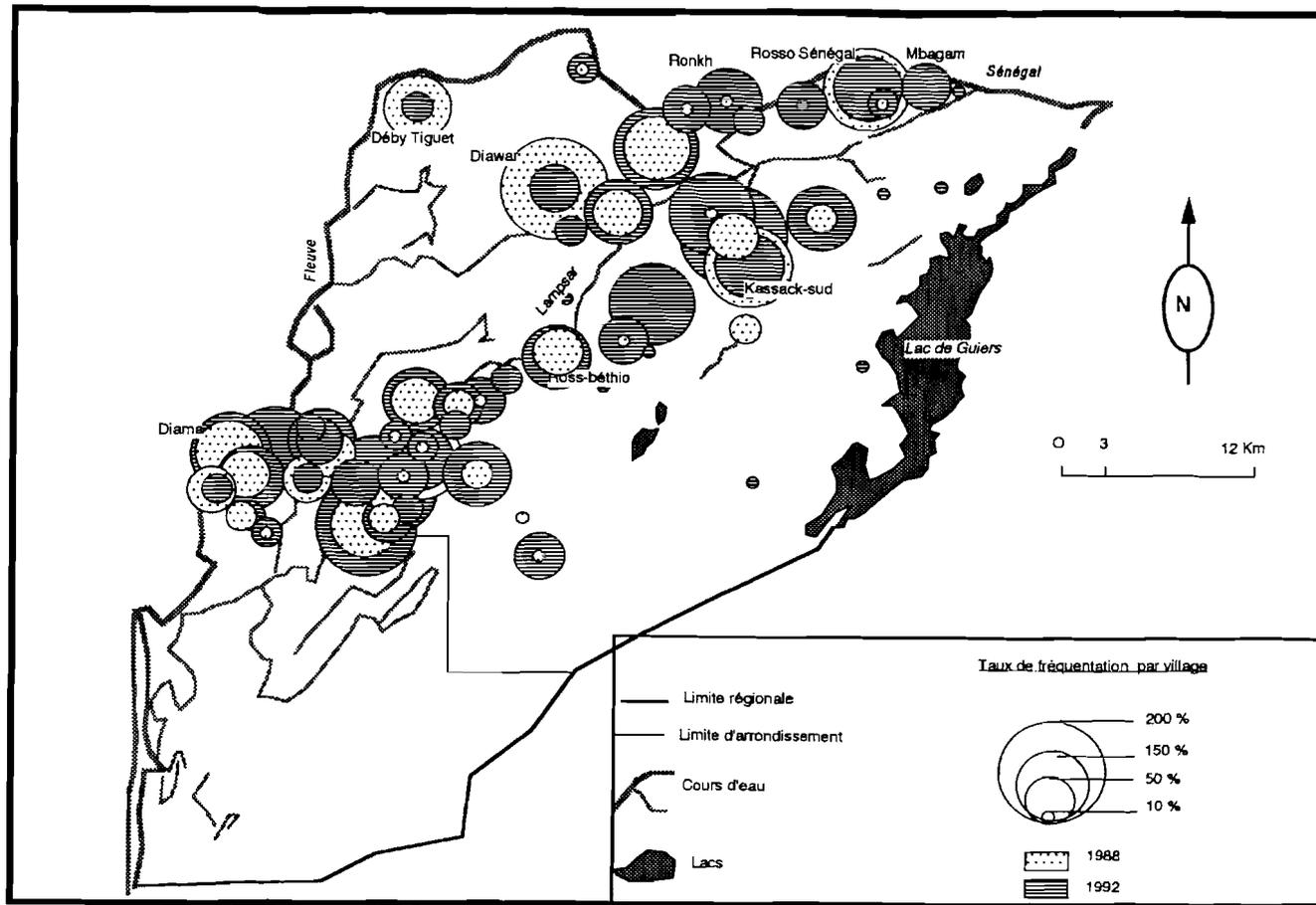


Figure 5  
Évolution du recours aux soins par village de 1988 à 1992.

La comparaison des effectifs de consultants des postes de santé fonctionnels montre qu'il existe toujours comme en 1983 les mêmes disparités dans l'attractivité des structures en fonction de leur localisation (tabl. vi).

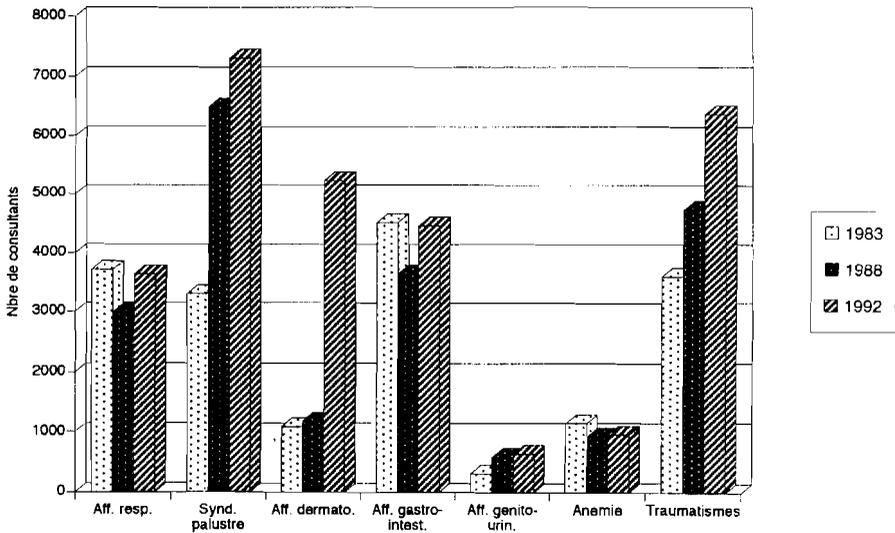
Postes de santé	Nombre de consultants	%
Kassac-sud	787	2,78
Ronkh	1 329	4,69
Savoigne-pionnier	1 557	5,50
Boundoum-b.	1 598	5,60
Diawar	1 693	5,98
Diama	2 338	8,26
Ross-Béthio	2 373	8,39
S.A.E.D. Ross-Béthio	3 034	10,72
S.A.E.D. Ndiaye Ng.	3 340	11,81
S.O.N.E.E.S. Gnith	3 540	12,51
Rosso-Sénégal	6 691	23,65
Total	28 280	100

Tableau vi  
Répartition des consultants dans les postes de santé en 1988.

En effet, les structures les plus sollicitées se trouvent dans les zones de forte densité de population et le long de l'axe routier. La forte densité de population le long de l'axe Gorom-lampsar et la présence de moyens de transport peut expliquer la pression des consultants dans les postes de santé de Ross-Béthio et de la Saed de Ndiaye Nguinth. Ainsi les variations du recours aux soins et la fréquentation des postes dans l'arrondissement de Ross-Béthio peuvent traduire l'impact du couple distance/temps et des moyens de communication.

### Une hausse très importante en 1992

L'année 1992 introduit cependant un changement radical dans le recours aux soins par rapport aux années précédentes. Si l'on constate qu'il existe toujours les mêmes disparités spatiales dans la fréquentation des populations (fig. 5), on enregistre cependant une augmentation très significative dans le recours aux soins. En effet, 83% de la population ont eu recours aux postes de santé, soit une hausse de 18% par rapport à 1988.



■ Figure 6

Nombre de consultants par affection et par année.

(en pointillé : 1983 - en noir : 1988 - en grisé : 1992).

D'ailleurs, on remarque sur le tableau v que les effectifs ont augmenté de plus de 10 000 consultants entre 1988 et 1992. Or, cette augmentation n'était que 126 consultants entre 1983 et 1988.

Quelles sont les causes de cette évolution? Est-elle liée à une augmentation des besoins de santé due à la recrudescence de maladies, à un fait démographique ou à une meilleure accessibilité aux structures de soins? Pour répondre à ces questions, nous avons essayé de cerner toutes les causes probables dont principalement l'évolution de la population, de la morbidité et l'application de nouvelles politiques de santé.

Il n'a été enregistré aucun fait démographique majeur <sup>(4)</sup> (accroissement brusque ou migration de population) ou de cas d'épidémie pouvant justifier cette hausse dans le recours aux soins.

<sup>4</sup> Il y a certes eu un conflit sénégal-mauritanien en 1989 qui a entraîné l'installation d'une population de réfugiés dans la région de Saint-Louis. Cependant ces réfugiés n'étaient pas comptabilisés dans les postes de santé de l'arrondissement de Ross-Béthio. Ils disposaient de leurs propres structures de soins installées par les organismes d'aide nationale et internationale.

Cependant, la comparaison des effectifs de consultants par affection (fig. 6) montre que l'augmentation des consultants concerne principalement les syndromes palustres, dermatologiques et les traumatismes :

- Le nombre de consultants pour affection dermatologique a quadruplé entre 1983 et 1992.
- Les syndromes palustres dont le nombre de consultants a doublé pendant la même période.
- Les traumatismes dont le nombre de consultants a également doublé.

Les effectifs les plus importants pour ces affections se trouvent dans les postes de santé de Diama, de Rosso-Sénégal, de la Sonees (Gnith), de Kassack-Sud et de Ross-Béthio.

Face à cette répartition des consultants pourrait-on déjà désigner ces zones comme étant des espaces à risques vu le nombre important des consultants enregistrés concernant ces maladies ?

Il nous semble hâtif de tirer des conclusions sans avoir au préalable effectué des recherches plus poussées en ce sens, car cette répartition pourrait être le fruit des problèmes de diagnostic qui se posent aux infirmiers.

Il n'existe pas dans les postes de santé les moyens matériels qui permettent de diagnostiquer les maladies qui nécessitent des examens de laboratoire.

Ensuite, il faut noter qu'il y a eu une meilleure gestion des données médicales dans les postes de santé à partir de 1991. En effet, les infirmiers soumis à la pression de contrôles plus fréquents, destinés à évaluer les effets de l'initiative de Bamako, ont fait preuve d'une plus grande rigueur dans leur gestion. Il est probable que les données recueillies ont été influencées par ces nouvelles conditions.

Il reste également à déterminer les incidences des comportements thérapeutiques des populations qui peuvent moduler le profil sanitaire en fonction de l'importance qu'elles accordent à la maladie et les lieux de recours aux soins choisis.

Mais nous savons déjà que l'expression des besoins de santé ne peut se faire que dans le cadre d'une bonne accessibilité au système de soins. Le recours aux soins est un acte social qui est modulé par tout un système de soins qui est la somme des moyens matériels et humains mis à la disposition des populations par une politique de santé.

Or, en novembre 1991, un événement majeur est intervenu dans l'arrondissement de Ross-Béthio où la politique nationale de santé s'est manifestée par la création du district sanitaire de Richard-Toll et l'application de l'initiative de Bamako. Cette nouvelle politique de santé a certainement déterminé, en grande partie, cette évolution par les répercussions notables qu'elle a eues sur l'accès aux médicaments essentiels.

## Impact de l'Initiative de Bamako sur le recours aux soins

Cette nouvelle politique de santé est en fait un programme d'approvisionnement et de gestion autonome des soins de santé primaires. Les communautés à travers des comités de santé sont chargées de commercialiser les médicaments essentiels et les tickets de consultation. Les fonds générés servent ainsi à financer les programmes de santé en vue d'assurer la pérennité des actions. Mais surtout, ce système devait permettre aux populations dont le pouvoir d'achat est assez faible d'acquérir les médicaments plus facilement et à des prix abordables. Le nouveau système doit de ce fait améliorer la rentabilité des services de santé, car la disponibilité des médicaments est un élément essentiel de la fréquentation des structures de soins.

C'est après son application que nous avons noté cette augmentation considérable de la fréquentation des postes de santé dans l'arrondissement de Ross-Béthio. Le recours aux soins atteint en moyenne 83% de la population en 1992 contre 70% en 1983 et 65% en 1988.

TALLA (1992) constate que le taux d'utilisation des postes (nombre de contacts/an/population desservie par poste) est passée à 0,75% dans l'ensemble des structures de novembre 1991 à avril 1992 alors qu'il n'était que de 0,52%/an/personne dans la période de novembre 1990 à avril 1991. En dehors du lancement de l'Initiative, aucune cause perceptible d'une telle augmentation n'a été enregistrée dans l'arrondissement (épidémie, mouvements de population...)

La nouvelle politique semble donc avoir atteint un de ses objectifs qui est de favoriser l'attractivité des structures de soins en facilitant l'accès aux médicaments essentiels.

Cependant nous avons constaté d'autres incidences moins heureuses de cette politique de santé.

Cette hausse dans le recours aux soins ne se traduit pas dans la prise en charge réelle de la population. La couverture en 1992 n'atteint pas l'ensemble de la population-cible définie par le Plan de développement du district sanitaire (PDDS) de Richard-Toll.

Le tableau VII montre que l'offre de soins devrait s'étendre théoriquement à 116 villages soit 53 348 habitants mais elle ne dépasse pas 69 villages qui font 19 982 habitants. En réalité la population desservie par les postes de santé publics représente seulement 37% de la population-cible. Les populations non pris en compte par ces postes de santé officiels se retrouvent dans les postes d'entreprise. Ainsi sur les 38 696 consultants que nous avons comptabilisés pour l'année 1992 dans l'ensemble des postes de santé de l'arrondissement (voir tabl. V), 18 714 ont consulté dans les postes d'entreprise soit 38%.

■ Tableau VII  
Comparaison entre charge théorique et charge réelle  
des postes de santé.

Zones médicales	Nombre de postes de santé	Population théorique	Population réellement couverte en 1992	Rapport entre charge théorique et charge réelle
Gnith	1	7 080	-	-
Rosso-Sénégal	1	9 945	4 016	40 %
Ronkh	1	4 811	2 659	55 %
Boundourm-b.	4	5 232	5 439	104 %
Débi-tiguet	1	2 142	-	-
Ross-Béthio	1	5 694	4 048	71 %
Savoigne-p.	1	6 267	1 767	29 %
Diamà	1	7 655	2 053	27 %
Niassène	0	4 522	-	-
TOTAL	11	53 348	19 982	37 %

Les zones de Niassène, de Gnith et de Débi-tiguet ne disposaient pas de postes de santé d'état fonctionnels à cette période. Les zones de Gnith, Ross-Béthio, Savoigne-pionnier et Diamà disposent de poste d'entreprise.

La zone médicale de Boundoum-barrage est la seule où la population est réellement couverte (104%). Les deux zones médicales de Ross-Béthio avec 71% et de Ronkh avec 55% arrivent à une couverture supérieure à 50% de la population. Dans les autres zones médicales, à l'exemple des postes de santé de Savoigne-pionnier, de Diama et de Rosso Sénégal, la couverture de la population n'atteint pas 50% de la population théorique.

Il apparaît ainsi des disparités dans la couverture de la population en fonction des zones médicales. L'initiative de Bamako contribue à accentuer les disparités spatiales déjà existantes dans le recours aux soins à travers les coûts des médicaments dans les postes de santé.

Le problème de l'Initiative se situe, comme toute politique de ce genre, dans la manière dont elle est appliquée dans l'arrondissement de Ross-Béthio. Le prix des médicaments est théoriquement fixé en fonction du prix d'achat à la pharmacie nationale d'approvisionnement (PNA), de l'indemnité perçue par le gestionnaire, des risques de péremption, du coût du transport, des frais de fonctionnement (gaz, électricité, fournitures de bureau, frais bancaires...) que seules les recettes tirées de la vente des tickets ne peuvent couvrir. L'organisation interne du système tel que le choix du gestionnaire et la marge bénéficiaire sur la vente des médicaments est laissée à l'appréciation des membres des comités de santé. Ainsi les coefficients et les prix des médicaments diffèrent en fonction des particularités des zones médicales mais surtout des choix des comités de santé. Le tableau VIII donne le coût moyen d'une ordonnance dans les différents postes de santé.

■ Tableau VIII

Coût moyen d'une ordonnance en fonction  
des postes de santé dans l'arrondissement de Ross-Béthio.

Postes de santé	Coût moyen d'une ordonnance prix P.N.A. (en francs CFA)	Coefficient	Coût moyen d'une ordonnance prix poste de santé (en francs CFA)
Boundoum B.	398	1,3	517
Diama	232	1,8	417
Diawar	?	1,7	?
Kassack-sud	189	1,3	246
Ronkh	327	2,0	653
Ross-Béthio	317	1,3	412
Rosso-Sénégal	248	1,6	397
Savoigne-p.	562	1,8	1 012

Source : Talla (1992), médecin-chef du district de Richard-Toll

Cette différence a des conséquences sur la fréquentation des postes de santé. La recherche d'un traitement moins coûteux étant un réflexe tout à fait compréhensible, les populations se dirigent vers les postes de santé où les coûts de soins sont les moins élevés.

En effet le bilan, fait après six mois d'application par TALLA (1992), montre que les postes de santé les plus fréquentés sont ceux qui ont les coûts moyens de soins les moins élevés (fig. 7). Les populations préférant consulter dans les structures où les médicaments sont moins coûteux, le poste de Savoigne-pionnier est donc le moins fréquenté.

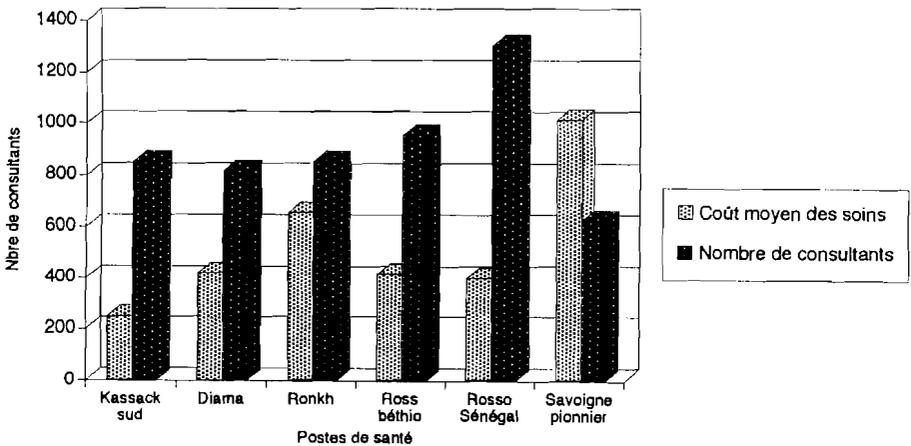


Figure 7  
 Rapport entre coût moyen des soins et fréquentation des postes de santé de novembre 1991 à avril 1992.  
 (en clair : coût moyen des soins - en foncé : nombre de consultants)

Cette estimation faite sur six mois se confirme dans les résultats que nous avons obtenus au cours de l'année 1992. Ce sont les mêmes postes de santé qui ont les coûts de soins les moins élevés qui se sont montrés les plus attractifs. (fig. 8).

Cependant il faut rappeler que la présence des postes de santé d'entreprise a pu influencer l'orientation du choix du lieu de recours aux soins de la population. Nous avons constaté que 71% des consultants de la zone médicale de Savoigne-pionnier ont été enregistrés dans les postes de santé de la SAED de Ndiaye et de la SOCAS de Mboltoigne.

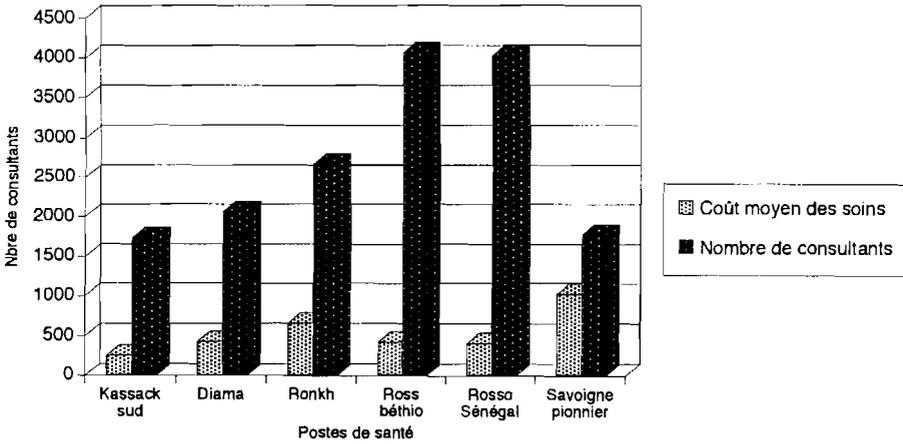


Figure 8

Rapport entre coût moyen des soins et fréquentation des postes de santé de janvier à décembre 1992.

(en clair : coût moyen des soins - en foncé : nombre de consultants)

Le poste de la SAED à Ross-Béthio a pris également en charge 42% des consultants de la zone médicale de Ross-Béthio.

En permettant aux malades des villages environnants de solliciter des soins et des médicaments gratuits dans leurs postes de santé, les structures d'entreprise ont choisi de donner une dimension sociale à leur politique de santé; favorisant ainsi une atténuation de l'impact de l'initiative de Bamako dans les zones médicales où elles existent.

Dans le souci de mieux comprendre les motivations réelles dans le choix des lieux de recours aux soins une enquête a été effectuée auprès des populations qui, par la localisation de leurs villages, ont la possibilité théorique d'accéder à tous les postes de santé (public et d'entreprise) de la zone médicale de Savoigne-pionnier et de Ross-Béthio. Le choix s'est donc porté sur les villages de Savoigne-pionnier, Savoigne peul, Mbodjène, Ndioungue-mberesse et Biffèche. L'enquête a concerné 193 concessions soit 218 ménages constituant un échantillon représentatif.

Les résultats de cette enquête nous confortent dans la conclusion que l'application de l'initiative de Bamako contribue effectivement à créer des disparités spatiales dans le recours aux soins.

En effet l'ensemble de l'échantillon souhaiterait, dans la zone de Savoigne-Pionnier, soit une réduction des coûts de consultation, soit une suppression pure et simple de l'application de l'Initiative de Bamako. Sur les 34 concessions interrogées à Savoigne-Pionnier, 70,58 % de l'échantillon préfère consulter dans le poste de santé de Ross-Béthio situé hors de leur zone médicale mais où le coût moyen des ordonnances est moins élevé (412 francs CFA à Ross-Béthio contre 1 012 francs à Savoigne-Pionnier).

Ainsi, les habitants du village de Biffèche qui partagent le même site que celui de Savoigne-Pionnier, ne consultent plus dans leur poste de santé. Si des facteurs internes au village (comme les relations entre l'infirmier et la population) peuvent parfois expliquer une telle situation, ce n'est pas le cas dans le poste de santé de Savoigne-pionnier. Tous les malades de Biffèche vont consulter dans les postes de santé de la SOCAS (Mboltogne) et de la SAED (Ndiaye Nguinth) étant en majorité des travailleurs permanents ou temporaires de ces sociétés et pouvant aussi y faire accéder leurs parents. Les populations de ce village qui ne peuvent accéder aux postes de santé d'entreprise préfèrent également s'orienter vers celui de Ross-Béthio.

L'enquête a également montré que 60% de la population interrogée a fréquemment recours aux tradipraticiens. La raison avancée par les populations pour le choix de cette forme de traitement est le manque de moyens financiers pour accéder à la structure publique. Chez le tradipraticien, la rémunération se fait selon les possibilités des patients.

Le recours aux soins dans le poste de santé de Savoigne-pionnier est donc la dernière solution, l'essentiel des traitements se faisant en dehors du système de soins officiel (tradipraticiens, automédication et postes d'entreprise).

## Discussion et conclusion

Dans l'arrondissement de Ross-Béthio, une rupture importante est apparue dans le recours aux soins, 7 ans après la mise en service du

barrage de Diama. Celle-ci se traduit par une hausse du recours aux soins qui semblent exprimer de nouveaux besoins de santé.

PICHERAL (1989) affirmait que les besoins de santé pouvaient être tout à la fois objectifs et subjectifs, latents, ressentis et exprimés, d'origine biologique, psychique ou sociale. Ils traduisent un état de carence motivé par des risques (la maladie, la mort, etc.). Vu sous cet angle, l'accroissement des besoins de santé d'une population s'exprimerait alors par un plus grand recours aux soins dès que l'accessibilité aux services est acquise. Il existe certainement d'autres facteurs, non pris en compte dans cette étude, mais nous estimons que l'évolution du recours aux soins dans l'arrondissement de Ross-Béthio pourrait être liée à une augmentation de la demande de soins. Celle-ci ayant coïncidé avec une amélioration quantitative et qualitative de l'offre de soins suscitée par les nouvelles politiques de santé mise en oeuvre (mise en place du District sanitaire de Richard-Toll et application de l'initiative de Bamako).

D'ailleurs l'arrondissement de Ross-Béthio apparaît comme une zone privilégiée au Sénégal avec un poste de santé pour 2 688 habitants en 1992 contre un poste de santé pour 10 500 habitants au niveau national.

Mais cette moyenne cache une accessibilité différentielle qui transparaît dans une étude spatiale de l'activité du système de soins. Malgré cette desserte de loin supérieure à la norme fixée par l'OMS, le système de soins n'arrive à couvrir que 37% de la population-cible. Cela nous amène à porter un regard critique sur les politiques de santé conçues à un niveau national ou international mais qui ne prennent pas en compte les particularités des milieux où elles sont appliquées.

La zone sud-est de l'arrondissement de Ross-Béthio présente une faible densité de population et les lieux habités y sont très dispersés. Le faible taux de peuplement explique l'absence des structures de soins. Il est cependant regrettable que ces populations soient trop souvent les grands défavorisés dans la distribution des infrastructures socio-économiques. C'est là encore un des problèmes qui relèvent de l'aménagement du territoire et de la planification.

Dans le district sanitaire de Richard-Toll, une équipe mobile pourrait se charger de dispenser les soins aux populations de la « zone sud-est » et surtout chez les pasteurs Peuls transhumants.

Il faudrait également revoir les modalités d'application de l'initiative de Bamako dans l'arrondissement de Ross-Béthio. Elle contri-

bue à renforcer les disparités spatiales dans le recours aux soins. Ce sont des faits majeurs, dont il conviendrait de tenir compte à l'avenir, dans les programmes de santé de cette zone.

## Bibliographie

- HANDSCHUMACHER (P.), HERVÉ (J. P.), HÉBRARD (G.), 1991 —  
Des aménagements hydro-agricoles dans la vallée du fleuve Sénégal, ou le risque de maladies hydriques en milieu sahélien. *Sciences et changements planétaires/Sécheresse*, 3 (4) : 219-226.
- KELLY (P.), 1990 —  
*Etude du plan directeur de santé. Rive gauche de la vallée du fleuve Sénégal*. Rapport de mission OMVS/USAID, Dakar, 34 p.
- KONE (A.), 1993 —  
*Impact des postes de santé privés sur le Recours aux soins dans un espace médical public (Arrondissement de Ross-Béthio)*. Mémoire de DEA, univ. Cheikh Anta Diop, Dakar, 81 p.
- MINISTÈRE DE LA SANTÉ PUBLIQUE ET DE L'ACTION SOCIALE, 1980 —  
« *Les soins de santé primaires au Sénégal* ». Première conférence sur les Soins de Santé Primaires au Sénégal, Dakar, Sénégal, 1980. Doc. Ministère de la santé publique, Dakar, Sénégal, 111 p.
- MINISTÈRE DE LA SANTÉ PUBLIQUE ET DE L'ACTION SOCIALE, 1991 —  
*Plan de Développement du District Sanitaire de Richard-Toll (1991-1995)*. Doc. Direction de la santé publique, Dakar. 175 p.
- NIANG (A.), 1993 —  
*Évolution spatiale et temporelle de l'offre et du recours aux soins dans l'arrondissement de Ross-Béthio : Impacts des aménagements hydro-agricoles*. Mémoire de DEA, univ. Cheikh Anta Diop, Dakar, 83 p.
- OMVS, 1982 —  
« *Évaluation des effets sur l'environnement, d'aménagements prévus dans le bassin du fleuve Sénégal* ». In : *Rapport. Harrisburg, Gannett - Fleming, Coorddry et Carpenter*. Doc. OMVS, Dakar, 149 p.
- PICHERAL (H.), 1985 —  
Mots et concepts de la géographie de la santé. *Cahiers GEOS*, 2 : 4-30.
- PICHERAL (H.), 1989 —  
La desserte en soins médicaux.  
« Variations socio-géographiques ». *Cahiers GEOS*, 16; 4-82.
- SALEM (G.), BENARD (C.), JEANNÉE (E.), LALOE (F.), 1989 —  
"Exemple d'utilisation de l'analyse de correspondance dans les statistiques sanitaires : étude de 9 postes de santé de Pikine." In Salem (G.), Jeannee (E.), éd. : *Urbanisation et santé dans le Tiers Monde transition épidémiologique, changement social et soins de santé primaires*. Orstom, Paris, coll. Colloques et Séminaires : 443-454.
- SANGLI (G.), 1992 —  
*Etude de la dynamique de population dans l'arrondissement de Ross-Béthio*. Mémoire de DEA, univ. Cheikh Anta Diop, Dakar, 81 p.
- TALLA (I.), 1992 —  
*Mise en place de l'Initiative de Bamako dans le district sanitaire de Richard-Toll et premier bilan après 6 mois*. Mémoire de Certificat d'études spéciales de Santé publique (Institut de santé et développement), univ. Cheikh Anta Diop, Dakar, 75 p.



# Épidémiologie des bilharzioses humaines

## Évolution récente dans le bas-delta du Sénégal

**Jean-Christophe Ernould**  
Parasitologue

**Khalilou Ba**  
Enquêteur

### Introduction

La vallée du fleuve Sénégal a fait l'objet, depuis plusieurs décennies, d'aménagements massifs visant à augmenter les ressources des populations résidentes en pleine croissance. Le développement des périmètres irrigués a permis l'extension des surfaces cultivées (riziculture, maraîchage) dans le delta et la moyenne vallée du fleuve ainsi que la création d'un complexe agro-industriel axé sur l'exploitation de la canne à sucre, à Richard-Toll, à 120 km en amont de l'embouchure (voir p. 33).

Depuis 1986, le barrage de Diama, à 40 km de l'embouchure, protège la basse vallée des remontées d'eau saumâtre et, depuis 1988, le barrage hydro-électrique de Manantali, au Mali, permet une régularisation du débit du fleuve pendant l'année. Il limite l'importance des crues pendant l'hivernage. Il en est résulté une multiplication récente des aménagements hydro-agricoles (voir p. 33).

Malheureusement, ces remaniements écologiques favorisent également le développement de certains agents pathogènes pour l'homme. Ainsi la bilharziose voit-elle sa transmission favorisée à

la fois par l'accroissement de milieux hydriques aptes à la multiplication des hôtes intermédiaires et par l'intensification des relations homme-eau.

La bilharziose urinaire, due à *Schistosoma haematobium*, était déjà connue dans la vallée du fleuve Sénégal sur un mode focalisé : le foyer de Lampsar dans le delta, où la transmission est assurée par *Bulinus globosus* au niveau du bief aval du marigot du Lampsar et le foyer de Podor où la transmission est assurée par *Bulinus senegalensis* au niveau des mares temporaires du Diere (MALEK et CHAINE, 1983; VERCROYSSSE *et al.*, 1985).

En 1988, un foyer de bilharziose intestinale dû à *Schistosoma mansoni* apparut brutalement à Richard-Toll (TALLA *et al.*, 1990) et révéla les alarmantes implications sanitaires de ces bouleversements écologiques. La survenue de cette épidémie est probablement liée à la conjonction d'importants déplacements de populations parasitées attirées par l'essor de la Compagnie sucrière sénégalaise (CSS), de l'extrême pression humaine s'exerçant sur les sites de contact dans ce contexte d'explosion urbaine et de la multiplication de l'hôte intermédiaire, *Biomphalaria pfeifferi*, favorisée par les importantes retenues d'eau que constituent les canaux de la CSS.

En 1990, un nouveau foyer de bilharziose urinaire est décrit à Mbodiène dans le delta, en amont du foyer du Lampsar (VERLE *et al.*, 1994) confirmant ainsi le caractère régional de cette mutation épidémiologique.

Un état des lieux visant à déterminer l'ampleur des aires de transmission de *S. haematobium* et de *S. mansoni* se justifie par un triple objectif :

- orienter rapidement les nécessaires opérations de lutte ;
- déterminer les différents faciès épidémiologiques afin d'optimiser la lutte ;
- évaluer la dynamique de l'épidémie en se référant ultérieurement à ce bilan.

Le bas-delta se prête tout particulièrement à ce type d'évaluation par la densité des aménagements hydro-agricoles et par l'existence préalable d'un foyer de transmission de *S. haematobium*.

## Zone d'étude

La zone d'étude est comprise entre les agglomérations de Saint-Louis et de Ross-Béthio, non incluses et s'étend de la Route Nationale 2 (RN 2) au sud-est jusqu'au fleuve Sénégal au nord-ouest (fig. 1). On peut distinguer deux strates géographiques homogènes dans le bas-delta (HANDSCHUMACHER, *com. pers.*) :

- l'aire Lampsar, comprise entre la RN 2 et la rive gauche du marigot du Djeuss, comprenant de nombreux périmètres irrigués centrés sur le marigot du Lampsar, avec une population estimée en 1994 à 11 495 personnes, dense, sédentaire d'origine essentiellement wolof et aux activités tournées vers la riziculture ;
- l'aire Djeuss-Sénégal, comprise entre la rive droite du marigot du Djeuss et la rive gauche du fleuve Sénégal, encore peu aménagée, avec une population estimée en 94 à 5 374 personnes, plus mobile et moins dense, d'origine essentiellement maure à l'Ouest et peul à l'Est et aux activités tournées vers l'élevage et le maraîchage.

## Matériel et méthodes

La répartition de l'endémie bilharzienne dans le bas-delta du fleuve Sénégal a été évaluée à l'aide d'un sondage en grappes à deux degrés (villages et concessions) avec tirage au sort proportionnel à la taille des populations et stratification sur les différentes zones géographiques — physiques et humaines — composant ce milieu d'étude. La méthode de sondage s'inspire de celle utilisée dans l'évaluation des programmes élargis de vaccination (BENNETT *et al.*, 1991). Une précision de 10% a été jugée acceptable compte tenu des contraintes opérationnelles. L'enquête s'est déroulée de décembre 1993 à janvier 1994; les prélèvements ont été réalisés au cours de la première quinzaine de janvier 1994.

Pour chacune des deux aires étudiées, un recensement des villages est effectué et une carte de situation réalisée. Une liste des villages

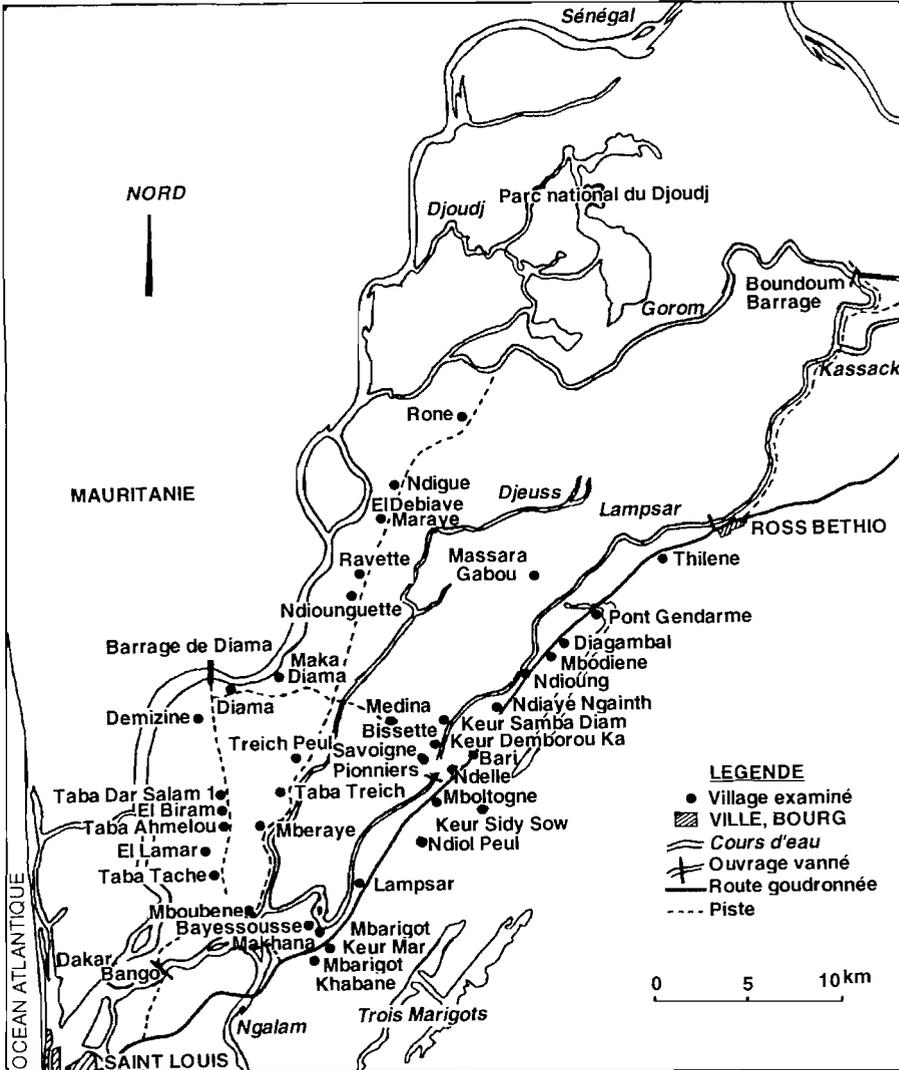


Figure 1  
Carte de situation des villages échantillonnés dans le bas-delta.

est établie constituant la liste des unités primaires de la base de sondage ; celle-ci est ordonnée d'est en ouest afin de tenir compte des facteurs de confusion que constituent le foyer de Richard-Toll à

l'est et celui de Lampsar à l'ouest. Un tirage au sort des grappes de trois concessions est alors réalisé proportionnellement à la taille des populations lors du recensement général de la population humaine de 1988 (RGPH 88). Pour les villages dont la population est inférieure à l'estimation des grappes moyennes, un regroupement est effectué avec le village le plus proche géographiquement. Si la population du village est supérieure à l'intervalle de sondage, plusieurs grappes peuvent être tirées au sort.

Pour chaque village tiré au sort, un recensement des concessions effectué auprès du chef de village constitue la liste des unités secondaires de la base de sondage. Les concessions constituant les grappes de l'échantillon d'étude sont tirées au sort. La totalité des individus des deux sexes, âgés de plus de quatre ans et résidant depuis plus de six mois dans le village avec une absence cumulée au cours de l'année passée inférieure à deux mois, est alors recensée concession par concession ; ce recensement est l'occasion d'une première sensibilisation en informant la population cible sur la nature et les objectifs de l'enquête.

Lors de la phase de prélèvements, une visite concession par concession effectuée la veille permet de vérifier la validité de la liste des unités primaires, de renouveler la sensibilisation de la population cible, de distribuer des pots de selles individualisés et de convoquer les sujets volontaires pour le prélèvement d'urines.

Le recueil des urines s'effectue entre 10 et 14-heures. Une filtration d'un échantillon de 10 ml sur Nytrek-20 suivi d'une fixation au lugol faible est réalisée sur le terrain (PLOUVIER *et al.*, 1975). Après stockage des filtres à 4 °C, la lecture est réalisée en différé. La numération des œufs est effectuée sur la totalité du filtre après coloration au lugol faible. Les résultats sont exprimés pour 10-ml d'urine.

Les échantillons de selles récoltés sont acheminés en glacière au laboratoire. Deux lames calibrées à 25 mg sont alors réalisées selon la technique de Kato Katz dans les 24 heures (KATZ *et al.*, 1972). Les deux lames sont lues à 24 heures avec numération des œufs. Les résultats sont exprimés par gramme de selles.

Les charges parasitaires des sujets positifs sont exprimées en moyenne géométrique. L'estimation des prévalences et des charges moyennes par strate est calculée sur l'ensemble de la population

échantillonnée et tient compte de l'échantillonnage en grappes après pondération par le taux de participation (BENNETT *et al.*, 1991).

A l'issue de l'étude, un traitement par praziquantel à la posologie de 40 mg/kg est proposé à chacun des individus positifs pour *S. haematobium* ou *S. mansoni*. Lors de l'exposé des résultats globaux aux chefs de villages et agents de santé, une enquête orale, concernant la nature et le rythme des activités agricoles, la nature et la localisation des principaux sites de contact et la disponibilité en eaux de boissons, permet de préciser la nature de l'exposition et de proposer une information circonstanciée à visée préventive.

## ■ Résultats

### *Aire Lampsar*

Trente grappes de trois concessions réparties sur 21 villages constitue un échantillon de 849 individus dont 750 ont été examinés, soit un taux de participation de 88,3%. Les villages sont ordonnés d'ouest en est; les sept premiers villages sont situés sur le bief aval du Lampsar alors que les quatorze suivants, situés en amont de Ndiol, correspondent au bief médian (tabl. 1). Les principaux villages — à l'exception de Savoigne — sont tous situés sur la RN 2 qui longe plus ou moins la rive gauche du marigot; ce sont des villages wolofs aux populations sédentaires dont les périmètres les plus anciens sont situés sur la rive gauche et les plus récents sur la rive droite. Les hameaux peuls sont situés soit sur la rive droite du Lampsar, soit au delà du goudron vers le Diere; les activités pastorales sont désormais marginales par rapport à la riziculture dont les périmètres sont sur la rive droite (fig. 1). La bilharziose urinaire se répartit sur pratiquement l'ensemble des villages échantillonnés (fig. 2). La prévalence globale est évaluée à 38,2% avec des charges individuelles moyennes chez les sujets excréteurs de l'ordre de 29 œufs/10 ml (tabl. II). La distribution de *S. haematobium* s'articule autour de deux foyers, coïncidant avec les biefs aval et médian.

Villages	Ethnie	RGPH 88	Grappe	Échantillon	Taux de participation
Mbarigot Khabane	wolof	314	1	20	0,95
Mbarigot Keur Mar	wolof	70	1	32	0,97
Makhana	wolof	483	1	18	0,89
Bayessousse	wolof	192	1	16	0,69
Lampsar	wolof	748	3	60	0,93
Ndiol Peul	peul	49	1	10	0,70
Keur Sidi Sow	peul	45	1	19	0,79
Savoigne Pionniers	wolof	552	2	56	0,95
Keur Demborou Ka	peul	75	1	25	0,84
Keur Samba Diam	peul	47	1	28	0,96
Massara Gabou	peul	118	1	14	0,71
Medina Bissette	peul	29	1	24	1,00
Mboltogne	wolof	433	2	51	0,82
Ndelle	wolof	603	2	53	0,87
Bari	wolof	330	1	37	0,89
Ndiaye Ngainth	wolof	1 295	3	98	0,93
Ndioung	wolof	482	2	50	0,78
Mbodiene	wolof	316	1	43	0,88
Diagambal	wolof	523	2	78	0,87
Pont Gendarme	wolof	261	1	57	0,95
Thilene	wolof	495	1	60	0,83
AIRE LAMP SAR		10 207		849	0,88

I Tableau I

Composition de l'échantillonnage de l'aire Lampsar.

Villages	Filtration (10 ml)	Prévalence	Intervalle de confiance	Moyenne	Intervalle de confiance
Mbarigot Khabane	19	31,5	[10 - 52]	18,5	[1 - 260]
Mbarigot Keur Mar	31	45,1	[27 - 62]	13,9	[6 - 29]
Makhana	16	18,7	[5 - 50]	4,1	[0 - 229]
Bayessousse	10f	30,0	[7 - 65]	33,9	[0 - 8846]
Lampsar	55	67,2	[54 - 79]	111,7	[54 - 227]
Ndiol Peul	7	00,0			
Keur Sidi Sow	15	13,3	[1 - 41]	1,0	[1 - 1]
Savoigne Pionniers	52	82,6	[72 - 92]	66,7	[28 - 155]
Keur Demborou Ka	21	00,0			
Keur Samba Diam	25	28,0	[10 - 45]	9,0	[1 - 60]
Massara Gabou	10	10,0	[0 - 45]	5,0	
Medina Bissette	22	00,0			
Mboltogne	41	02,4	[1 - 17]	19,0	
Ndelle	45	28,8	[15 - 42]	12,3	[4 - 33]
Bari	33	15,1	[2 - 27]	8,3	[1 - 48]
Ndiaye Ngainth	89	16,8	[9 - 24]	5,7	[2 - 13]
Ndioung	35	54,2	[37 - 70]	22,6	[8 - 62]
Mbodiene	37	32,4	[17 - 47]	11,7	[5 - 26]
Diagambal	67	68,6	[57 - 79]	21,1	[13 - 34]
Pont Gendarme	52	69,2	[56 - 81]	56,6	[29 - 109]
Thilene	43	23,2	[10 - 35]	16,2	[3 - 71]
AIRE LAMP SAR	725	38,2	[27 - 49]	29,3	[18 - 46]

II Tableau II

Résultats des examens d'urines dans les villages de l'aire Lampsar.

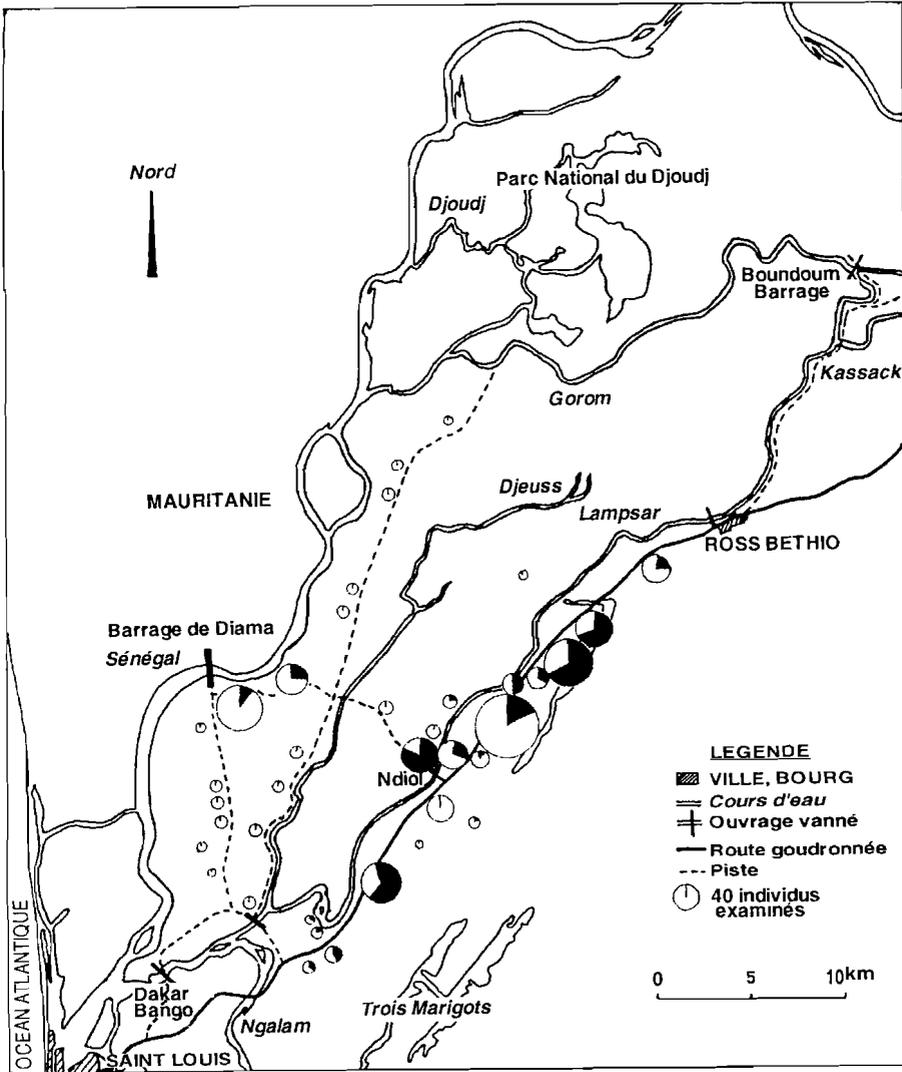


Figure 2  
 Carte de répartition de *S. haematobium* dans le bas-delta.  
 Le diamètre des camemberts est proportionnel au nombre d'individus examinés. Le quadrant noir représente la proportion d'individus positifs pour *S. haematobium*.

Le bief aval, compris entre les ouvrages vannés de Dakar-Bango en aval et de Ndiol en amont, correspond au foyer ancien du Lampsar dont l'épicentre est le village de Lampsar proprement dit, où on observe une prévalence de 67% et des charges moyennes de 112 œufs/10 ml. La prévalence globale pour le bief aval est de 43,6% avec des charges individuelles moyennes de 44 œufs/10 ml (tabl. II). Les sites de contact, facilement accessibles, sont tous situés sur le marigot du Lampsar qui reste la principale source d'eau de boisson. La riziculture constitue l'activité essentielle avec des périmètres sur les deux berges occasionnant des traversées fréquentes du marigot (tabl. III).

Villages	Activité	Nombre de récolte	Site principal	Accès	Eau boisson
Mbarigot Khabane	riziculture	1	marigot	+	marigot
Mbarigot Keur Mar	riziculture	1	marigot	+	marigot
Makhana	riziculture	1	marigot	+++	puits
Bayessousse	riziculture	1	marigot	++	puits
Lampsar	riziculture	2	marigot	+++	marigot
Ndiol Peul	riziculture	1	marigot	0	marigot
Keur Sidi Sow	riziculture	1	marigot	0	adduction
Savoigne Pionniers	riziculture	1	canal	+++	puits
Keur Demborou Ka	riziculture	1	marigot	+	marigot
Keur Samba Diam	riziculture	1	marigot	+++	marigot
Massara Gabou	riziculture	1	drain	+	marigot
Medina Bissette	riziculture	2	drain	+	canal
Mboltogne	riziculture	1	canal	++	adduction
Ndelle	riziculture	1	canal	++	marigot
Bari	riziculture	1	canal	++	marigot
Ndiaye Ngainth	riziculture	2	canal	+	adduction
Ndioung	riziculture	1	marigot	++	marigot
Mbodiene	riziculture	2	canal	+++	marigot
Diagambal	riziculture	2	canal	+++	marigot
Pont Gendarme	riziculture	2	drain	+++	marigot
Thilene	riziculture	1	marigot	++	marigot

■ Tableau III  
Typologie des villages échantillonnés de l'aire Lampsar.

Le foyer récent de Mbodiene appartient au bief médian, délimité par les ouvrages vannés de Ndiol en aval et de Ross-Béthio en amont. Il concerne les villages situés sur le bord de la route, à distance de la

rive gauche du marigot et dont des canaux d'irrigation constituent les principaux sites de contact — en l'absence d'adduction — le marigot reste cependant la source principale d'eau de boisson ; la majorité des casiers rizicoles se situent sur la rive gauche (tabl. III). La prévalence globale est de 36,7% et les charges moyennes de 26 œufs/10 ml, ce qui ne diffère pas significativement du bief aval ; les villages de Ndioung, Diagambal et Pont Gendarme apparaissent les plus parasités. Sur la rive droite, le village de Savoigne présente de manière isolée un niveau d'endémie particulièrement élevé avec une prévalence de 8% et des charges moyennes plus élevées : 67 œufs/10 ml ; les villages à proximité n'apparaissent que peu touchés, à l'exception de Keur Samba Diam où on observe une prévalence de 28% (tabl. II).

La bilharziose intestinale est désormais présente dans les bas-delta avec une prévalence globale de 16,8% et une charge individuelle moyenne chez les sujets excréteurs atteignant 170 œufs/g (tabl. IV) ; sa distribution reste cependant hétérogène opposant le bief aval au bief médian (fig. 3).

Villages	Kato	Taux de prévalence	Intervalle de confiance	Nombre d'œufs moyen	Intervalle de confiance
Mbarigot Khabane	18	5,5	[0 - 25]	5,5	[0 - 17]
Mbarigot Keur Mar	27	0,0	-	0,0	-
Makhana	14	0,0	-	0,0	-
Bayessousse	11	0,0	-	0,0	-
Lampsar	47	0,0	-	0,0	-
Ndiof Peul	6	0,0	-	0,0	-
Keur Sidi Sow	1	0,0	-	0,0	-
Savoigne Pionniers	49	0,0	-	0,0	-
Keur Demborou Ka	17	0,0	-	0,0	-
Keur Samba Diam	23	21,7	[4 - 38]	58,6	[21 - 161]
Massara Gabou	10	20,0	[1 - 32]	40,0	[40 - 40]
Medina Bissette	21	4,7	[0 - 25]	120,0	-
Mboltogne	34	26,4	[11 - 41]	156,5	[50 - 486]
Ndelle	38	18,4	[6 - 30]	75,1	[31 - 180]
Bari	30	3,3	[0 - 20]	40,0	-
Ndiaye Ngainth	87	3,4	[2 - 12]	292,2	[7 - 11 248]
Ndioung	36	25,0	[10 - 39]	88,1	[41 - 188]
Mbodienne	23	26,0	[8 - 44]	88,6	[22 - 348]
Diagambal	64	73,4	[62 - 84]	329,0	[201 - 538]
Pont Gendarme	52	15,3	[5 - 25]	45,1	[22 - 91]
Thilene	46	30,4	[17 - 43]	200,3	[80 - 498]
AIRE LAMP SAR	654	16,8	[7 - 26]	169,9	[102 - 281]

Tableau IV

Résultats des examens de selles dans les villages de l'aire Lampsar.

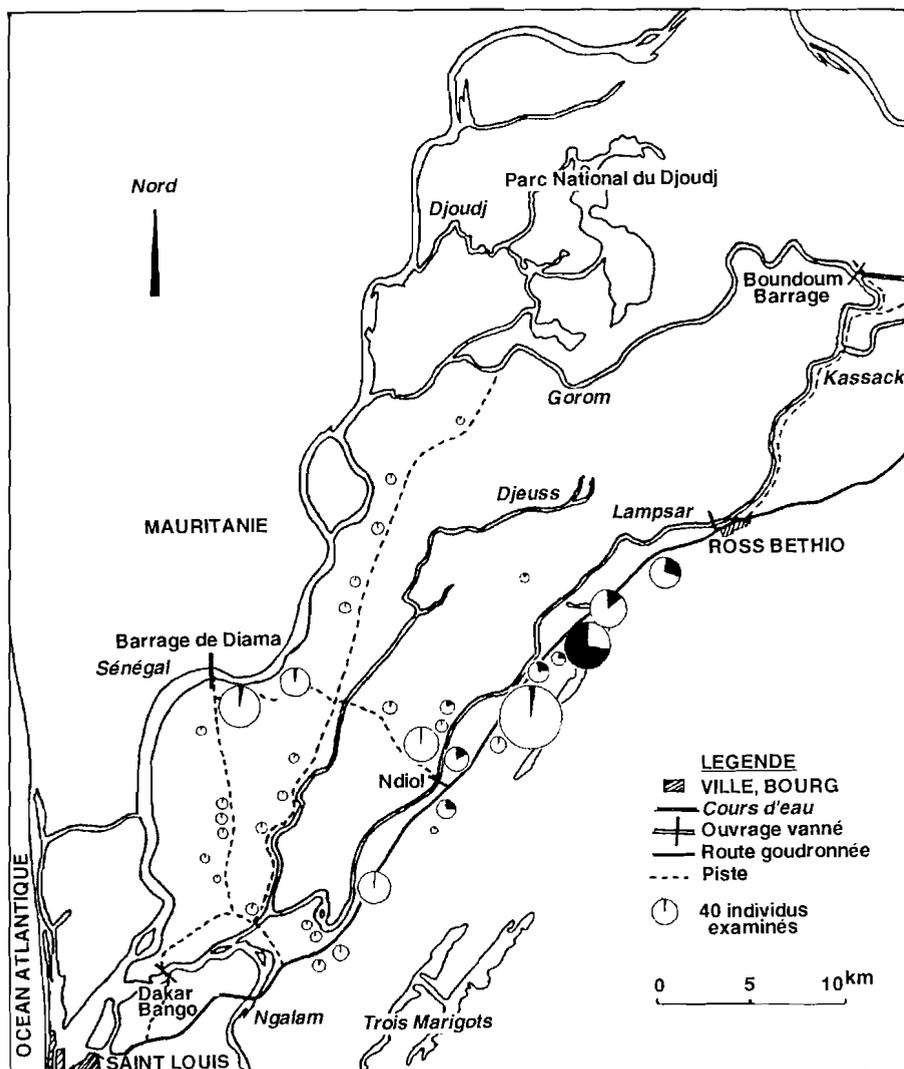


Figure 3

Carte de répartition de *S. mansoni* dans le bas-delta.

Le diamètre des camemberts est proportionnel au nombre d'individus examinés. Le quadrant noir représente la proportion d'individus positifs pour *S. haematobium*.

Les villages situés sur le bief aval sont indemnes avec une prévalence de moins de 1 %, correspondant à un sujet infesté excréant 100 œufs/g. Tous ceux situés sur le bief médian — à l'exception de Savoigne — sont infestés, avec, une prévalence globale atteignant 20,6% et des charges moyennes de 171 œufs/g ; le village de Diagambal apparaît particulièrement atteint avec une prévalence de 73% et des charges moyennes de 329 œufs/g. Les canaux d'irrigation constituent les sites de contact des villages les plus touchés et sont facilement accessibles permettant des contacts importants (tabl. III).

### *Aire Djeuss-Sénégal*

Vingt grappes de trois concessions réparties sur 17 villages constituent un échantillon de 390 individus dont 332 ont été examinés, soit un taux de participation de 85,1 % (tabl. VI). Les villages de Diama et Maka-Diama, proches du barrage anti-sel de Diama, se distinguent par leur taille et l'origine wolof de leur population ; les casiers rizières appartiennent au périmètre de Débi, situé à l'est de la zone d'étude à proximité du marigot du Djeuss ; le fleuve Sénégal constitue le principal site de contact et il existe une adduction d'eau dans le village de Diama. Le reste de l'aire d'étude est occupé par des hameaux éparpillés, de population maure et peul, sans sites de contact accessible dans la partie ouest et tournés vers le marigot du Djeuss ou le fleuve Sénégal dans la partie est (fig. 1). L'activité pastorale n'est plus prédominante et la riziculture s'étend peu à peu, parallèlement à l'aménagement hydro-agricole de cette zone (tabl. V)

La prévalence de *S. haematobium* reste très faible sur la zone, ne dépassant pas 6,6% avec des charges moyennes très réduites chez les sujets excréteurs de l'ordre de 10 œufs/10 ml (tabl. VII). Sa distribution est localisée aux villages proches du barrage de Diama (fig. 2) ; le village de Maka-Diama présente ainsi une prévalence de 28% avec des charges moyennes modérées de l'ordre de 29 œufs/10 ml. Ni les villages situés le long du Djeuss, ni ceux proches du fleuve à l'est n'apparaissent infestés.

La bilharziose intestinale est quasiment absente de la zone avec une prévalence globale de 1,6% et des charges moyennes chez les sujets excréteurs de 141 œufs/g (tabl. VIII). Seuls quelques individus isolés issus des villages wolofs de la zone sont infestés (fig. 3).

Villages	Activité	Récolte	Site principal	Accès	Eau boisson
Maka-Diama	riziculture	2	fleuve	+++	fleuve
Diama	riziculture	2	fleuve	+++	adduction
Demizine	élevage	-	fleuve	0	adduction
Taba Dar Salam 1	élevage	-	fleuve	0	fleuve
El Biram	élevage	-	fleuve	0	fleuve
Taba Ahmetou	élevage	-	marigot	0	marigot
El Lamar	élevage	-	marigot	0	marigot
Taba Tache	élevage	-	marigot	0	marigot
Mboubene	élevage	-	marigot	+++	marigot
Mberaye	tannage	-	marigot	+++	marigot
Taba Treich	riziculture	1	marigot	++	marigot
Treich Peul	riziculture	1	marigot	++	marigot
Ndioungnette	riziculture	1	fleuve	++	fleuve
Ravette	riziculture	1	fleuve	+	fleuve
El Debiaye Maraye	riziculture	1	canal	+	canal
Ndigue	tissage	-	fleuve	++	fleuve
Rone	tissage	-	fleuve	+	fleuve

Tableau v  
Typologie des villages échantillonnés de l'aire Djeuss-Sénégal.

Villages	Ethnie	RGPH 88	Grappe	Échantillon	Taux de participation
Maka-Diama	wolof	283	2	51	0,90
Diama	wolof	653	3	76	0,82
Demizine	maure	143	1	12	1,00
Taba Dar Salam 1	maure	141	1	18	0,94
El Biram	maure	47	1	23	0,74
Taba Ahmetou	maure	274	1	18	0,94
El Lamar	maure	185	1	12	1,00
Taba Tache	maure	109	1	10	0,80
Mboubene	maure	143	1	22	0,771
Mberaye	wolof	207	1	20	0,90
Taba Treich	maure	253	1	17	0,94
Treich Peul	peul	174	1	22	0,82
Ndioungnette	peul	107	1	25	0,68
Ravette	maure	166	1	20	0,90
El Debiaye Maraye	maure	99	1	18	1,00
Ndigue	maure	241	1	14	1,00
Rone	maure	233	1	12	0,83
DJEUSS-SENEGAL		4 772	20	390	0,85

Tableau vi  
Composition de l'échantillonnage de l'aire Djeuss-Sénégal.

Villages	Filtration (10 ml)	Pourcentage	Intervalle de confiance	Nombre d'œufs moyen	Intervalle de confiance
Maka-Diama	46	28,2	[15 - 41]	29,1	[8 - 95]
Diama	61	9,8	[2 - 17]	2,6	[0 - 16]
Demizine	12	16,6	[1 - 50]	1,0	[1 - 1]
Taba Dar Salam 1	17	0,0	-	0	-
El Biram	17	0,0	-	0	-
Taba Ahmetou	17	5,8	[0 - 25]	1,0	-
El Lamar	11	0,0	-	0	-
Taba Tache	8	0,0	-	0	-
Mboubene	17	0,0	-	0	-
Mberaye	18	0,0	-	0	-
Taba Treich	16	0,0	-	0	-
Treich Peul	17	0,0	-	0	-
Ndioungnette	17	0,0	-	0	-
Ravette	16	0,0	-	0	-
El Debiaye Maraye	18	0,0	-	0	-
Ndigue	14	0,0	-	0	-
Rone	10	0,0	-	0	-
DJEUSS-SENEGAL	332	6,6	[0 - 12]	9,6	[2 - 43]

I Tableau VII

Résultats des examens d'urines des villages de l'aire Djeuss-Sénégal.

Villages	Kato	Pourcentage	I. C.	Moy.	I. C.
Maka-Diama	44	4,5	[1 - 16]	69,2	[11 - 430]
Diama	55	3,6	[1 - 14]	154,9	[0 - 40326]
Demizine	11	0,0			
Taba Dar Salam 1	15	0,0			
El Biram	15	0,0			
Taba Ahmetou	13	0,0			
El Lamar	10	0,0			
Taba Tache	7	0,0			
Mboubene	17	0,0			
Mberaye	15	6,6	[0 - 25]	660,0	
Taba Treich	12	0,0			
Treich Peul	11	0,0			
Ndioungnette	14	0,0			
Ravette	13	0,0			
El Debiaye Maraye	18	0,0			
Ndigue	13	0,0			
Rone	8	0,0			
DJEUSS-SENEGAL	332	1,6	[0 - 3]	140,8	[44 - 447]

I Tableau VIII

Résultats des examens de selles des villages de l'aire Djeuss-Sénégal.

## Discussion et conclusion

L'essentiel de la transmission dans le bas-delta concerne la zone du Lampsar où se situent les principaux aménagements hydro-agricoles ainsi que les plus fortes concentrations humaines. On peut opposer les biefs aval et médian qui correspondent à deux faciès épidémiologiques : bilharziose urinaire en aval et association de bilharzioses urinaire et intestinale en amont.

La partie aval comprise entre les villages de Mbarigot et de Ndiol est une zone où la transmission de *S. haematobium* est ancienne et où la transmission de *S. mansoni* reste absente. Elle correspond au foyer du Lampsar dont l'épicentre est le village de Lampsar où tous les enfants examinés sont infestés. Le bief aval n'a connu que de faibles modifications depuis la mise en activité des barrages ; en effet, le barrage de Dakar-Bango protégeait déjà le bief aval des remontées d'eau saumâtre, assurant à celui-ci une fonction de réserve d'eau potable pour la ville de Saint-Louis, d'où la nécessité d'un approvisionnement régulier à partir du fleuve. La multiplication des aménagements en amont a cependant entraîné une augmentation des prélèvements d'eau responsable d'une baisse de débit occasionnant un envasement et une prolifération de la végétation aquatique ; ce milieu plus stagnant et riche en supports végétaux est certainement favorable à la multiplication des hôtes intermédiaires. Les sites de transmission se situent au niveau du marigot du Lampsar et les villages les plus proches du marigot sont les plus exposés ; la plus faible prévalence observée à Makhana s'explique par le traitement des enfants scolarisés en 1990. A l'opposé, les hameaux peuls situés de l'autre côté de la route nationale (Ndiol Peul, Keur Sidi Sow) semblent protégés par leur éloignement du marigot. Les hôtes intermédiaires retrouvés au niveau du Lampsar sont *Bulinus globosus*, *B. truncatus* et *B. forskalii* ; seul *B. globosus* a été trouvé infesté et peut donc être considéré comme responsable de la transmission (BELOT *et al.*, 1993). La présence de *B. senegalensis* a cependant été signalée dans les casiers rizicoles de Lampsar et son rôle dans la transmission locale de *S. haematobium* a été évoqué (VERCRUYSSSE *et al.*, 1994).

La partie amont, comprenant les villages situés en amont de Ndiol jusqu'à Ross-Béthio et correspondant au bief médian du Lampsar, est une zone où coexistent *S. haematobium* et *S. mansoni*. En effet, l'extension vers l'amont de l'aire de transmission de *S. haematobium*, observé en 1989 à Mbodiene (VERLE *et al.*, 1994) semble s'être généralisée à l'ensemble du bief médian. Dans le même temps, on constate une extension vers l'aval du foyer de bilharziose intestinale de Richard-Toll dont l'aire de répartition recouvre désormais le delta jusqu'au bief médian du Lampsar, définissant au niveau de ce dernier une zone de superposition où coexistent les deux parasitoses. Ces bouleversements doivent être rapprochés des changements concernant la gestion de l'eau sur l'axe Gorom-Lampsar.

La mise en activité des barrages de Diama puis de Manantali a amélioré la disponibilité en eau douce au niveau du delta en permettant un pompage beaucoup plus régulier du fleuve au niveau de la station de Ronkh qui alimente d'amont vers l'aval l'axe Gorom-Lampsar; ce remplissage est complété en période d'hivernage par l'ouverture du barrage de Dakar-Bango, autorisant un remplissage d'aval vers l'amont du bief aval. Si les grands travaux d'aménagements hydro-agricoles qui ont accompagné cette mise en valeur de la vallée du fleuve reste du domaine de structure étatique telle la Société d'aménagement et d'exploitation du Delta (SAED), on observe un désengagement de cette structure vis à vis de l'exploitation proprement dite. La multiplication de groupements d'intérêt économique (GIE) développés par les villageois a abouti à une explosion de petits périmètres privés. Afin d'améliorer le rendement de ceux-ci, les cultures de contre-saison se sont généralisées, nécessitant un drainage important en raison des infiltrations de sel à partir de la nappe phréatique salée. Les pompages restent de l'ordre de l'initiative privée, sans aucune concertation régionale et tendent à s'étaler dans le temps depuis la dévaluation, du fait des difficultés d'acquisition des intrants, aboutissant au total à une désorganisation complète de la gestion de l'eau au niveau de l'axe Gorom-Lampsar. Ces prélèvements d'eau répétés dépassent désormais les capacités de pompage de la station de Ronkh et rendent l'axe déficitaire à partir d'avril. Il en découle une baisse du débit responsable d'un envasement et d'une prolifération de la végétation aquatique en aval secondaire à la fois à un défaut de dragage et à l'absence de l'effet de chasse depuis que la crue est contenue. Ce phénomène s'accen-

tue de l'amont, sableux et courant, vers l'aval, vaseux et stagnant ; si le bief aval est coutumier de cette stagnation par sa fonction de réservoir, cette situation est nouvelle pour le bief médian.

Bien que la maintenance des canaux primaires reste assurée par la SAED, il est souvent plus rentable pour les villageois d'investir dans un nouveau périmètre que de réhabiliter un ancien périmètre dégradé. Il en résulte une multiplication des canaux avec une intrication de canaux envasés envahis par la végétation et de canaux fonctionnels. Ces canaux ne sont mis en eau que pendant les périodes de culture où ils constituent alors de redoutables sites de transmission. En effet ce milieu peu courant est soumis à une très forte pression humaine en raison de la proximité des habitations créant ainsi des conditions de transmission particulièrement favorables. On constate d'ailleurs que les villages les plus touchés présentent des canaux d'irrigation au sein même des villages ; la plus faible prévalence observée à Mbodiène s'explique par le traitement exhaustif de la population par praziquantel en 1991. Ces canaux cessent d'être alimentés à l'issue de la saison des pluies et sont remis en eau lors de la contre-saison, vers le mois d'avril. L'eau de boisson est alors puisée dans le marigot du Lampsar qui constitue un deuxième type de site de transmission. Sa fréquentation reste cependant modérée en raison de son éloignement des villages de la rive gauche et en dépit de la traversée qu'elle implique l'utilisation des périmètres situés sur la rive opposée. On constate ainsi que la saison sèche froide, s'étendant de novembre à mars, constitue le maillon faible de la transmission à la fois par la faiblesse des populations de mollusques résiduelles, par l'assèchement des sites de contact les plus accessibles et enfin par l'absence d'activités agricoles.

Lors de la remise en eau, les canaux d'irrigation sont rapidement colonisés par des populations de mollusques hôtes intermédiaires issues du marigot du Lampsar. *B. pfeifferi* est retrouvé au niveau des deux rives du Lampsar mais les plus fortes densités sont observées dans les canaux (drains et canaux d'irrigation) ; les taux d'infestation les plus élevés sont observés au niveau des sites de transmission en fin de saison des pluies (résultats non publiés). L'absence de transmission locale de *S. mansoni* à Savoigne doit être mise en relation avec sa situation à l'écart du marigot et des conditions locales probablement défavorables au développement de l'hôte intermé-

diaire. Au niveau du marigot du Lampsar, on retrouve *B. globosus*, *B. truncatus* et *B. forskalii* (BELOT *et al.*, 1993). D'importantes populations de *B. globosus* ont été observées dans les canaux d'irrigation à Mbodiene avec des taux d'infestation élevés (VERLE *et al.*, 1994), confirmant le rôle de ces sites de contact dans la transmission de *S. haematobium*. Plus récemment, des *B. truncatus* infestés ont été retrouvés à Diagambal et à Savoigne au niveau des canaux d'irrigation et du marigot révélant ainsi la survenue d'un nouvel hôte intermédiaire de *S. haematobium* au niveau du bief médian du delta (résultats non publiés). La souche locale de *B. truncatus* étant réfractaire au développement de *S. haematobium* (SOUTHGATE *et al.*, 1985), on doit donc envisager une colonisation par une souche de *B. truncatus* réceptive à *S. haematobium*. L'hypothèse d'un essaimage de la souche malienne de *B. truncatus* à la faveur des crues du fleuve ou de lachers d'eau depuis Manantali peut être envisagée comme la plus probable. Le bief médian apparaît comme un milieu particulièrement propice au développement du bulin à la fois par son caractère désormais stagnant mais également par son relatif éloignement de l'embouchure qui le protège des eaux légèrement saumâtres lors du remplissage du bief aval depuis l'estuaire pendant l'hivernage; cette hypothèse est renforcée par l'observation transitoire de *B. truncatus* infestés au niveau du bief amont lors de la crue du fleuve, en l'absence de parasitisme local (résultats non publiés). Un tel schéma implique localement un renforcement du cycle de transmission de *S. haematobium* par la sommation des périodes de transmission des différents hôtes intermédiaires, mais surtout soulève régionalement le risque de dissémination et de brassage de populations d'hôtes intermédiaires induits par ces aménagements hydrauliques.

La zone du bas-delta comprise entre le Djeuss et le Sénégal n'a encore connu que peu d'aménagements hydro-agricoles et la densité de population y est beaucoup plus faible à l'exception des villages wolofs proches du barrage de Diama. Elle apparaît pratiquement indemne de bilharzioses urinaire et intestinale à l'exception du village de Maka-Diama où existe une transmission locale de *S. haematobium*; les charges moyennes restent cependant très faibles témoignant d'un faible niveau de transmission. Cette transmission locale peut s'expliquer par un site de contact sur le fleuve particulièrement abrité qui annule l'effet habituellement pro-

tecteur de ce milieu courant. La faible prévalence observée dans les villages voisins de Diama et Demizine est probablement à rattacher à ce site de transmission. Les autres cas observés correspondent à des cas importés et témoignent des mouvements de population existant, notamment dans les villages wolofs. L'absence de transmission au niveau du marigot du Djeuss s'explique probablement par sa relative salinité liée à son rôle d'effluent du Djoudj, défavorable au développement des hôtes intermédiaires. Cette situation épidémiologique pourrait cependant se dégrader dans un proche avenir en raison des aménagements hydro-agricoles en cours de réalisation dans cette zone.

## Bibliographie

- BELOT (J.), GEERTS (S.),  
DIOUF (M.), 1993 —  
Observations on the population  
dynamics of snail hosts for  
schistosomes in the delta of the  
Senegal river basin. *J. Moll. Stud.*,  
59 : 7-13.
- BENNETT (S.), WOODS (T.),  
LIYANAGE (W.M.), SMITH (D.L.), 1991 —  
A simplified general method for  
cluster-sample surveys of health in  
developing countries. *Wld hlth statist.  
quart.*, 44 : 98-106.
- CHAINE (J.P.), MALEK (E.A.), 1983 —  
Urinary schistosomiasis in  
the sahelian region of the Senegal  
river basin. *Trop. Geogr. Med.*,  
35 : 249-257.
- KATZ (N.), CHAVES (A.),  
PELLEGRINO (J.), 1972 —  
A simple device for quantitative stool  
thick-smear technique in  
schistosomiasis mansoni. *Rev. Inst.  
Med. Trop. Sao Paulo*, 14 : 397-400.
- PLOUVIER (S.), LEROY (J.C.),  
COLETTE (J.), 1975 —  
A propos d'une technique simple  
de filtration des urines dans  
le diagnostic de la bilharziose  
urinaire en enquête de masse. *Méd.  
Trop.*, 35 : 229-230.
- SOUTHGATE (V.R.), ROLLINSON (D.),  
ROSS (G.C.), KNOWLES (R.J.),  
VERCRUYSSSE (J.), 1985 —  
On *Schistosoma curassoni*,  
*S. haematobium* and *S. bovis* from  
Senegal : development in  
*Mesocricetus auratus*, compatibility  
with species of *Bulinus* and their  
enzymes. *J. Nat. Hist.*,  
19 : 1249-1267.
- TALLA (I.), KONGS (A.), VERLE (P.),  
BELOT (J.), SARR (S.),  
COLL (A.M.) 1990 —  
Outbreak of intestinal schistosomiasis  
in the Senegal river basin. *Ann.  
Soc. Belge Med. trop.*, 70 : 173-180.
- VERLE (P.), STELMA (F.),  
DESREUMAUX (P.), DIENG (A.),  
DIAW (O.), KONGS (A.), NIANG (M.),  
SOW (S.), TALLA (I.), STURROCK (R.F.),  
GRYSEELS (B.), CAPRON (A.), 1994 —  
Preliminary study of urinary  
schistosomiasis in a village in  
the delta of the Senegal river basin,

Senegal. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 88 : 401-405.

VERCRUYSEE (J.), SOUTHGATE (V.R.), ROLLINSON (D.), 1985 —  
The epidemiology of human and animal schistosomiasis in the Senegal river basin. *Acta tropica*, 42 : 249-259.

VERCRUYSE (J.), SOUTHGATE (V.R.), ROLLINSON (D.), DE CLERCQ (D.), SACKO (M.), DE BONT (J.), MUNGOMBA (L.M.), 1994 —  
Studies on transmission and schistosome interactions in Senegal, Mali and Zambia. *Trop. Geogr. Med.*, 46 : 220-226.

# Aménagements hydro-agricoles et paludisme

Étude comparative d'une zone rizicole  
et d'une zone de culture pluviale  
traditionnelle

**Ousmane Faye**  
Entomologiste médical

**Oumar Gaye**  
Parasitologue

**Jean-François Molez**  
Entomologiste médical

**Didier Fontenille**  
Entomologiste médical

**Lassana Konate**  
Entomologiste médical

**Georges Hébrard**  
Entomologiste médical

**Jean-Pierre Hervé**  
Entomologiste médical

**Moussa Diagne**  
Entomologiste médical

**Ngayo Sy**  
Entomologiste médical

**Samba Diallo**  
Parasitologue

**Jean Mouchet**  
Entomologiste médical

## Le milieu

La vallée du fleuve Sénégal a toujours constitué un vaste ensemble inondable, favorable aux cultures de décrue. La sécheresse prolongée qui sévit au Sénégal depuis 1970 a entraîné une dégradation du milieu et accéléré le processus de désertification. Mais depuis la mise en service des barrages de Diama et de Manantali, d'importants programmes d'aménagement ou de réaménagement de périmètres irrigués pour le développement de l'agriculture, notamment la rizi-

culture, ont été réalisés, entraînant une extension des cultures et une pression démographique de plus en plus importante. Les transformations du milieu qui résultent des aménagements hydro-agricoles et leur répercussion sur le paludisme ont été étudiées dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal (FAYE, 1993; FAYE *et al.*, 1993a; FAYE *et al.*, 1993b). La région du delta couvre toute la zone située en aval de Richard Toll jusqu'à l'embouchure du fleuve. Dans cette zone, la vallée alluviale s'élargit pour former une vaste plaine basse parcourue par de nombreux chenaux. La région présente un climat de type sahélien avec une longue saison sèche allant de novembre à juin. La moyenne des précipitations annuelles enregistrées de 1983 à 1992 à la station de Ndiaye est de 192 mm. Au cours de la période d'étude, la pluviométrie moyenne annuelle enregistrée à Diama est de 9,7 mm en 1992, 164,5 mm en 1993 et 248,8 mm en 1994. La végétation est localisée essentiellement le long des marigots, des cuvettes et sur les dunes fixées. Dans toutes les terres basses du Delta, les formations végétales sont à relier à la présence de sel.

Notre étude a débuté en août 1992 dans deux villages, Kassak-Nord et Maka-Diama. Le premier est implanté dans une zone pratiquant la riziculture irriguée depuis plusieurs années, le second, riverain du fleuve Sénégal, ne possède pas de périmètre rizicole. Depuis avril 1994, un troisième village (Boundoum-Barrage) qui possède des aménagements récents est inclus dans l'étude qui se poursuit.

## ■ Méthodes d'étude

Les populations de moustiques sont échantillonnées par des captures nocturnes sur sujets humains et des récoltes matinales de la faune résiduelle des habitations. Les moustiques récoltés sont identifiés et dénombrés. L'identification spécifique des membres du complexe *Anopheles gambiae* est faite par la méthode cytogénétique ou par celle de polymérisation en chaîne (PCR). Les femelles d'anophèles sont disséquées pour la détermination de leur âge physiologique et la recherche d'infection. L'identification de l'origine leurs repas sanguins et la recherche de l'antigène circumsporozoïtique sont faites

par les techniques ELISA. L'endémicité palustre est évaluée à partir de sondages effectués en juillet et en novembre (début et fin de la saison des pluies) chez les enfants âgés de moins de 10 ans. L'étude de la morbidité palustre est faite dans les postes de santé et concerne tous les consultants présentant des signes évocateurs d'accès palustre. L'étude de l'incidence du paludisme menée depuis juillet 1994, est basée sur le suivi (contrôle hebdomadaire) dans chaque village, d'une cohorte de 100 enfants âgés de moins de 10 ans.

## Résultats et commentaires

### *Composition de la faune anophélienne*

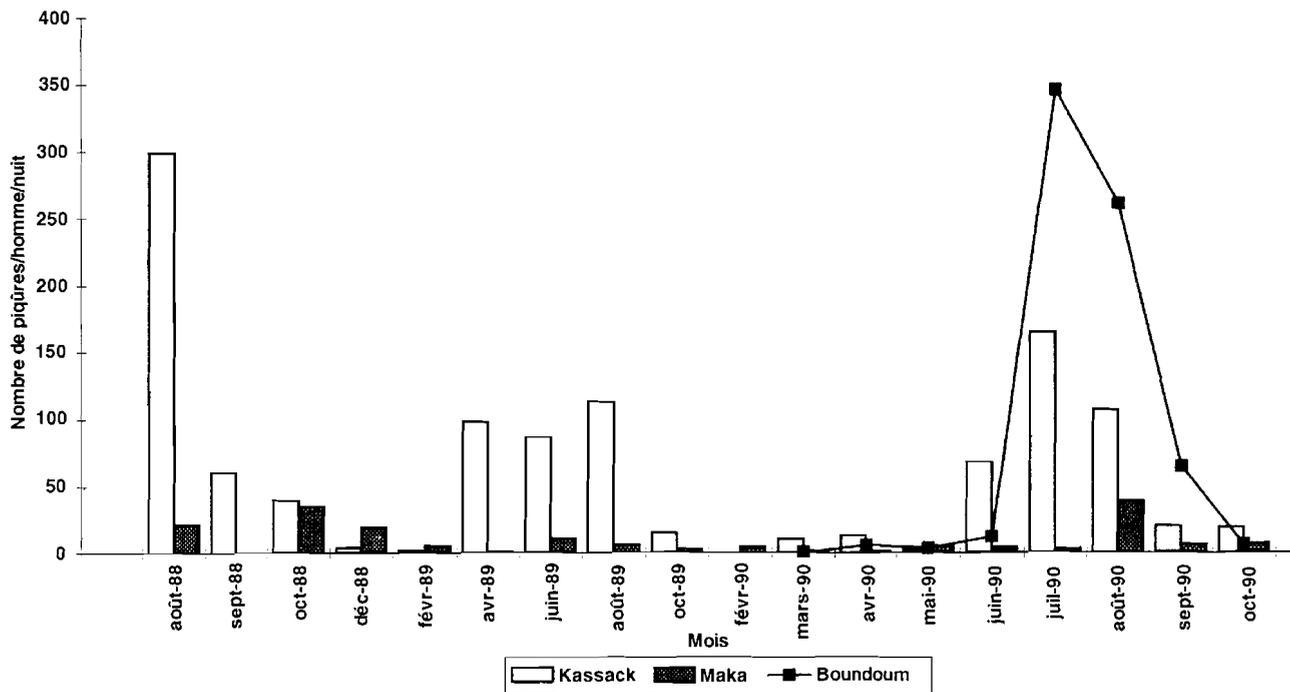
*Anopheles pharoensis* prédomine dans la faune anophélienne des trois villages. Il représente 97% des anophèles récoltés (tabl. 1). Il est présent toute l'année avec une densité de population relativement élevée (fig. 1 et fig. 2). La dynamique des populations d'*An. pharoensis* est étroitement liée à l'irrigation des cultures. A Maka les pics de densité sont enregistrés avec un décalage de un à deux mois par rapport aux villages rizicoles. L'agressivité des femelles d'*An. pharoensis* est environ 8 à 10 fois plus élevée à Kassack et à Boudoum qu'à Maka. Ces femelles piquent aussi bien à l'intérieur des cases qu'à l'extérieur mais manifestent une nette tendance à l'exophilie.

	Kassack		Maka		Boundoum (1)	
	Captures nocturnes	Faune résiduelle	Captures nocturnes	Faune résiduelle	Captures nocturnes	Faune résiduelle
Nombre de séances	168 HN	276 cases	156 HN	266 cases	86 HN	101 cases
<i>An. gambiae</i> s.l.	2	24	17	38	3	8
<i>An. pharoensis</i>	9 573	1 583	1 297	123	8 332	508
<i>An. ziemanni</i>	221	0	178	0	240	0
<i>An. rufipes</i>	0	7	0	6	0	13
Total <i>Anopheles</i>	9 796	1 614	1 492	167	8 575	529
Culicinae	17 290	138	17 397	1 172	21 300	1 440
Total Culicidae	27 086	1 752	18 889	1 339	29 875	1 969

Tableau 1

Résultats de l'échantillonnage des populations culicidiennes au cours des récoltes qui ont eu lieu d'août 1992 à novembre 1994.(1) : d'avril à novembre 1994. HN : nombre de moustiques par homme et par nuit.

Figure 1  
Variations de la densité des femelles d'*An. pharoensis* agressives pour l'homme.



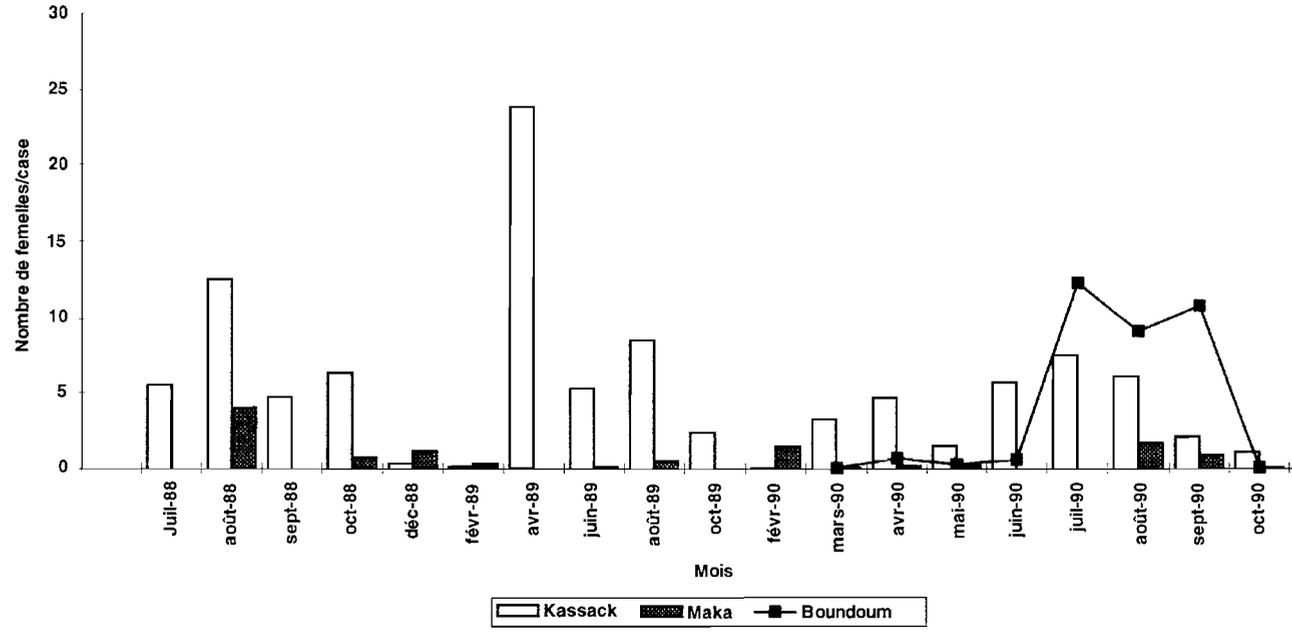


Figure 2  
Variations de la densité des femelles d'*An. pharoensis* capturées au repos à l'intérieur des habitations.

Le complexe *Anopheles gambiae* est représenté dans la zone par ses trois membres rencontrés en Afrique de l'ouest (*An. gambiae s.s.*, *An. arabiensis* et *An. melas*). Au total, 30 femelles ont été identifiées dont 5 d'*An. arabiensis* à Kassack (cytogénétique), 14 d'*An. gambiae s.s.*, 9 d'*An. arabiensis* et 2 d'*An. melas* à Maka (PCR).

La proportion d'*An. gambiae s.l.* est très faible dans la zone rizicole (0,2%), elle est plus élevée à Maka (3,3%). La rareté d'*An. gambiae s.l.* peut être liée à la salinité des sols et des eaux de surface. En 1987 (avant la mise en service des barrages), *An. gambiae s.l.* était prédominant à Saint-Louis (98,5% des anophèles piégés dans les moustiquaires : 725/736) mais *An. pharoensis* constituait 88,9% des récoltes d'anophèles (909/1022) à Souloul, un village situé près de Boundoum (Carrara, 1989). En ce qui concerne la composition de la faune anophélienne, le delta se distingue très nettement de la moyenne vallée du fleuve Sénégal où *An. gambiae s.l.* est prédominant, *An. pharoensis* étant peu abondant.

### *Bioécologie des anophèles*

L'âge physiologique moyen des femelles agressives d'*An. pharoensis* est comparable à celui des femelles endophiles à Maka mais est différent à Kassack et à Boundoum (tabl. II). L'examen de 42 femelles d'*An. gambiae s.l.* a permis de noter un taux de parturité de 73,8%.

L'analyse de l'origine des repas sanguins des femelles d'*An. pharoensis* montre que 83% des femelles examinées (411/496) ont pris leurs repas sur homme. L'indice d'anthropophilie est plus élevé à Maka (0,97 : 66/68) et à Kassack (0,93 : 294/315) qu'à Boundoum (0,45 : 51/112).

### *Transmission du paludisme*

Dans le delta, le niveau de la transmission du paludisme est très faible. Il n'est pas encore perceptible dans les villages d'étude à partir de la dissection des femelles d'anophèles et de la recherche de l'antigène circumsporozoïtique. Aucune infection n'a été détectée chez 10 000 femelles analysées (dissection et/ou test ELISA). En

	Kassack-Nord		Maka-Diama		Boundoum-Barrage	
	S.S.	S.P.	S.S.	S.P.	S.S.	S.P.
<i>An. pharoensis</i>						
Taux d'agressivité (PHN)	7,2-40	89-140	2,7-10,6	7,7-12	3,4	170
Taux de parturité	47-58	14-50	57-78	49-70	39,4	38
Nb de femelles disséquées	1 085	2 755	348	427	160	996
Nb de femelles testées (ELISA)	426	5 065	248	654	120	3 974
Nb de femelles infectées	0	0	0	0	0	0
Nb de repas identifiés	106	226	30	22	-	112
Indice d'anthropophilie	0,92	0,94	0,97	0,95	-	0,45
<i>An. gambiae s.l.</i>						
Taux d'agressivité (PHN)	0	0-0,04	0-0,25	0,15-0,27	0	0,06
Taux de parturité	-	4 pares/5	-	23/31	-	4/6
Nb de femelles disséquées	3	23	2	20	0	10
Nb de femelles testées (ELISA)	0	4	1	33	0	2
Nb de femelles infectées	-	0	0	0	-	0
Nb de repas identifiés	0	2	0	18	0	3
Indice d'anthropophilie	-	1	-	0,78	-	0,33

Tableau II

Variations saisonnières des paramètres entomologiques liés à la transmission du paludisme .

(s.s. : saison sèche. s.p. : saison des pluies)

1987, la recherche d'infection (par ELISA) avait révélé la présence de l'antigène circumsporozoïtique chez 2 femelles d'*An. pharoensis* sur 686 femelles récoltées à Souloul (CARRARA *et al.*, 1990).

Dans la zone rizicole (Kassack et Boundoum), la densité agressive d'*An. pharoensis* est élevée mais sa longévité est réduite (taux quotidien de survie  $p = 0,60 - 0,65$ ); à Maka, le taux quotidien de survie est plus élevé ( $p = 0,76$ ) mais la densité agressive est faible.

## Données parasitologiques

Les indices parasitaires relevés chez les enfants âgés de moins de 10 ans reflètent bien la faible transmission du paludisme. Ils s'élevèrent en juillet à 0,4 (1/263) et à 0% (0/107) respectivement en 1993 et 1994 à Kassack. A Maka, aucune infection n'a été dépistée chez les enfants en 1993 (0/119) et 1994 (0/107) de même qu'à Boundoum en juillet 1994 (0/112). En novembre 1994, l'indice plasmodique s'élevait à 0,9% (1/103) à Maka, il était nul à Kassak (0/89) et à Boundoum (0/85). Nos résultats sont proches de ceux enregistrés dans la zone du delta en août 1991 (DIALLO *et al.*, 1991), mais sont plus faibles que ceux obtenus à Souloul en novembre 1985 (CARRARA, 1989). *Plasmodium falciparum* est la principale espèce plasmodiale identifiée.

L'étude de la morbidité palustre montre qu'à Kassack, les sujets pour lesquels un diagnostic d'accès palustre est posé constituent 9% (221/2 420) des sujets venus à la consultation. Parmi ces consultants suspects, 8,8% (6/68) hébergeaient des parasites, de septembre à décembre 1992, 13,6% (12/88) de janvier à décembre 1993, et 7,7% (5/65) de juillet à octobre 1994.

A Maka, aucun des 41 consultants suspects du poste de santé n'hébergeait des plasmodies en 1992 et en 1993. De juillet à octobre 1994, 20,8% (5/24) étaient parasités et à Boundoum, 18,7% (3/16).

Les résultats du suivi des cohortes d'enfants reflètent la faible transmission dans les villages, de juillet à octobre 1994, aucun accès palustre n'a été enregistré à Kassack, deux accès ont été enregistrés à Maka (un en septembre et un en octobre) et un seul cas a été observé à Boundoum en août.

Ces observations préliminaires sur la morbidité palustre révèle que les accès fébriles associés à la présence de parasites concernent toutes les tranches d'âge et sont plus fréquents de septembre à décembre que de janvier à août, ils sont donc liés plus aux pluies qu'à la riziculture.

## Conclusion

Il ressort de cette étude que l'extension des cultures irriguées suite à la mise en service des barrages n'a pas entraîné d'augmentation de la

transmission et de l'incidence du paludisme. Elle a favorisé une augmentation de la densité des populations culicidiennes mais d'autres facteurs limitent la transmission : le remplacement d'*An. gambiae s.l.* par *An. pharoensis* et la consommation de chloroquine lors des épisodes fébriles. Ce remplacement d'*An. gambiae s.l.* par *An. pharoensis* est le principal facteur de réduction de la transmission du paludisme. Les conditions qui prévalent dans le contexte des rizières du Delta semblent être plus favorables à *An. pharoensis* mais ce dernier, malgré son statut de vecteur secondaire en Afrique, n'est pas efficace pour la transmission du paludisme du fait de sa faible longévité.

La rareté d'*An. gambiae s.l.* est liée à la salinité des sols et des eaux du delta. La transmission qui s'y effectue, bien que peu importante, peut être le fait d'*An. gambiae s.l.* malgré sa faible densité. Les investigations se poursuivent pour préciser les capacités vectrices d'*An. pharoensis*, l'incidence du paludisme et pour élaborer un protocole de surveillance épidémiologique dans cette zone où les risques d'épidémies sont élevés.

## Bibliographie

CARRARA (G.C.), 1989 — *Expérience de contrôle du paludisme par l'imprégnation des moustiquaires imprégnées dans le delta du fleuve Sénégal*. Rapport de mission. Doc. multigr. : 23 p.

CARRARA (G. C.), PETRARCA (V.), NIANG (M.), COLUZZI (M.), 1990 — *Anopheles pharoensis* and transmission of *Plasmodium falciparum* in the Senegal river delta, West Africa. *Med. Veter. Entomol.*, 4 : 421-424.

DIALLO (S.), NDIR (O.), GAYE (O.), FAYE (O.), DIAW (O.T.), BETTS (B.B.), 1991 — *Prévalence des maladies parasitaires endémiques dans le bassin du fleuve Sénégal. Résultats d'enquêtes effectuées dans les départements de Dagana, Podor, Matam et Bakel*. Doc. Ronéo., Serv. Parasitol. Fac. Méd. Pharm. UCAD, Dakar : 37 p.

FAYE (O.), 1993 — *Les aménagements hydro-agricoles et le paludisme dans la région des Niayes et dans le delta du fleuve Sénégal*. Rapport d'activités de Recherche Associée, Rap. Orstom Dakar : 9 p.

FAYE (O.), FONTENILLE (D.), HERVÉ (J.P.), DIACK (P.A.), DIALLO (S.), MOUCHET (J.), 1993 — *Le paludisme en zone sahélienne du Sénégal*. 1. Données entomologiques sur la transmission. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, 73 : 21-30.

FAYE (O.), GAYE (O.), HERVÉ (J.P.), DIACK (P.A.), DIALLO (S.), 1993 — *Le paludisme en zone sahélienne du Sénégal*. 2. Indices parasitaires. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, 73 : 31-36.



# Conclusion et recommandations

**Jacques Brengues**

Entomologiste médical

**Jean-Pierre Hervé**

Entomologiste médical

Dans l'introduction de cet ouvrage (p. 17), Jean MOUCHET souligne que l'homme, dernier-né de l'évolution, en est aussi l'enfant terrible par un comportement destructeur, voire suicidaire qui tend à s'amplifier. Depuis le XIX<sup>e</sup> siècle, les découvertes scientifiques, avec la révolution industrielle et l'explosion démographique qui leur sont associées, ont souvent été source de progrès socio-économique mais aussi objet d'inquiétude pour l'avenir de l'humanité. En effet, certaines actions de l'homme sur le milieu peuvent avoir des conséquences catastrophiques si certaines précautions ne sont pas prises.

En matière sanitaire, ceci est particulièrement vrai lors d'urbanisations incontrôlées, de modifications intempestives des couvertures végétales ou de manipulations hasardeuses des eaux de surface. Fort heureusement, une nature bienveillante a parfois pallié les effets pervers de l'incurie et de l'improvisation humaines, par des réactions aussi positives qu'imprévues. Cette constatation ne doit cependant pas conforter l'optimisme laxiste qui a trop souvent prévalu lors de l'élaboration et de la réalisation de programmes de développement, notamment en région tropicale.

Les travaux présentés dans cet ouvrage se proposaient d'évaluer l'impact socio-sanitaire de quelques aménagements hydro-agricoles participant de la mise en valeur du cours inférieur du fleuve Sénégal, après régularisation du débit et désalinisation de l'eau, grâce aux barrages de Manantali, en amont et de Diama, en aval. Cette évaluation pluridisciplinaire illustre bien les résultats parfois

inattendus ou même contradictoires que peuvent donner certaines actions de développement. Cette constatation justifie d'autant plus la nécessité d'une telle évaluation. Nous retiendrons donc quelques observations particulièrement représentatives de cette situation, telles que les différentes approches disciplinaires ont pu les révéler.

Les études socio-géographiques montrent qu'historiquement les premiers travaux agronomiques sur le fleuve Sénégal, réalisés à Richard-Toll, sont anciens et datent du XIX<sup>e</sup> siècle alors que le premier périmètre irrigué a été aménagé près de Podor, il y a plus de cinquante ans (HANDSCHUMACHER et SALL, p. 69).

Dans le périmètre rizicole MO6 bis (appelé aussi Diomandou), mis en eau en 1989, le fait migratoire est moindre que dans les autres périmètres de la moyenne vallée ou du delta, anciennement aménagés. Il semblerait donc que l'irrigation contribuerait à fixer les populations. En fait, une analyse plus fine montre que les circuits migratoires bien organisés et rémunérateurs tendent à se pérenniser, quelles que soient la nature et la qualité des nouveaux aménagements. En revanche, une récession importante, telle que celle qui a récemment sévi en Côte d'Ivoire, peut réduire l'émigration plus que l'attrait de nouveaux périmètres irrigués (HANDSCHUMACHER et SALL, *loc. cit.*). A Richard-Toll, après un premier essai infructueux de riziculture irriguée, la culture de la canne à sucre s'est réellement développée à partir de 1970. Simultanément, la ville a explosé de façon plus ou moins anarchique, passant de 3 000 habitants en 1965 à 45 000 habitants en 1992, sans que des équipements sanitaires adéquats (adduction d'eau potable, évacuation des déchets) soient mis en place de façon rationnelle. Cette nouvelle situation impliquant une forte concentration d'individus d'origines variées, au contact de l'eau, dans des conditions d'hygiène précaires, ne pouvait que favoriser l'introduction puis l'épidémisation de maladies eau-dépendantes telles que les schistosomoses, transmises par des mollusques aquatiques. En fait, rien ne se produisit, jusqu'à ce que le coup de pouce fut donné à la nature par la mise en service des barrages de Manantali et de Diama, ayant pour conséquence la stabilisation du niveau et des qualités physico-chimiques de l'eau, permettant la prolifération de *Biomphalaria pfeifferi*, mollusque vecteur de la bilharziose intestinale. L'épidémie éclata en 1988, mais ne se propagea pas de façon uniforme au sein de l'aggloméra-

tion. A ce sujet, il faut remarquer que les points à transmission intense sont ceux à forte densité humaine, bien que l'équipement en robinets et en latrines soit suffisant mais mal utilisé. *A contrario*, une densité humaine faible ne facilite pas l'infestation interhumaine, *via* le mollusque vecteur, même si l'infrastructure sanitaire est médiocre (HANDSCHUMACHER *et al.*, p. 151). L'explosion d'un foyer de bilharziose intestinale à Richard-Toll, dans une zone géographique a priori peu favorable à cette affection, montre bien les risques d'un aménagement dont les conséquences fâcheuses n'ont pas été totalement prévues puis maîtrisées. Ce type d'épidémisation est en fait classique et se retrouve pour de nombreuses autres affections tropicales à transmission vectorielle, telles que la maladie du sommeil, le paludisme ou la fièvre jaune, pour ne citer que les plus graves. Il se produit dans des zones à transmission instable, discontinue ou même exceptionnelle, lorsqu'une population humaine dense, réceptive et souvent fragilisée, est mise brutalement en contact étroit avec l'agent pathogène, grâce à un vecteur particulièrement efficace. La gravité de la situation est souvent à la hauteur de la surprise, car l'homme est rarement conscient de l'importance de son rôle dans l'apparition et le développement de l'épidémie. Pour autant, il ne faut pas regretter l'implantation de complexes sucriers tels que celui de Richard-Toll; les retombées positives en sont en effet incontestables. Il faut seulement souligner l'importance de l'action sanitaire, préventive et curative, bien coordonnée entre services publics et privés, afin d'optimiser les résultats des aménagements. Une autre étude socio-géographique, réalisée dans le delta du fleuve, a permis d'évaluer le système de soins de santé primaires de l'arrondissement de Ross-Béthio où culture irriguée et élevage traditionnel se côtoient (NIANG et HANDSCHUMACHER, p. 237). Bien que cet arrondissement soit privilégié, au niveau national, il est clair que sa partie nord-ouest, à forte densité humaine et bénéficiant des aménagements hydro-agricoles, est avantagée par rapport à sa partie sud-est, faiblement peuplée d'éleveurs nomades et dispersés. Ces derniers devraient bénéficier de l'intervention d'une équipe sanitaire mobile, adaptée à leur situation et à leur mode de vie, afin qu'ils ne deviennent pas les laissés pour compte des programmes de développement qui touchent leur région.

L'étude de la qualité de l'eau de boisson a été faite dans deux périmètres agricoles de la moyenne vallée du fleuve, sur des puits tradi-

tionnels et modernes (ROBIDOUX *et al.*, p. 87). Il ne semble pas que l'aménagement des points d'eau ait un effet bénéfique sur les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de l'eau. La contamination peut se faire par les instruments de puisage (cordes, seaux), les récipients de transport, de conservation, de distribution ou de consommation de l'eau de boisson, par les animaux domestiques, etc. Par ailleurs, une étude complémentaire réalisée à Richard-Toll (ROBIDOUX *et al.*, p. 169) a aussi montré que l'intervention humaine, dans la manipulation de l'eau, peut entraîner des modifications parfois plus importantes que les variations observées entre points d'eau modernes et traditionnels. Ceci montre, si besoin est, l'importance de l'éducation sanitaire, même si son intégration aux programmes d'approvisionnement en eau s'avère parfois difficile.

L'aménagement rizicole du périmètre MO6 bis n'a pas apporté, cinq ans après sa mise en eau, une amélioration significative de l'état nutritionnel des populations concernées (SIMONDON *et al.*, p. 127). Cette constatation, pour le moins surprenante, justifie d'autant plus la nécessaire association d'une évaluation nutritionnelle, avant, pendant et après les actions de développement. Les conséquences nutritionnelles à long terme ne doivent pas être négligées.

Les prospections parasitologiques n'ont pas mis en évidence d'affections graves, à l'exception notable de la bilharziose intestinale à Richard-Toll. La prévalence de la plupart des parasitoses habituelles ne s'écarte pas de la normale (NDIR *et al.*, p. 117 et p. 219). Outre la bilharziose intestinale, la bilharziose urinaire risque de se développer, avec l'apparition et la dissémination des bulins vecteurs, en particulier au niveau des aménagements hydro-agricoles de la moyenne vallée et du delta du fleuve, où le contact homme-vecteur est important (DIAW *et al.*, p. 141 et p. 201; ERNOULD et BA, p. 263). Contre toute attente, l'incidence du paludisme n'a pas augmenté, malgré la forte croissance de la densité anophélienne dans les zones irriguées. Il semblerait que la forte déviation zoophile des femelles vectrices, *Anopheles gambiae s. l.*, en soit la cause dans la moyenne vallée (FAYE *et al.*, p. 103). Par ailleurs dans le delta, la culture du riz en eau légèrement saumâtre, paraît privilégier la prolifération d'*Anopheles pharoensis*, piètre vecteur du paludisme (FAYE *et al.*, p. 283). Dans les deux cas, il s'agit d'un paludisme instable qui peut donner lieu à des épisodes épidémiques, au moindre changement épidémiolo-

gique (voir *supra*, à propos de la bilharziose intestinale). Une surveillance permanente s'impose donc, pour éviter toute surprise désagréable.

Restent les rongeurs, principaux concurrents de l'homme dans la consommation des ressources alimentaires de la planète et parfois réservoir animal important d'agents infectieux pour l'homme. Les recherches menées par DUPLANTIER (p. 53), sur la vallée du fleuve, ont montré que la sécheresse et la déforestation sont responsables de la disparition d'une espèce de rongeurs mais aussi de l'apparition de trois nouvelles. De plus l'irrigation s'accompagne de l'extension de l'aire de répartition d'une espèce et surtout de la pullulation de l'ensemble des rongeurs et plus particulièrement de deux espèces : *Arvicanthis niloticus* et *Mastomys huberti*. Outre les dégâts causés aux cultures et aux denrées entreposées, les études complémentaires réalisées à Richard-Toll ont montré que ces deux espèces sont un réservoir important de la borréliose humaine. Elles sont aussi porteuses de schistosomes responsables de la bilharziose intestinale et il est à craindre qu'elles participent ultérieurement à un cycle sauvage de cette affection, créant ainsi un réservoir animal (SENE *et al.*, p. 185).

L'ensemble de ces observations montre bien l'importance de l'évaluation socio-sanitaire qui devrait être impérativement associée à tout programme de développement. Elle devrait être systématiquement intégrée au projet de faisabilité ainsi qu'au suivi ultérieur. L'exemple de l'aménagement hydro-agricole de la vallée du fleuve, en zone sahélienne du Sénégal, est une bonne illustration de cette nécessité mais n'est pas exclusif de toute autre forme de développement, quelle que soit la région géographique concernée. Malheureusement, cette précaution, aussi élémentaire qu'elle puisse paraître, est rarement respectée de l'homme qui ne met vraiment pas la santé au centre de ses préoccupations. L'universalité d'un comportement humain irresponsable se manifeste dans la vie courante. L'abus d'isolants amiantés ou de bombes domestiques à gaz fluochlorés en était la preuve, dans un passé récent. Ces comportements répréhensibles, encore mis au compte de l'ignorance ou de la simple négligence, ne peuvent perdurer. En effet, l'explosion démographique et la mondialisation des échanges, facilitée par l'extraordinaire développement des voies et moyens de communication et d'information, doivent inciter à la plus grande prudence dans la vul-

garisation des retombées du progrès scientifique ainsi que dans l'élaboration et la mise en service des programmes de développement. Ainsi pourront être évités d'éventuels effets pervers, parfois retardés mais durables et même de portée planétaire. Dans cet esprit et au plan socio-sanitaire nous recommanderons :

- d'évaluer la situation avant, pendant et après la mise en service d'un aménagement ;
- de considérer l'état nutritionnel et la santé des populations concernées comme objectif prioritaire de tout aménagement ;
- d'inclure dans les « populations concernées » tous les groupes humains vivant dans ou à proximité de la zone aménagée, quelles que soient leurs activités, même si elles sont marginales par rapport à l'aménagement ;
- de faire une évaluation objective, impliquant une approche pluridisciplinaire et non strictement sanitaire. En effet, une étude approfondie, aussi large que possible, par des spécialistes compétents du milieu humain, biologique et physique ainsi que le suivi de son évolution sont indispensables ;
- de faire enfin des propositions d'action socio-sanitaire et nutritionnelle, de nature préventive et éventuellement curative, afin de mettre en place une vraie politique socio-économique, réaliste et efficace, permettant d'atteindre l'objectif prévu.

C'est à ce prix que le progrès avec l'amélioration des conditions de vie qu'il doit promouvoir pour tous, permettra d'éviter le chaos et donnera à l'humanité une chance raisonnable de survie.

## Résumés

---

Oumar Talla Diaw, Georges Vassiliades, Moussa Seye, Yemou Sarr : « Evolution de la situation malacologique et helminthologique en fonction des modifications de l'environnement. L'exemple du périmètre irrigué de Diomandou »

Les schistosomiasés sont actuellement absentes du périmètre irrigué MO 6bis (moyenne vallée du fleuve Sénégal). Les hôtes intermédiaires (*Biomphalaria* et *Bulinus*) n'ont pas été, pour l'instant tout au moins, rencontrés dans la zone aménagée.

Les analyses coprologiques effectuées sur bovins à proximité du périmètre, ont montré que 40% d'entre eux étaient atteints de strongyloses alors que les trématodoses sont absentes.

**Mots clés** : Aménagements hydro-agricoles — Bilharzioses — Parasitoses animales — *Biomphalaria* — *Bulinus* — Vallée du fleuve Sénégal — Sénégal — Afrique.

Oumar Talla Diaw, Georges Vassiliades, Moussa Seye, Yemou Sarr : « Les mollusques hôtes intermédiaires des trématodoses humaines et animales. Distribution et variation de densité dans les différents systèmes épidémiologiques de Richard-Toll »

A Richard-Toll le réseau hydrographique est très dense. Il est constitué par le Fleuve Sénégal, le marigot Taouey, le canal de la Taouey ainsi que par les nombreux canaux d'irrigation et drains utilisés pour la culture de la canne à sucre par la Compagnie sucrière sénégalaise (CSS).

Des enquêtes malacologiques ont eu lieu dans ces différents systèmes épidémiologiques aquatiques. Elles ont été réalisées en mars, juillet et décembre 1990 ainsi qu'en mai et juillet 1991. Elles ont montré que *Biomphalaria pfeifferi*, *Lymnaea natalensis* et *Bulinus truncatus* représentaient respectivement 69%, 20% et 10% de la population totale des mollusques récoltés. Les autres espèces de bulins (*B. forskalii*, *B. globosus* et *B. senegalensis*) sont plus rares et en petit nombre (1% de la population). Ce sont les canaux de la CSS qui hébergent la plus grande partie des mollusques (73%). Des fluctuations saisonnières d'abondance ont été observées. C'est en mai et juillet que les mollusques sont plus nombreux (respective-

ment 24% et 42% de la population), alors qu'ils sont peu abondants en décembre (2%). *Biomphalaria pfeifferi* est la seule espèce infestée par *S. mansoni*. Le taux d'infestation globale de cette espèce dépend du système épidémiologique et varie suivant la période de l'année.

La présence en abondance de mollusques hôtes potentiels de trématodoses humaines et animales, dans l'ensemble du réseau hydrographique, constitue un risque épidémiologique important. Une surveillance malacologique continue, au niveau de Richard-Toll et de l'ensemble du Delta doit être envisagée.

**Mots clés** : Mollusques — Systèmes épidémiologiques — Bilharziose — Transmission — Infestation — Richard-Toll — Delta du Fleuve Sénégal — Sénégal — Afrique.

Jean-Marc Duplantier : « Les petits rongeurs indicateurs des modifications du climat, des milieux et des pratiques agricoles dans la vallée du fleuve Sénégal »

Dans la vallée du fleuve Sénégal la sécheresse et la déforestation ont entraîné simultanément la disparition d'une espèce de rongeur et l'apparition de trois autres espèces. *A contrario*, l'irrigation est à l'origine de l'extension de l'aire de répartition d'une espèce et surtout de l'augmentation de l'abondance des populations de rongeurs. Il en résulte une augmentation des risques de pullulation et donc des dégâts dans les cultures et dans les stocks. L'augmentation de la diversité spécifique a pour conséquence la mise en contact d'espèces autrefois séparées. Ce phénomène peut, en matière de santé publique, être à l'origine de la constitution de « couples d'espèces à risque » en ce qui concerne les maladies dont les rongeurs sont réservoirs.

**Mots clés** : Sécheresse — Aménagements hydro-agricoles — Rongeurs — Dégâts des cultures — Santé — Fleuve Sénégal — Sénégal — Afrique.

Jean-Christophe Ernould, Khalilou Ba : « Épidémiologie des bilharzioses humaines. Évolution récente dans le bas delta du Sénégal »

La cartographie des aires de répartition de *Schistosoma haematobium* et de *Schistosoma mansoni* dans le delta du fleuve Sénégal a montré que seuls les villages dépendant des zones d'aménagements hydro-agricoles sont touchés par l'endémic

bilharzienne. On constate en fait une double extension des bilharzioses : en amont pour *Schistosoma haematobium* (connu jusqu'à présent dans le delta, uniquement de son foyer historique de Lampsar) et en aval pour *Schistosoma mansoni* (donc à partir du foyer de Richard-Toll), définissant une aire de chevauchement des deux schistosomoses. Les trois villages étudiés, car représentatifs des trois situations possibles (*Schistosoma mansoni* seul, *Schistosoma haematobium* seul, *Schistosoma haematobium* et *Schistosoma mansoni* associés), sont tous caractérisés par de fortes prévalences, des charges parasitaires élevées et une notion d'exposition récente. L'étude de la dynamique des populations de *Biomphalaria pfeifferi* montre que cette espèce se maintient toute l'année, dans les différents biotopes prospectés (marigot, canaux de drainage et d'irrigation). La transmission de *Schistosoma haematobium* est assurée à la fois par *Bulinus globosus* et par *Biomphalaria truncatus*.

**Mots clés** : Aménagements hydro-agricoles — Bilharzioses humaines — *Bulinus* — *Biomphalaria* — Épidémiologie — Delta du fleuve Sénégal — Sénégal — Afrique.

Ousmane Faye, Oumar Gaye, Didier Fontenille, Georges Hébrard, Lassana Konate, Jean-François Molez, Jean-Pierre Hervé, Moussa Diagne, Samba Diallo, Jean Mouchet : « Aménagements hydro-agricoles et paludisme. Le périmètre irrigué de Diomandou »

Quelques aspects épidémiologiques du paludisme dans des villages de la moyenne vallée du fleuve Sénégal ont été comparés avant et après l'aménagement de périmètres rizicoles irrigués. La riziculture irriguée a entraîné une pullulation de moustiques dont les vecteurs du paludisme, sans augmentation de la transmission et de l'incidence du paludisme. Dans la zone d'étude, les populations d'*An. gambiae* s.l. manifestent une nette tendance à la zoophilie du fait de l'accès difficile aux hôtes humains qui dorment sous la protection de moustiquaires. L'irrigation n'est pas un facteur d'aggravation de la situation du paludisme dans cette zone sahélienne de la vallée du fleuve Sénégal.

**Mots clés** : Paludisme — *An. gambiae* s.l. — Riziculture — Moyenne vallée — Fleuve Sénégal — Sénégal — Afrique.

Ousmane Faye, Oumar Gaye, Jean-François Molez, Didier Fontenille, Lassana Konate, Georges Hébrard, Jean-Pierre Hervé, Moussa Diagne, Ngayo Sy, Samba Diallo, Jean Mouchet : « Aménagements hydro-agricoles et paludisme. Etude comparative d'une zone rizicole et d'une zone de culture pluviale traditionnelle »

La transmission du paludisme dans le delta du fleuve Sénégal a été étudiée dans trois villages, deux villages de riziculture irriguée dont un d'aménagement récent et un village de culture pluviale traditionnelle. La riziculture irriguée a entraîné une pullulation de moustiques et principalement d'*Anopheles pharoensis*. La densité de ses populations est très importante et liée aux cycles des cultures dans la zone rizicole, son indice d'anthropophilie est élevé mais la longévité des femelles est très faible. *An. gambiae* s.l. vecteur majeur du paludisme au Sénégal est, dans le delta, remplacé par *An. pharoensis*, vecteur secondaire dont l'aptitude à assurer une bonne transmission n'est pas prouvée. La riziculture irriguée n'a pas entraîné une augmentation de la transmission du paludisme.

**Mots clés** : Paludisme — *An. gambiae* s.l. — *Anopheles pharoensis* — Riziculture — Delta du Fleuve — Sénégal.

Pascal Handschumacher, Oumar Sall : « Mobilité spatiale et gestion de l'environnement par les populations de la rive gauche du fleuve dans le contexte de l'après barrage. De la gestion à la maîtrise de l'eau à Diomandou (périmètre MO 6 bis) »

Le périmètre, installé dans des cuvettes antérieurement cultivées en décrue, est exploité par les habitants de trois villages toucouleurs et de deux communautés agro-pastorales « peules ». Son exploitation a entraîné, pour les populations, une modification des techniques culturales, une insertion dans des circuits de commercialisation ainsi qu'une modification des habitudes. Cependant les structures sociales et spatiales antérieures à 1989 restent sous jacentes à la nouvelle organisation. Autrement dit les évolutions sociales se font très lentement. Il est par contre apparu qu'à la notion de risque climatique (sécheresse), s'est substituée celle de risque économique inhérent à l'intégration dans des circuits que le producteur ne maîtrise pas.

**Mots clés** : Aménagements hydro-agricoles — Comportement des populations — Espace — Environnement — Vallée du fleuve Sénégal — Sénégal — Afrique.

Pascal Handschumacher, Idrissa Talla, Georges Hébrard, Jean-Pierre Hervé : « D'une urgence en santé publique à une géographie de la santé à Richard-Toll »

Richard-Toll, installée à l'entrée du Delta sur la rive gauche du fleuve Sénégal, est une ville de plantation de canne à sucre en pleine expansion. L'épidémie de bilharziose intestinale qui y a éclaté en 1988 a simultanément surpris les experts en santé publique et confirmé les visions pessimistes de certaines études d'impact préliminaires. Elle a surpris les spécialistes qui ont effectué les études prévisionnelles quant aux répercussions sanitaires de la mise en eau de deux grands barrages sur le fleuve Sénégal, car cette pathologie était inconnue de la bande sahélienne. En effet, elle nécessite pour se développer des conditions écologiques généralement seulement présentes au sud de la bande soudanienne en Afrique de l'Ouest. Elle a confirmé les prédictions pessimistes car les déstabilisations induites par les grands barrages, en modifiant les environnements de la vallée, présentaient potentiellement le risque de favoriser les maladies liées à l'eau. La modification des conditions hydrologiques, en favorisant l'apparition puis le développement de *Biomphalaria pfefferi*, hôte intermédiaire de cette trématodose, est considérée comme le déclencheur de cette épidémie. Mais la localisation du foyer sur le site de Richard-Toll est imputable aux conditions préexistantes qui font de cette ville le lieu de tous les risques. En effet, la culture de la canne à sucre démarrée en 1971 a façonné un environnement unique à l'échelle de la vallée. Canaux d'irrigation profonds contrairement à ceux que nécessite la riziculture, culture étalée sur 8 mois, afflux de population qui en période de sécheresse est à la recherche de moyens de survie, explosion urbaine et lacune en équipements sanitaires caractérisent cet environnement instable. Des études menées dans des contextes similaires (villes minières ou de plantation en Amérique du Sud, épidémie de bilharziose intestinale dans la vallée du Nil) ont presque toutes mis l'accent sur ces pressions humaines en un lieu donné, sur les phénomènes migratoires intenses, ainsi que sur les insuffisances des équipements sanitaires. Ce même constat s'impose si l'on resitue la ville de Richard-Toll dans son contexte régional. Mais peut-on pour autant affirmer qu'il y a un lien de cause à effet automatique

entre la pression humaine dans la ville, les niveaux d'équipement et l'importance de la bilharziose intestinale que l'on peut évaluer par le biais des prévalences ou des charges parasitaires ? Une approche à l'échelle des îlots met en évidence une opposition très nette entre les anciens villages phagocytés par l'extension urbaine et les zones de peuplement récent, entre les centres et les marges. Mais cette dichotomie ne se traduit pas par un risque accru pour les quartiers que l'on pourrait qualifier de manière un peu succincte de pauvre. Au contraire, les faibles densités des marges de peuplement semblent compenser les lacunes en matière de recours à l'eau potable, montrant que le risque bilharzien, par nature multifactoriel, met en relief selon les spécificités de chaque environnement, des paramètres divers et parfois contradictoires. En nous imposant de resituer les faits de santé dans leur environnement et ce à l'échelle la plus fine, l'épidémie de bilharziose intestinale, fait médical, met en relief les spécificités des lieux, fondement même d'une géographie de la santé à Richard-Toll.

**Mots clés** : Aménagements hydro-agricoles — Urbanisation — Densités de population — Niveaux d'équipement — Bilharziose intestinale — Echelles d'analyse — Vallée du fleuve Sénégal — Sénégal — Afrique

Jean-Pierre Hervé, Jacques Brengues, Pascal Handschumacher, Georges Hébrard : « Aménagements hydro-agricoles et santé au Sénégal. Présentation du programme : eau et santé dans la vallée du fleuve »

Les aménagements de la vallée du fleuve Sénégal, avec la construction des barrages de Manantali, en amont, et de Diama, en aval, suivie de nombreux projets de mise en valeur, ont profondément modifié le paysage sahélien originel, avec un changement de la gestion des ressources hydriques. Le programme « Eau et Santé » s'est fixé comme objectif d'étudier les situations épidémiologiques nouvelles qui en résultent et de suivre leur évolution afin de mettre en place de nouvelles méthodes de prévention et de lutte susceptibles de résoudre les problèmes posés par ces situations nouvelles. Les études sur le terrain ont intéressé la moyenne et la basse vallée du fleuve qui ont, de tout temps, concentré la population et l'activité agricole. Elles se sont déroulées dans trois zones : a) le

périmètre irrigué à usage rizicole MO 6bis, situé près de Podor (moyenne vallée); b) la zone sucrière irriguée de Richard-Toll, située dans la basse vallée du fleuve; c) le delta du fleuve Sénégal.

**Mots clés** : Aménagements hydro-agricoles — Santé — Fleuve Sénégal — Sénégal — Afrique.

Jean Mouchet : « L'homme, enfant terrible de l'évolution »

L'homme s'est, au cours des siècles, affranchi peu à peu des barrières écologiques naturelles. Il a obtenu ce résultat par un modelage de son environnement. Le processus, lent pendant 10 000 ans, a pris de nouvelles dimensions depuis un demi-siècle grâce au développement technologique et en réponse à la pression démographique.

Dans le cadre de cette évolution planétaire, les maladies liées à l'environnement, en particulier celles transmises par les vecteurs, se resituent dans un cadre renouvelé par les activités humaines. Dans ces conditions, les connaissances actuelles permettent difficilement de pronostiquer le risque que peut faire courir un projet d'aménagement. Il y a urgence à développer les travaux de terrain qui prennent en compte les variations anthropiques et climatiques pour être en mesure de proposer des mesures efficaces au moment même de la mise en œuvre des projets de développement.

**Mots clés** : Homme — Environnement — Ecologie — Santé — Développement.

Oumar Ndir, Samba Diallo, Oumar Gaye, Ousmane Faye, Issa Bella Bah, Yemou Dieng, Thérèse Dieng : « Bilharzioses et parasitoses intestinales. Etude de la prévalence dans le périmètre de Diomandou »

Près de 1 500 personnes résidant dans les villages rattachés au périmètre irrigué MO 6bis (périmètre de Diomandou, département de Podor) ont fait l'objet de prélèvements d'urine et/ou de selle afin de déterminer la prévalence de la bilharziose urinaire, de la bilharziose intestinale ainsi que des autres parasitoses entériques.

Chez les riverains du périmètre, 1 295 urines ont été examinées, parmi lesquelles sept contenaient des œufs viables de *Schistosoma haematobium*, ce qui représente un taux de pré-

valence de 0,5%. L'enquête épidémiologique a montré qu'il s'agissait de cas importés. Les examens de selles ont concerné 1 181 sujets. 316 d'entre eux (soit plus de 26% des personnes examinées) hébergeaient un ou plusieurs parasites intestinaux. Un seul éliminait des œufs de *S. mansoni*, ce qui correspond à un indice d'infestation de 0,1%. Il s'agissait là aussi d'un individu dont la contamination avait eu lieu en dehors de la zone d'étude. *Escherichia coli* est le parasite entérique le plus répandu avec 17,2% de porteurs de kystes. Les autres espèces rencontrées, à savoir *Hymenolepis nana*, *Strongyloides stercoralis*, *Ascaris lumbricoïdes* et *Trichiuris trichiura* sont rares et ne concernent qu'un peu moins de 2% des sujets examinés. Ces résultats démontrent l'absence, pour l'instant tout au moins, de foyers de transmission des bilharzioses dans les villages du périmètre de Diomandou. Le risque d'apparition de ces maladies est cependant important et dépend à la fois de l'évolution des infrastructures et de l'éventuelle apparition d'hôtes intermédiaires encore absent du réseau hydrographique de ce périmètre mis en place récemment.

**Mots clés** : Aménagements hydro-agricoles — Bilharzioses — Parasitoses intestinales — Vallée du fleuve Sénégal — Sénégal — Afrique.

Oumar Ndir, Samba Diallo, Oumar Gaye, Ousmane Faye, Issa Bella Bah, Yemou Dieng, Thérèse Dieng : « Bilharzioses et parasitoses intestinales. Etude de la prévalence dans la zone de Richard-Toll »

Près de 1 300 personnes résidant dans la commune de Richard-Toll et dans les villages voisins ont fait l'objet de prélèvements d'urine et/ou de selle afin de déterminer la prévalence de la bilharziose urinaire, de la bilharziose intestinale ainsi que des autres parasitoses entériques.

A Richard-Toll, un seul cas de bilharziose urinaire a été dépisté sur 1 032 sujets examinés, ce qui correspond à un indice d'infestation de 0,1%.

Les examens de selles ont été effectués chez 1 260 sujets. Ils montrent que 41,8% d'entre eux sont porteurs de *Schistosoma mansoni*. En outre 10,3% des sujets examinés sont porteurs de kystes d'*Escherichia coli*.

Le taux de prévalence des individus infesté par *Hymenolepis*

*nana* est voisin de 1,5%. Ces mêmes taux se sont révélés très faibles, se situant dans tous les cas au-dessous de 1%, dans le cas de *Strongyloides stercoralis*, d'*Ascaris lumbricoïdes* et de *Trichiuris trichiura*. Ces résultats plaident en faveur d'une origine non autochtone des cas observés.

L'épidémie de bilharziose intestinale de Richard-Toll est exceptionnelle à la fois par son ampleur et sa soudaineté. Elle nécessite un traitement rapide des malades par le praziquantel ainsi que la mise en place de moyens de lutte contre les mollusques, hôtes intermédiaires. Des mesures pour améliorer les conditions d'hygiène et de salubrité de l'environnement sont également à envisager.

**Mots clés :** Aménagements hydro-agricoles — Bilharzioses — Parasitoses intestinales — Richard-Toll Delta du fleuve Sénégal — Sénégal — Afrique.

Aminata Niang, Pascal Handschumacher : « Évolution spatiale et temporelle de la desserte médicale et du recours aux soins de santé primaires. L'arrondissement de Ross-Béthio en 1983, 1988 et 1992 »

L'étude de l'évolution spatiale et temporelle de la desserte médicale et du recours aux soins de Santé Primaires dans l'arrondissement de Ross-Béthio fait apparaître des discontinuités importantes entre les périodes étudiées (1983, 1988 et 1992) : a) La desserte médicale a connu une amélioration quantitative et qualitative. b) L'exploitation des registres de consultation des postes de santé montre que le recours aux soins a considérablement augmenté passant de 70% en 1983 à 83% en 1992.

Cependant, le recours aux soins présente des disparités spatiales créées autant par la distribution des structures de soins que par les comportements thérapeutiques des populations. L'application de l'Initiative de Bamako a également contribué à accentuer ces disparités spatiales en instaurant des différences dans les coûts de soins des postes de santé.

**Mots clés :** Aménagements hydro-agricoles — Desserte médicale — Recours aux Soins de Santé Primaires — Politique de santé — Ross-Béthio — Delta du fleuve Sénégal — Sénégal — Afrique.

Lucie Robidoux, Elodie Ghedin, Pascal Handschumacher, Georges Hébrard, Jean-Pierre Schmit : « Qualité de l'eau de consommation dans les périmètres irrigués de Diomandou et de Nianga. Influence de la source d'approvisionnement »

Dans le cadre du programme de valorisation agricole de la vallée du fleuve Sénégal, des périmètres irrigués ont été aménagés dans des zones villageoises. En plus de l'aménagement de canaux d'irrigation, mais entrant comme but secondaire dans le processus de développement de la région, l'approvisionnement en eau de consommation a été modernisé par le forage de puits, la construction de margelles en ciment et l'installation de pompes. Cette étude compare la qualité de l'eau de consommation des puits traditionnels non améliorés et des puits modernes ou modernisés dans deux zones villageoises. Des échantillons d'eau, prélevés à trois périodes de l'année aux mêmes points d'eau ont été soumis à une série de tests. L'eau étant un vecteur courant de nombreuses maladies infectieuses, l'accent a été mis sur une évaluation quantitative d'organismes fécaux (coliformes et streptocoques fécaux), indicateurs d'une pollution humaine et animale. La détermination de certains paramètres physico-chimiques et de composés inorganiques viennent compléter une évaluation générale de la qualité. Les résultats indiquent que les puits modernes subissent une forte contamination humaine et/ou animale, comparable à la contamination observée aux sites non améliorés. La modernisation des points d'eau ne suffit pas toujours à l'amélioration de la qualité. Les utilisateurs exercent sur la qualité de l'eau de consommation une forte influence. L'éducation des habitants quant aux effets de leurs actions sur leurs sources d'approvisionnement est une étape à ne pas négliger dans le processus de modernisation et d'amélioration de l'approvisionnement en eau de qualité.

**Mots clés :** Aménagements — Eau de consommation — Santé — Comportement des populations — Vallée du fleuve Sénégal — Sénégal — Afrique.

Lucie Robidoux, Elodie Ghedin, Pascal Handschumacher, Georges Hébrard, Jean-Pierre Schmit : « La qualité de l'eau de boisson à Richard-Toll. Influence du comportement de l'utilisateur »

La ville de Richard-Toll offre sept types de points d'eau à sa

population, allant du site ouvert non aménagé (fleuve) aux bornes offrant de l'eau canalisée. Les usagers y gèrent eux-mêmes leur réserve d'eau quotidienne. Pour évaluer l'effet du site d'approvisionnement et du comportement de l'utilisateur sur la qualité de l'eau consommée, l'eau de 14 sites, représentant les sept types de points d'eau présents dans la ville, a été échantillonnée. De plus, quatre usagers ont été associés à chaque point d'eau, et leur eau a été analysée à domicile à trois reprises, soit après entreposage de moins d'une heure, de 8 heures et de 24 heures. Les analyses ont permis de déterminer la qualité bactériologique de l'eau (coliformes fécaux), qui s'est avérée être excellente (0-10 UGC par 100 ml) à 4 des 14 points d'eau, et mauvaise (101-500 UGC par 100 ml) ou très mauvaise (>500 UGC par 100 ml) dans les autres cas. Après entreposage de moins d'une heure, l'eau à l'origine excellente a vu sa qualité se dégrader chez la moitié (8 des 16) des usagers, alors que l'eau de mauvaise et de très mauvaise qualité s'est améliorée chez 19 des 39 usagers. Durant l'entreposage quotidien normal de 24 heures, l'eau à l'origine d'excellente qualité s'est dégradée dans 14 des 16 cas, alors que l'eau à l'origine mauvaise ou très mauvaise, s'est améliorée de façon permanente dans 14 des 35 cas. La chloration de l'eau à domicile explique certaines améliorations (5 des 14 cas). Ces résultats démontrent que si la qualité dépend au départ du site d'approvisionnement, l'utilisateur est en mesure de l'affecter de façon positive ou négative, et ce indépendamment de la situation de départ.

**Mots clés** : Eau de consommation — Santé — Comportement des populations — Richard-Toll — Vallée du fleuve Sénégal — Sénégal — Afrique.

Mariama Sene, Bruno Godeluck, Jean-François Trape, Jean-Marc Duplantier : « Implications des rongeurs dans les problèmes de santé. L'exemple de la borréliose et de la bilharziose intestinale à Richard-Toll »

Le rôle des rongeurs comme réservoir de *Schistosoma mansoni* reste à Richard-Toll un problème particulièrement important, dans une optique d'élimination des foyers. Deux espèces sont impliquées, *Arvicanthis niloticus* et *Mastomys*

*huberti*, cependant il apparaît que la contamination des rongeurs reste secondaire à l'épidémie humaine.

Sur les huit espèces de rongeurs réservoirs de la borréliose au Sénégal, trois sont touchées par cette endémie à Richard-Toll.

**Mots clés** : Bilharziose — Borreliose — Rongeurs — Richard-Toll — Vallée du fleuve Sénégal — Sénégal — Afrique.

Kirsten Simondon-Bork, Eric Bénéfice, Marie Sy-Ndiaye : « Évolution de la situation nutritionnelle et alimentaire dans les villages du périmètre MO 6bis »

Suite aux aménagements hydro-agricoles, les habitudes alimentaires de la vallée rejoignent celles de l'ensemble du Sénégal, le riz devenant la principale céréale consommée. Du point de vue alimentaire, le bénéfice du périmètre est actuellement discutable : d'un côté, il y a amélioration des ressources en grain et stabilisation des ressources alimentaires, de l'autre, il apparaît, par comparaison avec la situation dans la vallée il y a 35 ans, que les gains nutritionnels sont faibles et que l'on n'observe aucune différence dans les taux de malnutrition des enfants en âge préscolaire.

**Mots clés** : Aménagements hydro-agricoles — Nutrition — Alimentation — Vallée du fleuve Sénégal — Sénégal — Afrique.

## Liste des auteurs

Khalilou **Ba**, Orstom, Laboratoire Orstom de zoologie médicale, Institut Pasteur, BP 220, Dakar, Sénégal.

Issa Bella **Bah**, Ucad, Service de parasitologie, Faculté de médecine et de pharmacie, Université Cheick Anta Diop, Dakar, Sénégal.

Eric **Bénéfice**, Orstom, Laboratoire de nutrition tropicale, Orstom - Montpellier, BP 5045, 34 032 Montpellier cdx 1, France, Eric.Benefice@mpl.orstom.fr.

Jacques **Brengues**, Orstom, Laboratoire d'épidémiologie des maladies à vecteurs, Orstom, BP 5045, 34 032 Montpellier cdx 1, France.

Moussa **Diagne**, SLAP, Service de lutte antiparasitaire, Thies, Sénégal.

Samba **Diallo**, Ucad, Service de parasitologie, Faculté de médecine et de pharmacie, Université Cheick Anta Diop, Dakar, Sénégal.

Oumar Talla **Diaw**, Isra, Département de recherches sur les productions et la santé animales, Laboratoire national de l'élevage et de recherches vétérinaires, Institut sénégalais de recherches agricoles, BP 2057, Dakar, Sénégal.

Yemou **Dieng**, Ucad, Service de parasitologie, Faculté de médecine et de pharmacie, Université Cheick Anta Diop, Dakar, Sénégal.

Thérèse **Dieng**, Ucad, Service de parasitologie, Faculté de médecine et de pharmacie, Université Cheick Anta Diop, Dakar, Sénégal.

Jean-Marc **Duplantier**, Orstom, RAMSE, BP 434, Antananarivo 101, Madagascar, duplantier@ramse.orstom.mg.

Jean-Christophe **Ernould**, Orstom, Centre de recherche sur les méningites et les schistosomiasés, Laboratoire des schistosomiasés, Orstom-CERMES, BP 10887, Niamey, Niger, ernould@niamey.orstom.ne

Ousmane **Faye**, Ucad, Laboratoire d'écologie vectorielle, Département de biologie animale, Faculté des sciences et techniques, Université Cheick Anta Diop, Dakar, Sénégal, osmfaye@ucad.refer.sn.

Ousmane **Faye**, Ucad, Service de parasitologie, Faculté de médecine et de pharmacie, Université Cheick Anta Diop, Dakar, Sénégal.

Didier **Fontenille**, Orstom, Laboratoire Orstom de zoologie médicale, Institut Pasteur, BP 220, Dakar, Sénégal, Didier.Fontenille@orstom.sn.

Bruno **Godeluck**, Orstom, Laboratoire de paludologie, Orstom, BP 1386, Dakar, Sénégal.

Oumar **Gaye**, Ucad, Service de parasitologie, Faculté de médecine et de pharmacie, Université Cheick Anta Diop, Dakar, Sénégal.

Elodie **Ghedin**, Uqam, Département de chimie et Geotop, Laboratoire d'analyse environnementale, Université du Québec à Montréal, Case Postale 8888, succursale A, Montréal (Québec), Canada H3C 3P8, R33524@uqam.ca.

Arona **Gueye**, Isra, Laboratoire national d'étude et de recherche vétérinaire, Institut sénégalais de recherche agromomique, BP 2057, Dakar, Sénégal.

Pascal **Handschumacher**, Orstom, RAMSE, BP 434, Antananarivo 101, Madagascar, handschumacher@ramse.orstom.mg..

Georges **Hébrard**, Orstom, RAMSE, BP 434, Antananarivo 101, Madagascar.

Jean-Pierre **Hervé**, Orstom, Laboratoire d'épidémiologie des maladies à vecteurs, Orstom-Montpellier, BP 5045, 34032 Montpellier cdx 1, France, Jean-Pierre.Herve@mpl.orstom.fr.

Lassana **Konate**, Ucad, Laboratoire d'écologie vectorielle, Département de biologie animale, Faculté des sciences et techniques, Université Cheick Anta Diop, Dakar, Sénégal.

Jean-François **Molez**, Orstom, Laboratoire de paludologie, Orstom, BP 1386, Dakar, Sénégal, Jean-Francois.molez@orstom.sn.

Jean **Mouchet**, Orstom, Orstom, 213 rue Lafayette, 75480 Paris Cedex 10, France.

Aminata **Niang**, Ucad, Orstom, BP 1386, Dakar, Sénégal.

Oumar **Ndir**, Ucad, Service de parasitologie, Faculté de médecine et de pharmacie, Université Cheick Anta Diop, Dakar, Sénégal.

Lucie **Robidoux**, Uqam, Département de chimie et Geotop, Laboratoire d'analyse environnementale, Université du

Québec à Montréal, Case Postale 8888, succursale A, Montréal (Québec), Canada H3C 3P8, R33524@uqam.ca.

Oumar **Sall**, orstom, Laboratoire de nutrition, Orstom, BP 1386, Dakar, Sénégal.

Yemou **Sarr**, Isra, Département de recherches sur les productions et la santé animales, Laboratoire national de l'élevage et de recherches vétérinaires, Institut sénégalais de recherches agricoles, BP 2057, Dakar, Sénégal.

Jean-Pierre **Schmit**, Uqam, Département de chimie et Geotop, Laboratoire d'analyse environnementale, Université du Québec à Montréal, Case Postale 8 888, succursale A, Montréal (Québec), Canada H3C 3P8, R33524@uqam.ca.

Mariama **Sene**, Ucad, Orstom, BP 1386, Dakar, Sénégal.

Moussa **Seye**, Isra, Département de recherches sur les productions et la santé animales, Laboratoire national de l'élevage et de recherches vétérinaires, Institut sénégalais de recherches agricoles, BP 2057, Dakar, Sénégal.

Kirsten **Simondon-Bork**, Orstom, Laboratoire de nutrition tropicale, Orstom, BP 5045, 34032 Montpellier cedex 1, France, Kirsten.Simondon@mpl.orstom.fr.

Ngayo **Sy**, Ucad, Laboratoire d'écologie vectorielle, Département de biologie animale, Faculté des sciences et techniques, Université Cheick Anta Diop, Dakar, Sénégal.

Marie **Sy-Ndiaye**, Orstom, Laboratoire de nutrition, Orstom, BP 1386, Dakar, Sénégal.

Idrissa **Talla**, MSP, Ministère de la Santé Publique, Dakar, Sénégal.

Jean-François **Trape**, Orstom, Laboratoire d'épidémiologie des maladies à vecteurs, Orstom, BP 5045, 34 032 Montpellier cedex 1, France, trape@mpl.orstom.fr.

Georges **Vassiliades**, Orstom, Département de recherches sur les productions et la santé animales, Laboratoire national de l'élevage et de recherches vétérinaires, Institut sénégalais de recherches agricoles, BP 2 057, Dakar, Sénégal.

*Achévé d'imprimer sur les presses de :*



**LAVAUZELLE GRAPHIC**

IMPRIMERIE A. BONTEMPS

87350 PANAZOL (FRANCE)

N° Imprimeur : 8046066-98

Dépôt légal : Mai 1998

---



Les aménagements à vocation hydro-agricole figurent parmi les principales actions de développement réalisées en région tropicale sèche. Le plus souvent, ils ont pour premier objectif la mise en place des cultures irriguées essentielles ou l'amélioration du rendement ; tel est le cas de la culture du riz ou de la canne à sucre en Afrique sahélienne.

La moyenne vallée et le delta du fleuve Sénégal ont fait l'objet d'aménagements de ce type. Par quelques exemples démonstratifs, on propose dans cet ouvrage une évaluation de leurs conséquences socio-sanitaires, dans l'optique d'une amélioration de l'état nutritionnel et des conditions sanitaires ainsi que, plus généralement, du bien-être des populations.

Les conclusions de ces évaluations pluridisciplinaires ne vont pas toujours dans le sens des résultats escomptés. Ce constat, plutôt inattendu, confirme la nécessité de prévoir ces évaluations socio-sanitaires, avant, pendant et après toute action de développement, notamment dans le domaine hydro-agricole et en zone tropicale.

Ces enquêtes visent, en proposant des solutions concrètes, à affiner éventuellement le projet initial d'un aménagement, afin d'optimiser son objectif économique en prenant en compte ses retombées socio-sanitaires.

**Orstom éditions**

213, rue La Fayette  
75480 Paris cedex 10

**Diffusion**

32, avenue Henri-Varagnat  
93143 Bondy cedex  
fax : 01 48 02 79 09

90 FF t.t.c.

ISSN : 0767-2896