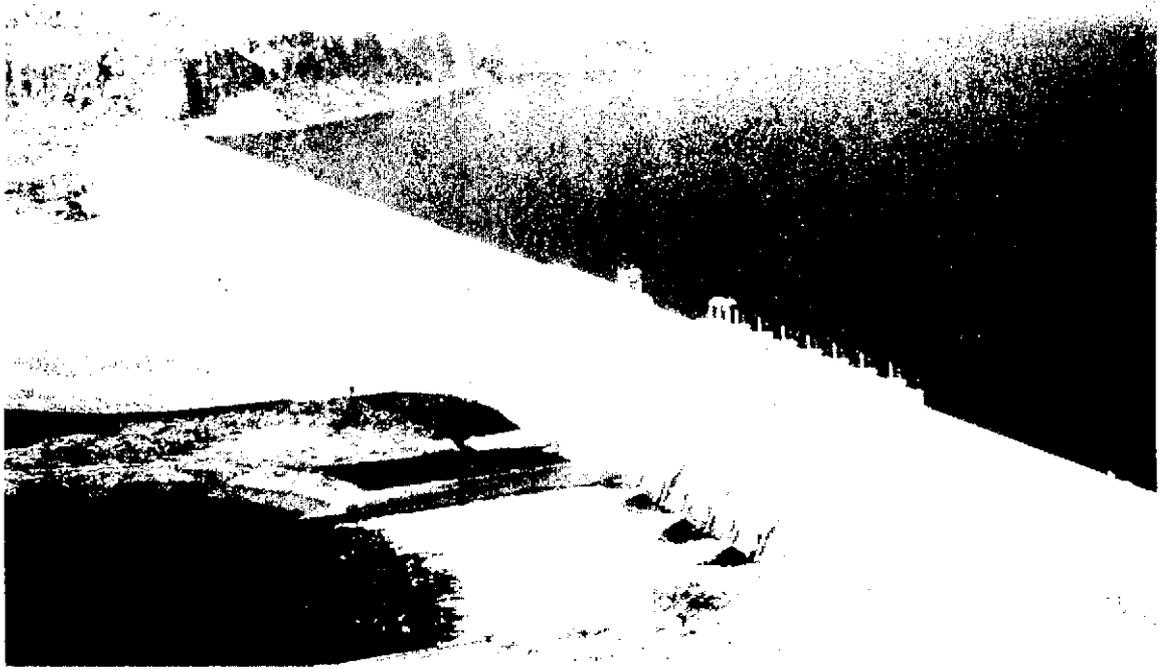


DDC (19).47

11559

BLUE NILE PUBLICATIONS SERIES

ON MEASURING HEALTH IMPACTS OF TROPICAL DEVELOPMENT PROJECTS

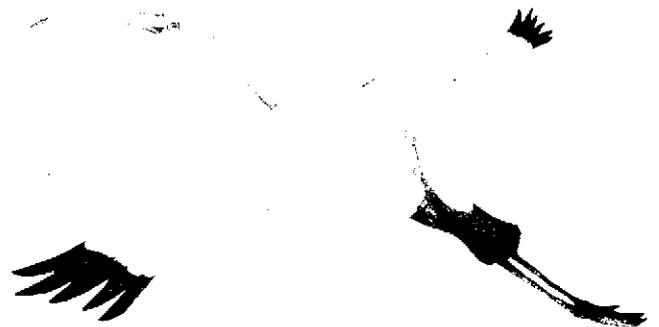


Le Barrage de Manantali sur la rivière Bafing dans l'Ouest du Mali

ANALYSE DE SANTÉ DU
PROJET ÉNERGIE DE MANANTALI DE
L'OMVS EN AFRIQUE DE L'OUEST



7 Mai 1997



BLUE NILE ASSOCIATES

Consultants on tropical diseases in water resource development projects

11559

ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DE LA VALLÉE DU
FLEUVE SENEGAL (OMVS) / BANQUE MONDIALE

DDC(19).47

**ÉVALUATION DES ESSAIS DE RECHERCHE
OPERATIONNELLE DE CONTROLE
DE LA BILHARZIOSE DU PROJET ÉNERGIE
DE MANANTALI (PEM) DE
L'OMVS EN AFRIQUE DE L'OUEST**



**RAPPORT FINAL
7 MAI 1997**

Blue Nile Associates P.O. Box 218 Meeker, Colorado U.S. of America

**ÉVALUATION DES ESSAIS DE RECHERCHE OPÉRATIONNELLE DE
CONTROLE DE LA BILHARZIOSE
DANS LE CADRE DU PROJET ÉNERGIE DE MANANTALI DE
L'OMVS EN AFRIQUE DE L'OUEST**

Dr. William Jobin, *Blue Nile Associates*, USA
Dr. Mbarack Diop, TROPICA SARL, Sénégal

RÉSUMÉ ET RECOMMANDATIONS

Les phases initiales de développement du bassin du fleuve Sénégal qui ont comporté une expansion agricole basée sur la construction de barrages à Fouta Djallon, Diama et Manantali ont été accompagnées d'effets écologiques, socio-économiques et sanitaires, compliqués et pour la plupart, négatifs (Fig. 1). La phase suivante – le Projet Énergie de Manantali (PEM) – offre la possibilité de commencer non seulement la production d'énergie électrique mais aussi de réduire certains de ces effets négatifs, particulièrement dans le domaine de la santé. Ce rapport donne une ébauche des solutions les plus soutenables et efficaces en terme de coûts, que le Projet Énergie de Manantali pourrait appliquer aux problèmes de santé qui affectent actuellement les populations qui vivent le long du fleuve Sénégal.

Quatre principales maladies d'origine hydrique affectent actuellement les populations de la Vallée du Fleuve Sénégal : la Bilharziose, les Maladies Diarrhéiques, la Malnutrition et le Paludisme. Le nombre de personnes décédées de ces quatre maladies dans la Vallée du Fleuve Sénégal en l'an 2010, est estimé à 8300 personnes par an.

Toutes ces quatre maladies sont extrêmement sensibles à une gestion améliorée de l'eau mais ne trouvent pas leur remède dans les méthodes conventionnelles employées dans le domaine de la santé. Ainsi, l'opération intégrée des trois barrages en coordination avec les intérêts de l'agriculture dans la vallée du fleuve est de loin, l'approche la plus effective et la plus soutenable pour réduire les effets sanitaires négatifs (Fig. 2).

Un investissement de 9 millions de dollars effectué dans un tel programme coordonné de gestion de l'eau, pourrait faire économiser 2,5 millions de dollars dans le domaine de la santé dans les trois États Membres de l'OMVS et empêcher la mort de 2500 personnes par an le long du fleuve Sénégal.

Pour sélectionner les méthodes les plus efficaces en termes de coûts et les plus soutenables qui seront employées dans un programme intégré, une analyse d'Évaluation des Risques Sanitaires détaillée a été réalisée sur plusieurs méthodes de contrôle de la Bilharziose y compris, l'évaluation de leurs effets sur les trois autres maladies et sur l'écologie générale.

A partir de l'analyse d'Évaluation des Risques Sanitaires et de l'examen des effets des mesures de contrôle proposées, sur les quatre principaux problèmes de santé dans la vallée du fleuve Sénégal, on a conclu que le Projet Énergie de Manantali devrait appuyer l'OMVS dans la réalisation d'un programme intégré et coordonné visant à :

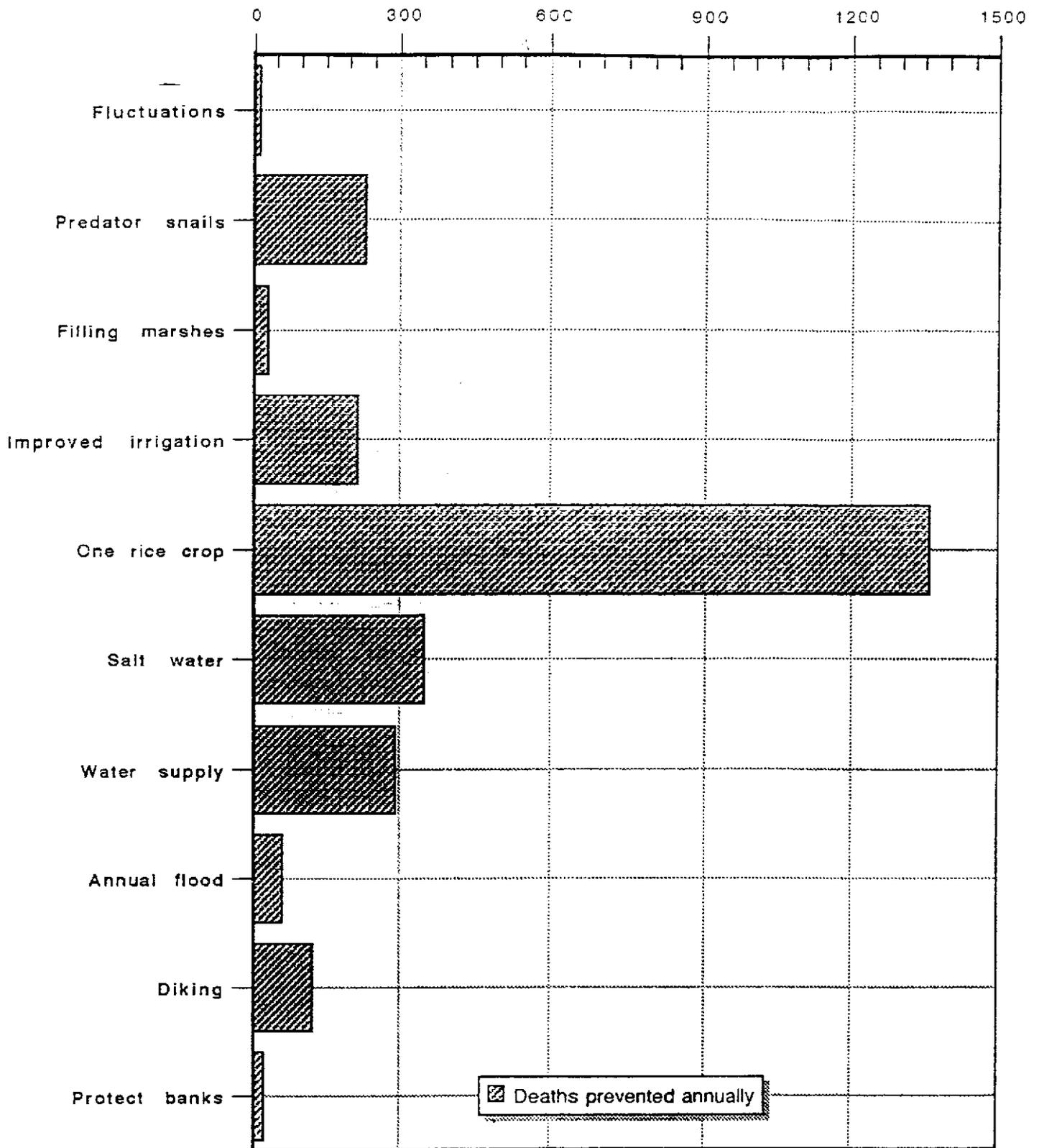
1. faire fluctuer les niveaux d'eau dans les deux réservoirs ;
2. utiliser les Mollusques prédateurs dans Le lac de Guiers ;
3. augmenter l'approvisionnement en eau des communautés vivant autour de Richard Toll ;
4. éliminer les habitats des mollusques le long du canal de la Taouey et
5. restaurer la crue annuelle dans la Moyenne-vallée.

Figure 1. Un site de transmission de la Bilharziose au niveau du canal principal de la Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS), à l'opposé de l'usine de sucre de la CSS

L'expansion de la CSS en 1986 a conduit à l'épidémie actuelle de Bilharziose autour de Richard Toll, l'une des plus grandes jamais enregistrées ; elle s'étend à travers le fleuve vers la Mauritanie et au Sud vers le Lac de Guiers. La combinaison d'un approvisionnement continu en eau sur toute l'année à partir du Barrage de Manantali, du réservoir de niveau constant situé derrière le barrage de Diama, de l'intense contact des travailleurs agricoles avec des canaux infestés de mollusques du site de la CSS et du manque d'approvisionnement sûr en eau et en hygiène dans les établissements humains de travailleurs créent les conditions d'émergence et d'expansion de cette fameuse épidémie.



Figure 2. Deaths prevented annually
for various possible options of Manantali Energy Project



Des analyses théoriques devraient aussi être initiées en relation avec les intérêts agricoles sur une politique de remplacement de la deuxième récolte de riz par la culture de la tomate ou de légumes, sur les pratiques d'irrigation et de drainage améliorées pour la canne à sucre et sur la restauration éventuelle des intrusions d'eau salée à Diama. La Bilharziose pourrait probablement être contrôlée en restaurant l'intrusion d'eau salée une fois tous les trois ans.

On devrait demander à la Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS) de fournir une assistance en ingénierie et de contribuer au financement du Projet Énergie de Manantali pour améliorer l'approvisionnement en eau et la santé autour de Richard Toll et éliminer les habitats de mollusques le long du canal de la Taouey. On devrait aussi leur demander d'étudier leurs pratiques d'irrigation et de drainage améliorées pour la canne à sucre pour réduire le contact des populations avec des eaux infestées de mollusques.

Les recommandations finales de cette analyse sont :

- 1. augmenter les composantes sanitaires du Projet Énergie de Manantali jusqu'au niveau de 9 millions de dollars du programme décrit dans le Scénario numéro quatre ;**
- 2. ne pas exécuter le programme d'un (1) million de dollars actuellement proposé par l'OMVS, il serait inefficace ;**
- 3. donner une haute priorité à l'introduction de Mollusques prédateurs dans le Lac de Guiers pour le contrôle de la Bilharziose ;**
- 4. mener un seul épisode d'intrusion d'eau salée à Diama pendant la phase réalisation du Projet Énergie de Manantali comme un moyen rapide d'empêcher l'expansion de l'épidémie de Bilharziose.**



TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ

Table des matières

Chapitre Un

Arrière plan

- A. Santé et Développement le long du fleuve Sénégal
- B. L'épidémie de Bilharziose actuelle
- C. L'histoire récente de l'engagement de la Banque Mondiale dans la Santé
- D. Activités des autres Institutions
- E. Termes de référence de l'étude

Chapitre Deux

Thèmes principaux

- A. Approche intégrée de la Santé et du Développement
- B. La crise actuelle de Bilharziose
- C. Nécessité d'études détaillées des projets
- D. Les besoins en gestion, en évaluation et en expansion
- E. Nécessité d'un programme de 4 ans

Chapitre Trois

Essais de recherche opérationnelle

- A. Trois approches
- B. Gamme des essais de recherche opérationnelle potentiels

Chapitre Quatre

Estimation du budget

- A. Coûts de construction
- B. Coût de la gestion des essais de recherche opérationnelle

Chapitre Cinq

Comparaison des propositions initiales

- A. Coûts du contrôle de la Bilharziose au Soudan
- B. Coûts des essais de recherche opérationnelle au Sénégal
- C. Évaluation des Risques Sanitaires
- D. Quatre scénario
- E. Coûts
- F. Bénéfices

Chapitre Six

Conclusions et recommandations

- A. Conclusions : évaluation des coûts et bénéfices des quatre scénarios
- B. Cinq recommandations finales

CHAPITRE I

ARRIÈRE – PLAN

Ce chapitre passe en revue plusieurs rapports importants sur la santé qui ont été demandés par l'OMVS et la Banque Mondiale. Il synthétise également l'information récente sur les épidémies de Bilharziose dans le Bassin ainsi qu'il présente l'élaboration des Termes de Référence pour la conception de ce Programme de Santé pour une Recherche Opérationnelle en matière de Contrôle de la Bilharziose.

La construction des barrages de Diama, Manantali et Fom-Gleita a permis aux populations du Bassin du Fleuve Sénégal d'augmenter leur production. C'est le plus grand effet bénéfique tiré des activités de l'OMVS. Néanmoins, étant donné que les turbines de génération électrique sont en voie d'installation au barrage de Manantali, des ajustements doivent être effectués pour diminuer les effets négatifs en matière de Santé, de Nutrition et d'Écologie. Le besoin le plus urgent est le contrôle de l'épidémie de Bilharziose qui se répand dans presque toute la vallée.

A. Santé et Développement le long du fleuve Sénégal

Depuis la création de l'OMVS en 1972, la Banque Mondiale et les autres institutions partenaires ont eu un intérêt considérable pour les impacts potentiels sur la Santé des programmes de développement des ressources en eau dans le Bassin du Fleuve Sénégal. La première évaluation des impacts sanitaires dans le Bassin, fût faite en 1974 sous les auspices du nouveau Département de l'Environnement de la Banque et du Ministère du Plan de la Mauritanie (Jobin, Michelson et Negron, 1975). Les consultants en Santé ont eu pour tâche de procéder à l'évaluation des impacts potentiels du Projet d'Irrigation du Gorgol sur la Bilharziose et sur la transmission du paludisme et de recommander des changements dans sa conception et son opération de façon à éviter l'expansion des maladies. Les consultants prédirent les problèmes potentiels liés à la Bilharziose et recommandèrent les modifications appropriées.

Le Projet Gorgol était à l'origine très complexe dans sa conception avec deux réservoirs et une double culture de riz et de canne à sucre dans deux périmètres irrigués distincts. La conception du projet fût plusieurs fois modifiée et il vit le jour finalement en 1986. Fort heureusement, il y eut une réduction subséquente de la Bilharziose à Mbout près du réservoir de Fom-Gleita et une faible transmission de la Bilharziose dans les périmètres rizières (Diop et Jobin, 1994). Les modifications qui avaient été recommandées incluent les fluctuations des niveaux d'eau du réservoir et l'abandon de la double culture.

En 1978, avec l'appui de l'USAID, l'OMVS demanda une évaluation sanitaire et environnementale complète de tout son programme. Les consultants en Santé n'avaient alors proposé aucun changement dans la conception ou l'opération du programme. Malheureusement, l'évaluation sanitaire n'était que très peu précise en concluant qu'il n'y aurait pas de problèmes sanitaires significatifs autour des réservoirs et des systèmes d'irrigation (Gannett et al., 1978).

Récemment, l'OMVS établit un Plan Directeur de Santé qui évalua la situation sanitaire dans tout le Bassin du Fleuve Sénégal (Diop et Jobin, 1994). Cette étude sanitaire qui était

appuyée par l'USAID sous le Projet WASH a fourni une revue globale de la situation de la Santé et du Développement pour toutes les Maladies hydriques y compris la malnutrition.

Une équipe de 8 spécialistes internationaux en Santé appuyée par plusieurs experts locaux et une équipe de terrain a réalisé l'Étude de Santé de 1994 sur une période d'un an. Des investigations poussées de terrain, des sondages épidémiologiques et des reconnaissances des populations de moustiques et de mollusques ont été réalisés dans des sites choisis pour lever les incertitudes sur la transmission du Paludisme et de la Bilharziose. Une attention particulière y est accordée à l'Étude des populations malacologiques et à la transmission de la Bilharziose autour des trois réservoirs et des deux lacs.

Les experts locaux en Santé nous ont assisté dans les trois états-membres dans le cadre de Groupes Nationaux de Travail. Les Groupes Nationaux de Travail incluaient une trentaine d'experts nationaux en Santé qui ont maintenu des contacts réguliers avec le projet et ont également fourni des données complémentaires sur la transmission de la Bilharziose.

Un rapport préliminaire de l'Étude de 1994 fût présenté aux Groupes de Travail en Septembre 1994 à Saint-Louis, au Sénégal. L'OMVS et l'USAID étaient également représentées au séminaire qui a duré 3 jours. Des recommandations formelles avaient été développées durant la Réunion de Revue Finale et prises en compte dans la version finale du rapport publié en Décembre 1994. L'Étude de Santé a été acceptée et formellement approuvée par l'OMVS au début de l'année 1995.

Le rapport de 1994, étant donné qu'il offrait une revue complète des opinions les plus performantes en matière de Santé et Développement pour le Bassin du Fleuve Sénégal et avait aussi été entériné par les experts nationaux de l'OMVS et par la suite acceptée par le Haut Commissariat de l'OMVS, a été utilisé comme base des analyses détaillées contenues dans le présent rapport. Les principales recommandations de l'Étude de Santé de 1994 ont été résumées au début du Rapport final :

1. Affirmation du rôle de coordination et d'orientation du développement intégré de la Santé et des Ressources en eau (page XXXV) ;
2. Établissement par l'OMVS d'une Unité Intégrée de Coordination Sanitaire dirigé par un médecin spécialiste de santé publique pour coordonner le développement intégré de la Santé et des Ressources en eau (page XXXV) ;
3. Requête de l'OMVS pour une assistance du PEEM-ONS dans la conception et la gestion des activités de recherche opérationnelle au niveau des réservoirs et des systèmes d'irrigation ;
4. Un Essai de contrôle des mollusques par des fluctuations des niveaux d'eau des réservoirs. Un important élément de l'Étude de Santé de 1994 était le chronogramme des fluctuations de niveau du réservoir de Manantali selon le modèle développé par la *Tennessee Valley Authority* (TVA) pour le contrôle des Moustiques du paludisme et qui ont aussi été testées par les Services Américaines de Santé Publique à Porto Rico. Les essais comportaient :
 - a. une surcharge initiale destinée à piéger les débris et les mollusques. Cette surcharge devrait être créée en Septembre au moment du remplissage du réservoir avant les lâchers de la crue artificielle. La surcharge doit avoir une

hauteur de 0,5 m pour une durée d'une semaine pour piéger les débris - refuges des larves de moustiques. Cependant, s'il y a un risque de production des vecteurs de Fièvre de la Vallée du Rift, cette surcharge devrait être omise.

- b. Après les tâches d'eau et quand le réservoir revient à son niveau annuel moyen, le niveau devrait alors fluctuer avec une période de 4 à 5 jours et une amplitude de 0,3 à 0,5 m selon les écoulements disponibles. Ces fluctuations doivent être prolongées aussi longtemps que possible durant la saison sèche.

Pendant la phase descendante de la fluctuation, les mollusques, les oeufs de mollusques, les oeufs de moustiques et les larves de moustiques seront déchargés sur le rivage. Bien que les mollusques adultes soient très résistants à la sécheresse, leurs oeufs, comme les oeufs et les larves de moustiques vont mourir après quelques heures. Avec une amplitude de 0,5 m et une période de 4 jours, le taux de récession verticale de l'eau serait de 25 cm par jour, ce qui est plus que approprié pour décharger les mollusques et les larves de moustiques. A la limite la plus basse du taux de fluctuation proposé, le taux de récession verticale serait de 12 cm par jour, ce qui est toujours approprié pour la décharge des mollusques.

Durant la phase ascendante de fluctuation, les larves de moustiques seront chassés vers le large où ils subiront l'attaque des Mollusques prédateurs.

- c. Après la saison des pluies, quand le réservoir n'est plus en cours de remplissage et que la baisse saisonnière est en cours, la récession graduelle normale serait interrompue périodiquement et accélérée ensuite si les températures de l'eau devraient autrement favoriser l'élevage de mollusques dans le réservoir ou la naissance de mouches noires en aval. L'interruption devrait comprendre un cycle hebdomadaire de décharge accrue pendant 2 jours, suivie d'une décharge décroissante pendant 2 jours. Ceci causera une décharge croissante de mollusques dans le réservoir ainsi qu'un drainage des mouches noires en aval dans le Fleuve Bafing.

B. Les épidémies actuelles de Bilharziose

La large épidémie de Bilharziose en expansion autour du lac de Diama et de Richard Toll dans la basse vallée aussi bien que les foyers additionnels de transmission de la Bilharziose autour du lac de Manantali représentent une des principales impulsion de cette proposition de programme de recherche opérationnelle pour le contrôle de la Bilharziose. Des données détaillées sur ces épidémies viennent de 2 sources : l'Étude Sanitaire de 1994 et les enquêtes de recherche effectuées autour de Richard Toll par le Projet ESPOIR et les Scientifiques concernés. Dr F. Stelma des Pays-Bas a été un des principaux auteurs du Projet ESPOIR et aussi et a aussi participé aux enquêtes épidémiologiques au Sénégal en Mauritanie pour l'Étude Sanitaire de 1994 effectuée le Projet WASH ; il y a ainsi une compatibilité considérable entre les résultats des 2 groupes.

1. Les résultats de l'Étude de WASH de 1994

La documentation qui suit concernant la répartition des mollusques dans le Bassin du Fleuve Sénégal (**Figure 3**) est résumée à partir d'une annexe de l'Étude Sanitaire de WASH de 1994 et du texte du rapport de 1994. L'annexe a été écrite par un parasito-malacologiste Senior, Dr. Ralf Klumpp. On trouve une présentation plus détaillée du document au chapitre 6, Annexe C de ce rapport.

Avant la construction des barrages de Diama et de Manantali, il n'y avait pas beaucoup de cas de Bilharziose dans la Vallée du Fleuve Sénégal. La Bilharziose intestinale et les mollusques *Biomphalaria* qui y sont sous-jacents étaient très rares. La Bilharziose urinaire et les mollusques *Bulinus* qui transmettent le parasite se limitaient aux mares temporaires dans la plaine d'inondation et aux zones de riziculture intensive.

Après la construction de barrages à Fom-Gleita, Manantali et Diama, les changements de l'Écologie aquatique qui suivirent ont créé le cadre de prolifération des mollusques de la Bilharziose à travers tout le Bassin du fleuve et particulièrement dans le delta.



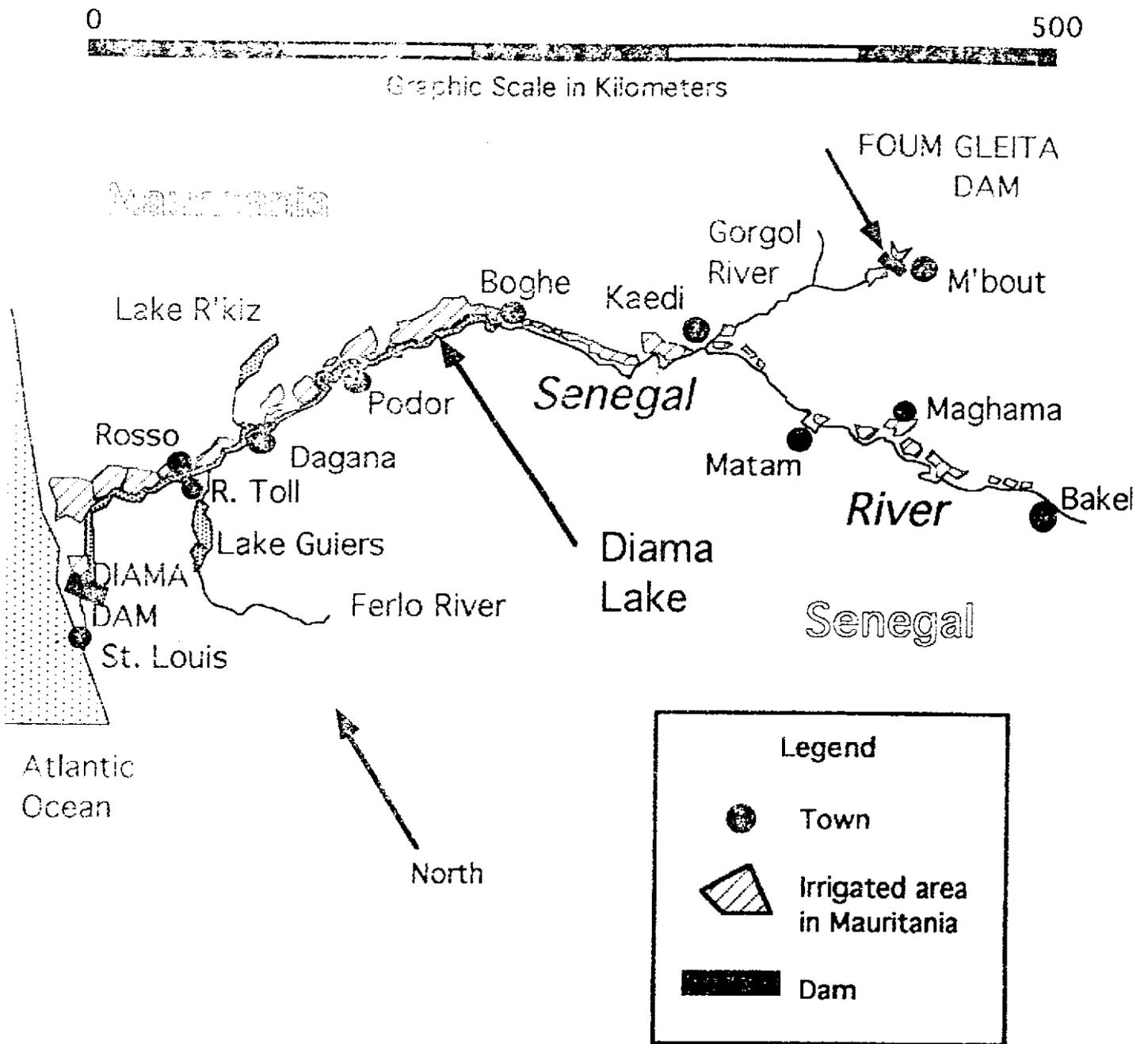


Figure 3. Principales villes et caractéristiques de la Basse Vallée du Fleuve Sénégal

DELTA

On a trouvé pour la première fois, le mollusque hôte de la Bilharziose intestinale, *Biomphalaria pfeifferi*, dans le delta et la région Mauritanienne de la basse vallée, largement répandu le long de la berge nord du fleuve près de Rosso avec des taux élevés d'infection (**Figures 3 et 4**). Dans le même ordre de grandeur, on a trouvé que le mollusque s'étendait plus loin au Nord dans les canaux menant au Lac R'kiz.

On a trouvé la présence en grand nombre de *Biomphalaria pfeifferi* du côté sénégalais du fleuve, de l'Ouest de Richard Toll à Dagana. Le mollusque était largement répandu autour du Lac de Guiers, dans le Canal de la Taouey près de Richard Toll et dans le Fleuve Lampsar. Ceci représente la plus large épidémie de Bilharziose jamais enregistrée dans le delta. Les taux d'infection étaient extrêmement élevés.

Lac de Guiers

On a trouvé dans l'Étude de 1994 sur la situation du Lac de Guiers, la présence de *Biomphalaria pfeifferi* et de *Bulinus truncatus* dans tous les 3 villages échantillonnés. Étant donné qu'une équipe de l'ORSTOM avait déjà découvert récemment la présence des 3 espèces Nginth sur la berge occidentale, il apparaît que ces espèces ont envahi tout le lac. Le niveau actuel élevé et stabilisé de l'eau a favorisé l'émergence d'une zone presque solide d'algue le long de la berge du lac. Toutes les 2 espèces de mollusques ont exploité cette nouvelle niche écologique.

Le Canal de la Taouey et le Canal Principal, Ndombo et Richard Toll

De nombreux rapports nationaux et internationaux fournissent une bonne documentation sur l'expansion de la Bilharziose intestinale dans et autour de Richard Toll. En juin, l'Étude de WASH / OMVS sur les mollusques a confirmé que dans le village de Ndombo, 4 km au Sud de Richard Toll, la transmission potentielle de la Bilharziose était très intense. 91% des *B. pfeifferi* ramassés dans le Canal de Taouey, qui ressemble à une rivière, ont montré des signes d'infection des parasites de la Bilharziose.

Le Fleuve Lampsar

Les études de terrain récentes ont montré que le *B. pfeifferi* et le *B. globosus* sont entrain de se répandre dans le Fleuve Lampsar à l'Est de Richard Toll et que la Bilharziose urinaire et la Bilharziose intestinale avaient atteint des niveaux très élevés. Ceci a été confirmé dans l'Étude de WASH / OMVS sur les mollusques.

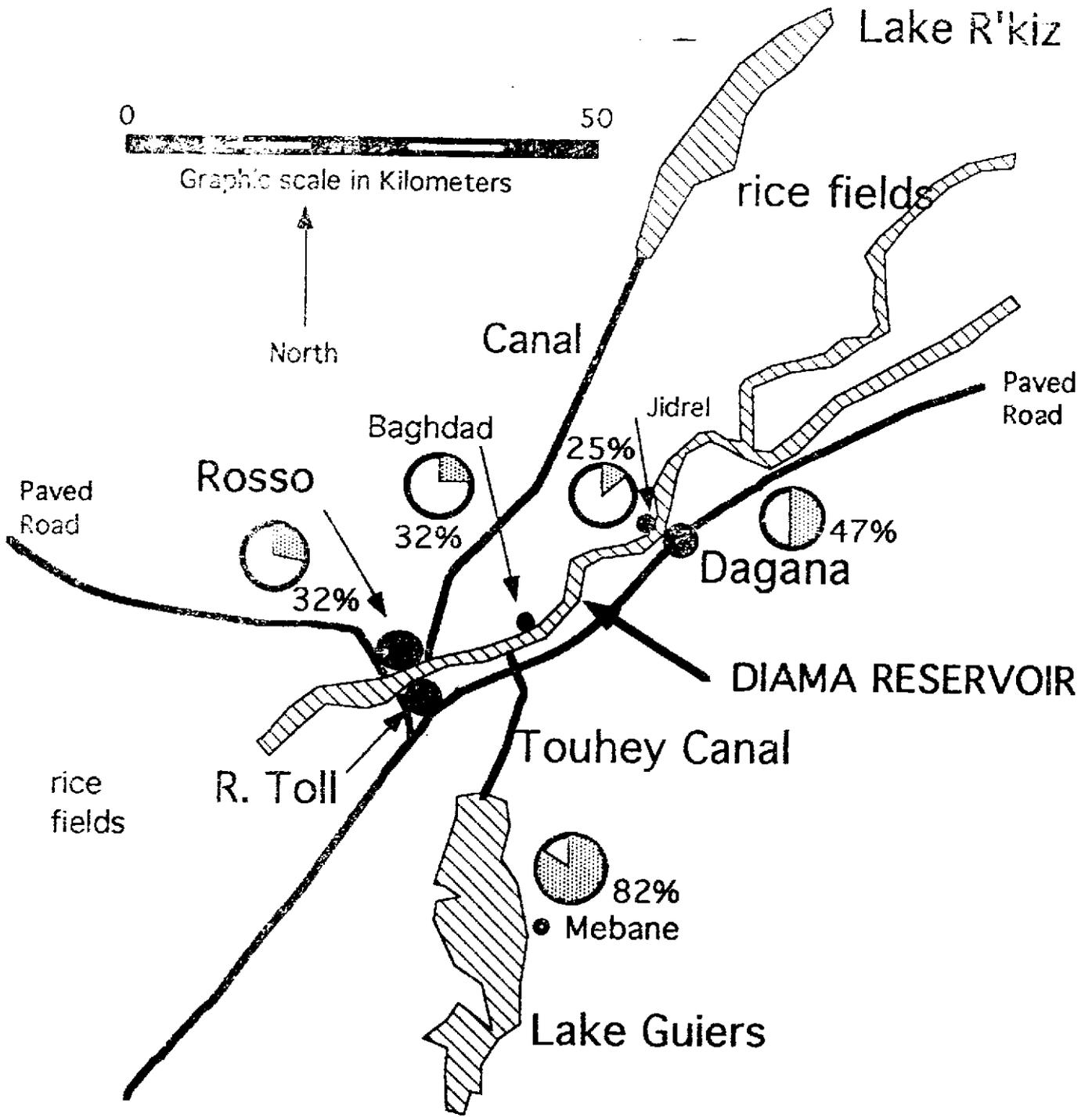


Figure 4. Prévalences de la Bilharziose intestinale autour de Richard-Toll dans la basse vallée du Fleuve Sénégal en 1994. Le diagramme indique la prévalence de la Bilharziose intestinale.

LA MOYENNE VALLÉE

L'Étude de WASH / OMVS sur les mollusques dans le fleuve, s'étend en amont jusqu'à Kaédi et comprend Bogué, Podor et d'autres villes. On n'a pas trouvé le *Biomphalaria pfeifferi* en amont à partir de Dagana et on n'a pas trouvé le *Bulinus Truncatus* au delà de Podor.

A l'Est de Dagana, le fleuve était plus distinct et moins lacustre. La végétation côtière diminuait au fil et à mesure que le fleuve devenait plus étroit. A Bogué et Kaédi, le fleuve restait à l'intérieur de son lit étroit et il n'y avait pas de végétation côtière.

Le Projet d'irrigation de Foum Gleita sur le Fleuve Gorgol

Des échantillons de mollusques ont été prélevés dans les canaux principaux et secondaires du système d'irrigation du Gorgol et de Foum Gleita près du barrage et dans la zone principale d'irrigation (Figure 3). On a observé la présence du *Bulinus Truncatus* dans les canaux proches du barrage mais pas dans les autres sections. Fait plus important, les mollusques de la Bilharziose tels que la *Biomphalaria pfeifferi*, le *Bulinus Globosus* et le *Bulinus Senegalensis* n'y ont pas été observés.

L'examen des fichiers médicaux au Centre sanitaire de Foum Gleita indique qu'il n'y a pas d'épidémie de Bilharziose intestinale ou urinaire dans cette zone. Il apparaît donc qu'il n'existe pas actuellement de mollusques de la Bilharziose dans le Projet de Foum Gleita.

Les Projets rizicoles du Chantier de Guédi et de Podor au Sénégal

Les 2 villes de Guédi et du Chantier de Guédi ont connu une diminution de la riziculture durant les dernières années. En 1985 encore, le Chantier de Guedi était un foyer très connu de Bilharziose urinaire mais, selon le comptable de la coopérative agricole locale, la riziculture a dû être abandonnée en 1987 après que l'unité principale de pompage fût transférée à Matam. Sans la prise et la distribution considérable d'eau à partir du Fleuve Sénégal, les paysans auraient préféré se tourner vers la culture de la tomate en utilisant de petites pompes.

Cet abandon de la riziculture a très probablement éliminé le *Bulinus Senegalensis* et la transmission de la Bilharziose urinaire.

LE BASSIN SUPÉRIEUR AUTOUR DE MANANTALI

Depuis l'établissement de l'unité de Limnologie du barrage de Manantali, il existe une bonne documentation sur les infections de Bilharziose et de mollusques de la Bilharziose parmi les espèces de poissons le long de la berge du lac. Déjà en 1992, on a découvert la présence de mollusques qui transmettent la Bilharziose urinaire et de mollusques qui transmettent la Bilharziose intestinale (Anne, 1992).

L'Étude de Juillet 1994 sur la situation du lac effectuée par les équipes de WASH, a révélé la présence inattendue d'un grand nombre de mollusques *Biomphalaria*. Le mollusque *Biomphalaria* est l'espèce de mollusque qui est à l'origine de la transmission de la forme intestinale de la Bilharziose et cette même espèce de mollusque est responsable de l'épidémie de Richard Toll.

Les méthodes de contrôle environnemental ont été bien examinées durant les dernières études de situation des mollusques réalisées en 1994. Durant la période de la dernière étude de situation, les Ingénieurs qui contrôlent le Barrage de Manantali faisaient descendre le niveau de l'eau le plus rapidement possible (verticalement, 3 centimètres par jour) pour préparer les travaux de réparation de la façade située en amont du barrage. Un grand nombre de mollusques ont été déchargés, au fur et à mesure que l'eau descendait, au delà de la ligne de flottaison dans les campements de pêche localisés sur la berge orientale du lac (**Figure 5**). Des milliers de mollusques *Biomphalaria pfeifferi* et un nombre moins important de mollusques *Bulinus* y ont été découverts. En plus, des mollusques *Bulinus* vivants ont été découverts à coté des pirogues de pêche amarrées le long de la plage.

Les enfants et les adultes des deux communautés de pêcheurs vivant sur la berge est du Lac de Manantali ont été examinés pour un dépistage de la Bilharziose. La Bilharziose intestinale était présente chez 14% de cette population et la forme urinaire chez 80% d'entre eux (**Figure 3**). La prévalence des deux formes de Bilharziose était considérablement plus faible au niveau des villages situés en aval du barrage.

2. Résultats obtenus en 1993 par le Projet ESPOIR

Se basant sur plusieurs années d'études de base relatives à la transmission de la Bilharziose autour de Richard Toll, le Groupe du Projet ESPOIR a publié récemment une série d'Études épidémiologiques qui ont illustré la nature extrêmement sérieuse de l'épidémie et la difficulté qu'il y avait à les contrôler en utilisant les méthodes sanitaires traditionnelles disponibles au niveau du Système de soins de santé. L'on a découvert que les populations du village de Ndombo avaient une prévalence 91% d'infection à la Bilharziose d'une sévère intensité intestinale (**Stelma et al. 1994a** et **Stelma et al., 1994b**). Ndombo est un village traditionnel situé tout juste au sud des champs de canne à sucre de Richard Toll le long du Canal de la Taouey.

Un monitoring plus récent des populations de ce village a montré que de hauts taux de prévalence et d'intensité d'infection continuaient d'y exister (**Gryseels et al., 1994**). On a estimé que l'impact de ces infestions devrait continuer à augmenter au fur et mesure que les œufs de ces parasites continuaient à endommager les organes vitaux. L'on a assumé que la plupart des infections étaient tout à fait nouvelles, ayant été acquises quelque temps après l'année 1988 quand les premiers cas ont été enregistrés.

Un inquiétant résultat des études précédentes a été confirmé au sujet de certains essais de médication avec le Praziquantel, le médicament de choix actuel. Quoique ce médicament soit efficace contre toutes les formes d'infection de la Bilharziose à travers le monde, à Ndombo, le taux de guérison n'était que de 3% et de sévères effets secondaires étaient couramment rencontrés (**Stelma et al., 1995**). La résistance des vers de la Bilharziose au médicament a été encore plus confirmée par des études de laboratoire détaillées (**Fallon et al., 1995**). L'éventualité d'une résistance au médicament dans la zone de Richard Toll rend extrêmement urgent, l'usage supplémentaire de toutes les autres formes de mesures de contrôle de la Bilharziose.

C. Histoire récente de l'engagement de la Banque Mondiale dans la Santé

Récemment, la Banque Mondiale a, à deux reprises, évalué et proposé des mesures de contrôle sanitaire et écologique dans le Bassin du Fleuve Sénégal en relation avec le prêt

octroyé pour le Projet Énergie de Manantali. Son premier engagement s'est manifesté à travers une Évaluation Sanitaire Sommaire effectuée en 1993 et la seconde, la présentation d'un programme sanitaire durant un atelier OMVS/USAID sur la gestion environnementale des barrages en Novembre 1995 à Dakar.

Lake Manantali in Western Mali - Senegal River Basin

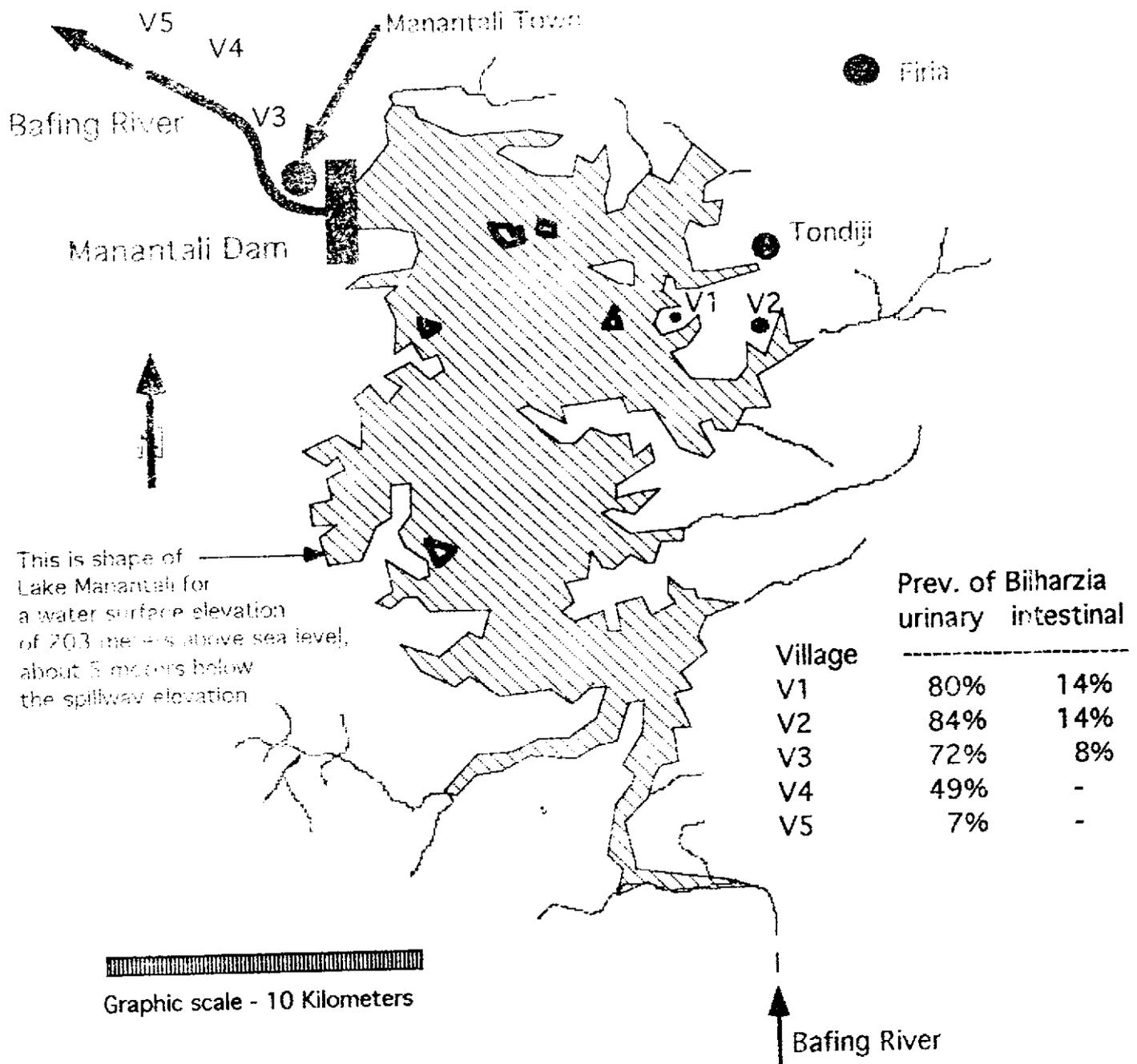


Figure 5. Prévalence de la Bilharziose intestinale et urinaire chez les résidents des autour de la berge du Lac de Manantali en 1994

L'Évaluation Sanitaire Sommaire de 1993

Tôt en 1993, le Département Technique pour l'Afrique de la Banque a commandité une Évaluation Sanitaire Sommaire (rapide) des problèmes de Santé dans le Bassin du Fleuve Sénégal pour la préparation de l'instruction du prêt du Projet Énergie de Manantali (Jobin, 1993). L'évaluation sanitaire faisait partie d'une plus large Évaluation Environnementale en cours de réalisation pour les turbines et les lignes de transmission. Le rapport a indiqué qu'il y a eu une amélioration de la santé due à la construction des barrages de Diama et de Manantali mais, qu'il y a eu aussi des problèmes de santé sérieux et continus qui devraient être traités par l'OMVS.

Ces problèmes comprennent le Fièvre de la Vallée du Rift, une malnutrition continue et des épidémies de Bilharziose. Les populations vivant autour du Lac Manantali souffraient de formes sévères de Paludisme et d'une large épidémie de Bilharziose urinaire (Jobin, 1993). L'Unité de limnologie a révélé la présence du mollusque *Bulinus* qui transmet la Bilharziose urinaire et du mollusque *Biomphalaria* qui transmet la Bilharziose intestinale.

Dans l'Évaluation Sanitaire Sommaire, il a été recommandé que :

1. Un comité international d'organisation soit formé pour superviser le contrôle de la Bilharziose, du paludisme et de la Fièvre de la Vallée du Rift autour des réservoirs, des lacs et des systèmes d'irrigation de la Vallée du Fleuve Sénégal (Page 44, Blue Nile Associates, 1993). Les premiers essais devraient se faire avec les fluctuations du niveau d'eau et des modifications de la côte. Des mesures similaires et une modifications des pratiques d'irrigation ont été recommandées pour la zone de Richard Toll.
2. Les fluctuations du niveau d'eau du réservoir de Manantali devraient être contrôlées de façon à avoir un impact sur les moustiques, les mollusques et les mouches noires.
3. La malnutrition dans la moyenne vallée devrait être contrôlée en relation avec l'élimination de la crue annuelle et des effets écologiques défavorables sur l'agriculture.
4. Le potentiel pour l'agriculture de décrue autour du lac de Manantali devrait être étudié.
5. Le groupe PEEM des Nations Unies devrait être contacté pour coordonner le travail autour des réservoirs du Bassin du Fleuve Sénégal avec les travaux similaires qui sont entrain d'être réalisés dans d'autres parties du monde.
6. Les méthodes ci-dessus mentionnées de contrôle, devraient être immédiatement instituées pour tirer avantages de la période précédant la production d'électricité.
7. Le PEEM devrait être invité à partager l'expérience acquise pour planifier les aspects sanitaires des barrages situés dans d'autres parties de l'Afrique.

Des recommandations détaillées ont été faites sur la magnitude des niveaux de fluctuation qui seront testés au niveau du réservoir de Manantali pour le contrôle des moustiques et des mollusques, contrôle modélisé sur ceux développés pour le contrôle du moustique par la *Tennessee Valley Authority* qui ont été utilisés ultérieurement pour le

contrôle des mollusques à Porto Rico. Les programmes de fluctuation étaient les mêmes que ceux développés dans l'Étude Sanitaire de 1994.

L'Atelier de l'OMVS de 1995

Un Conseiller senior de la Banque Mondiale a proposé, lors d'un Atelier de l'OMVS sur la gestion des réservoirs du Bassin du Fleuve Sénégal, financé par l'USAID et qui a eu lieu en fin Novembre 1995, plusieurs mesures de gestion environnementale pour améliorer la Santé et restaurer l'Écologie de la vallée (**Robelus, 1993**).

L'Atelier d'une durée d'une semaine, était présidé par le Directeur Général de l'OMVS et la séance finale de conclusion des agences financières était présidée par la Haut de l'OMVS. La présentation Dr. Robelus a été faite durant une séance plénière qui associait de Hauts Représentants de l'OMVS et des ministères concernés des trois États Membres aussi bien que le Directeur des Prêts de la Banque Mondiale. Dr. Robelus a fait plusieurs propositions spécifiques de mesures de gestion environnementales concernant la protection de la santé humaine et de l'environnement général. Ces propositions comprennent :

1. Une fluctuation des niveaux d'eau de Manantali et des autres réservoirs à des taux de récession verticale de 1,5 cm par jour à 4 cm par jour pour contrôler les mollusques de la Bilharziose ;
2. Restauration de l'intrusion annuelle de la langue salée au barrage de Diama pendant une courte période chaque année pour contrôler les mollusques de la Bilharziose et améliorer les pêcheries et
3. Amélioration de la gestion de l'eau dans le système d'irrigation du riz et de la canne à sucre, y compris des pratiques de Contrôle des prédateurs.

Il a aussi proposé une organisation détaillée pour appliquer ces mesures, comprenant un grand nombre d'experts locaux et internationaux dans 9 disciplines spécifiques qui seraient supervisées par un comité d'experts internationaux venant du PEEM et d'autres organisations.

En relation avec ces propositions, la Banque Mondiale avait aussi soumis à l'OMVS un projet de Termes de Référence concernant un vaste contrat pour réaliser les propositions du Dr. Robelus. On a recommandé que ce travail soit exécuté par une société privée de consultation ou un consortium international (**Projet de TdR de mars 1995 de AFTES de la Banque Mondiale pour l'OMVS**). Les propositions de Termes de Référence ont été largement modelées sur l'Évaluation Sanitaire Sommaire de 1993 et le projet de TdR fourni à la Banque Mondiale par le PEEM.

D. Activités des autres Institutions

Deux institutions internationales et le groupe Français de Recherche ORSTOM ont été particulièrement actifs dans le domaine des problèmes sanitaires de la Vallée du Fleuve Sénégal. Ces institutions internationales sont le groupe des Nations Unies appelé PEEM et le Projet Espoir de la Communauté Européenne.

Lors du même Atelier de l'OMVS de novembre 1995 sur la Gestion des Réservoirs pendant lequel la Banque Mondiale avait proposé un programme de gestion environnementale améliorée d'une durée de 4 ans, M. H. Verhoef du PEEM avait aussi présenté une offre pour

conduire la recherche opérationnelle vers le développement de règles de courbes pour les barrages du bassin (PEEM, 1995). Cette proposition avait déjà été soumise à l'OMVS qui avait encouragé sa présentation et son examen durant l'Atelier.

La proposition du PEEM de 1995 avait été développée sur une période de 2 ans par les diverses organisations des Nations Unies en réponse aux suggestions faites dans l'Évaluation Sanitaire Sommaire de 1993 de la Banque Mondiale. Le PEEM avait déjà suivi la situation du Bassin du Fleuve Sénégal pendant plusieurs années du fait de son intérêt général pour les effets sanitaires des barrages et des systèmes d'irrigation en Afrique. Plusieurs membres du PEEM ont travaillé sur la Santé et l'Agriculture dans le Bassin durant les 20 dernières années.

La proposition du PEEM de 1995 devait organiser et évaluer les techniques de gestion de l'eau en ce qui concerne leur impact sur les Maladies hydriques dans le Bassin du Fleuve Sénégal et ensuite proposer un programme de gestion intégrée du bassin à l'OMVS. Ils ont proposé un programme de recherche opérationnelle de 4 ans, en collaboration avec les Institutions locales, dont le coût a été estimé à 5,8 millions de dollars en chiffres de 1995.

Le Projet Espoir

Quoique les premières activités de recherche du Projet Espoir dans la zone de Richard Toll concernaient d'abord des études immunologiques, durant les dernières années, le Projet Espoir a décidé de commencer à travailler sur les méthodes de contrôle. Un atelier tenu à Saint-Louis en octobre 1996, commença à développer une large approche pour contrôler la Bilharziose intestinale dans la zone de Richard Toll. Les premiers plans sont entrain d'être finalisés pour être soumis au financement de la Communauté Européenne au début de 1997.

Sous le Conseil d'Administration de la Communauté Européenne pour le Développement de la Coopération, un projet a démarré récemment pour des efforts de lutte contre la Bilharziose dans la région de Saint-Louis pour plusieurs années, sous la direction du Dr. Abdoulaye Ly, le Directeur régional de la Santé. Le projet comprend un renforcement général des soins de santé primaires, l'usage de médicaments et 2 programmes de dépistage actifs et passifs et une meilleure qualité de la Santé et de l'hygiène dans quelques des plus importants foyers de transmission de la Bilharziose. Des laboratoires et des facilités ont été établis à Richard Toll dans le cadre des subventions précédentes de la Communauté Européenne et continueront d'être utilisés.

Il y a aussi plusieurs autres programmes financés par les institutions Françaises, Belge et Anglaise. Dr. Gryseels d'Antwerp est entrain de conduire des études dans les villages pour améliorer la conception des systèmes d'approvisionnement en eau et de santé et aussi réduire les contacts avec l'eau, Dr. Vercrusse de Ghent des études sur la Bilharziose urinaire et Dr. Capron de Lille des études immunologiques sur la Bilharziose urinaire.

La Banque Mondiale et le Fonds Nordique de Développement

Il y a 3 autres projets liés à l'approvisionnement supplémentaire en eau potable de Dakar et ses environs ayant le Lac de Guiers comme source d'eau qui pourraient fournir un approvisionnement additionnel aux communautés proches du lac comme Richard Toll. L'un d'entre eux est le principal projet actuellement en cours d'approvisionnement en eau de Dakar qui n'approvisionne pas le Bassin du fleuve. Le deuxième en est une extension qui sera décidée l'année prochaine et pourrait approvisionner les communautés situées le long de la conduite

entre le Lac de Guiers et les banlieues de Dakar. Ces 2 projets seront réalisés par l'agence chargée de l'approvisionnement en eau de Dakar.

Le troisième est une étude de la ligne de fond limnologique, hydrologique et sociologique du Lac de Guiers d'une durée de 2 ans, financé par le Fonds Nordique de Développement de la Banque Mondiale. L'Étude va faire la situation dans la zone du lac et renforcer l'agence d'exécution (SGRPE du Ministère de l'hydraulique) pour lui permettre de pouvoir continuer à surveiller la situation du lac dans le futur. Les problèmes de santé autour du lac sont d'un grand intérêt pour cette étude.

Un Projet conjoint du Sénégal et de la Banque Mondiale pour le Contrôle des Maladies Endémiques est en cours de considération. Ce Projet implique un prêt de 14 millions de dollars dont 3,3 millions pour des activités de contrôle opérationnel à travers le Sénégal. Enfin, il y a aussi un prêt de la Banque Mondiale en cours d'étude, pour le renforcement général des services de santé au Sénégal, le Projet d'Amélioration du Secteur Sanitaire. Ce prêt suivra le Projet de Contrôle des Maladies Endémiques et tirera avantage de l'expérience des premières années de ce projet.

E. Termes de Référence de cette étude

Au milieu de l'année 1996, la Banque Mondiale a demandé à l'auteur de proposer des termes de référence pour développer des Essais de Recherche Opérationnelle limités dans le cadre du Projet Énergie de Manantali. Ce programme devait se limiter à évaluer les mesures environnementales de contrôle de la Bilharziose. Les représentants de la Banque Mondiale ont mentionné que les autres mesures et les autres Maladies hydriques importantes devaient aussi être traitées éventuellement mais les Essais de Recherche Opérationnelle devaient seulement traiter les questions les plus urgentes, en particulier l'épidémie de Bilharziose autour de Richard Toll.

On a suggéré que les mesures qui devaient être évaluées dans le cadre des Essais de Recherche Opérationnelle, devaient être orientées vers la réduction du contact des populations avec les mollusques hôtes de la Bilharziose. On a aussi suggéré que ces mesures soient basées au niveau des communautés et ne comprennent pas les services normalement fournis par les agences gouvernementales.

CHAPITRE II

THEMES PRINCIPAUX

Les trois (3) à quatre (4) prochaines années offrent une opportunité unique et historique de développer des méthodes environnementales pour le contrôle des maladies autour des lacs de Manantali, Diama, Guiers, R'kiz et Fom-Gleita à cause du temps nécessaire à l'installation des turbines au barrage de Manantali. Cette opportunité doit être saisie à cause de la nécessité urgente de contrecarrer la crise sanitaire dans le Bassin du fleuve Sénégal.

A. Une approche intégrée à la Santé et au Développement

Avant de décrire les projets spécifiques proposés, il convient de les placer dans le contexte global de la Santé, de la Nutrition et des besoins écologiques dans le Bassin du fleuve Sénégal. Le développement des ressources en eau a, jusqu'ici, été principalement justifié par les bénéfices tirés de l'agriculture et de la production d'énergie. Cependant, l'expérience de l'O.M.V.S. et de ses Etats-membres pendant les vingt (20) dernières, a montré que la Santé, la Nutrition et l'Écologie doivent également être considérées si l'on veut instaurer un Développement durable dans la vallée.

Pour cette raison, la proposition de financement de projets de lutte contre la Bilharziose dans le contexte du Projet Énergie de Manantali, doit être perçue comme une des composantes d'un programme plus vaste qui inclurait l'amélioration de la nutrition par la génération d'une crue artificielle, l'approvisionnement en eau et l'assainissement pour les communautés riveraines et l'amélioration des soins de santé. A ce titre, ce programme de recherches opérationnelles sur les méthodes environnementales de lutte contre la Bilharziose doit être considéré comme un premier pas vers la conception et l'exécution d'un plan intégré et non comme une fin en soi.

B. La crise actuelle de la Bilharziose

L'expansion rapide de l'épidémie de Bilharziose a été soigneusement étudiée depuis le début en 1988, sans qu'aucun effort systématique et organisé de lutte n'ait été entrepris. Cette inaction n'est plus acceptable à cause de l'expansion de la maladie aussi bien en rive droite qu'en amont et en aval de Richard-Toll et dans les lacs de Guiers et R'kiz (Fig. 3).

Pratiquement tous les enfants de plus de cinq (5) ans et la plupart des adultes sont actuellement infectés dans les communautés situées autour des périmètres de culture de la canne à sucre. L'intensité de l'infection dans les villages situés le long de la Taouey près de Richard-Toll, est l'une des plus élevées d'Afrique (Fig. 4). Dès lors, il y a un besoin urgent pour une action de recherche opérationnelle telle que celle définie par ce programme qui est une partie intégrante du Projet Énergie de Manantali.

Les tentatives initiales de contrôle de l'épidémie ont révélé que les méthodes conventionnelles de lutte utilisées par les structures sanitaires nationales se sont avérées inefficaces face à la sévérité de la transmission. Le médicament utilisé (Praziquantel) donne des taux de guérison très faibles et le traitement doit être fréquemment répété à cause des forts taux d'exposition des individus dans les zones infestées. Les produits chimiques tels que le Baylucide utilisés pour tuer les mollusques ne peuvent pas être généralisés à cause des volumes d'eau importants à traiter et des coûts élevés.

C. Nécessité d'une conception détaillée des projets

Ce programme de Recherche Opérationnelle vise à réduire le contact des populations avec des eaux infestées de mollusques. Tout en étant coordonné avec les services de santé nationaux et les programmes des institutions non gouvernementales, ce programme mettra l'accent sur les changements environnementaux permanents qui devraient être gérés par l'OMVS et les groupes agricoles et non par les services nationaux de santé. Ces changements comprennent une opération modifiée des réservoirs, le drainage et le remplissage des zones marécageuses, la fourniture d'habitations sûres aux populations pour leur permettre d'accéder à l'eau pour leurs besoins domestiques et l'amélioration des pratiques d'irrigation et de drainage.

Alors que ce rapport donne une ébauche des concepts et des situations généraux qui vont être développés, il doit être suivi d'une autre grande étape, la conception détaillée des facilités proposées. Ces projets doivent être conçus par des firmes d'ingénierie compétentes ayant une expérience locale en matière de construction simple des travaux de terrassement et des structures hydrauliques. Étant donné que de telles structures ont été d'un usage limité et ont connu une évaluation limitée dans le passé, plusieurs variations de leur conception et de leur emplacement devraient faire l'objet d'une duplication dans chacun des principaux sites de façon à trouver les conceptions optimales. Les firmes d'ingénierie devront alors passer des contrats avec les entreprises locales de construction pour réaliser ces facilités.

Une fois que les projets de Recherche Opérationnelle seront terminés et évalués sur 2 ou 3 ans, les conceptions détaillées devront alors être améliorées et généralisées pour être utilisées à travers tout le Bassin du Fleuve Sénégal. Ainsi, une prudente ingénierie et une évaluation scientifique devront être faites sur l'impact des différentes conceptions, comme partie intégrante du programme.

Dans le cas des pratiques améliorées d'irrigation et de drainage relatives à la Compagnie Sucrière Sénégalaise, ces propositions devraient être développées en concert avec des agronomes et des ingénieurs de la Compagnie. Des contacts préliminaires ont déjà été établis et devront être poursuivis de façon à tirer profit de l'expertise professionnelle et du plan commercial de la Compagnie. Ainsi, les Essais de Recherche Opérationnelle devront inclure un personnel pouvant traduire les buts du programme auprès de la Compagnie et développer conjointement quelques uns des projets spécifiques.

D. Besoins de gestion ; évaluation et extension

Ce programme requiert une conception expérimentale prudente qui permette la généralisation des résultats des évaluations dans tout le Bassin. La conception expérimentale doit inclure la multiplication des différentes alternatives en vue de trouver des solutions optimales et à moindre coût.

Le programme requiert également une coordination stricte avec les objectifs prioritaires du développement des ressources en eau, à savoir la gestion de l'eau définie dans le cadre de l'O.M.V.S et les pratiques agricoles traditionnelles et l'irrigation. Dès lors, une organisation ayant l'expertise et l'expérience de ce type de programme doit être désignée pour l'exécution des PRO. Cette organisation devrait aussi être capable d'évaluer les impacts sur la santé, les coûts des divers projets et de planifier leur extension.

E. Nécessité d'un programme de quatre (4) ans

L'exécution des PRO devrait durer quatre (4) ans au moins et pourrait continuer tant qu'il y aura suffisamment d'eau dans les réservoirs pour des opérations expérimentales. Les essais doivent être établis comme suit:

1^{ère} année : Reconnaissance « Pré-contrôle » et Conception détaillée des projets ;

2^{ème} année : Construction et opération des Projets d'essais ,

3^{ème} année : Opération et évaluation des Projets d'essais et

4^{ème} année : Évaluation finale et extension.

Dans le cas des fluctuations de niveau du Lac Manantali, cette séquence peut être accélérée en commençant les opérations dès la première année. Une intrusion éventuelle d'eau salée à Diama doit faire l'objet d'une évaluation théorique poussée, dès la première année, avant que des propositions d'action ne soient formulées. Ces études théoriques doivent compter sur une évaluation des contraintes hydrauliques et agricoles et des bénéfices pour la faune aquatique (c'est-à-dire la pêche) et le contrôle de la végétation aquatique. Les mesures de contrôle biologique demandent au moins une année de préparation pour la production locale ou l'importation en qualité suffisante des agents biologiques de contrôle (mollusques et poissons prédateurs).

CHAPITRE III

LES PROJETS DE RECHERCHES OPERATIONNELLES (PRO).

Dans ce chapitre, une gamme des Essais de Recherche Opérationnelle potentiels est présentée pour la sélection finale sur la base de trois approches conjointes.

A. Les trois (3) approches proposées

Trois approches du contrôle de la Bilharziose sont proposées dans ce programme avec plusieurs projets à des endroits différents dans le Bassin. Toutes ces approches auront pour résultat concret une réduction des contacts des populations avec les eaux infestées de mollusques et peuvent donc réduire la transmission de la Bilharziose. Les deux (2) premières approches concernent les activités agricoles et domestiques, la dernière quant à elle, est dirigée vers les populations de mollusques.

1. Réduction des contacts agricoles avec l'eau:

Cette approche concerne l'agriculture irriguée (canne à sucre, riz et d'autres cultures). L'objectif est une amélioration des pratiques d'irrigation, du drainage, des pratiques et comportements des travailleurs.

2. Réduction des contacts domestiques avec l'eau infestée

Cette approche est basée sur la Communauté et implique la construction et l'utilisation de zones protégées pour les activités domestiques telles que la toilette, le linge, la vaisselle et la toilette des animaux domestiques. Ces projets réduiront le contact des hommes, femmes et enfants avec les eaux infestées de mollusques.

3. Réduction des populations de mollusques

Cette approche vise à réduire les populations des mollusques vecteurs de la Bilharziose dans les réservoirs de Manantali, Diama et Fom-Gleita, aussi bien que les populations de mollusques des lacs de Guiers et R'kiz. Une gamme variée de techniques environnementales comprenant les fluctuations de niveau, les agents biologiques et l'intrusion d'eau salée à Diama est proposée.

Dans le cas des lacs Diama et Guiers, la réduction des populations de mollusques sera couplée à la réduction des contacts des hommes avec les eaux infestées de mollusques. Cela aurait un double effet de réduction sur la transmission de la Bilharziose.

B. La Gamme des PRO

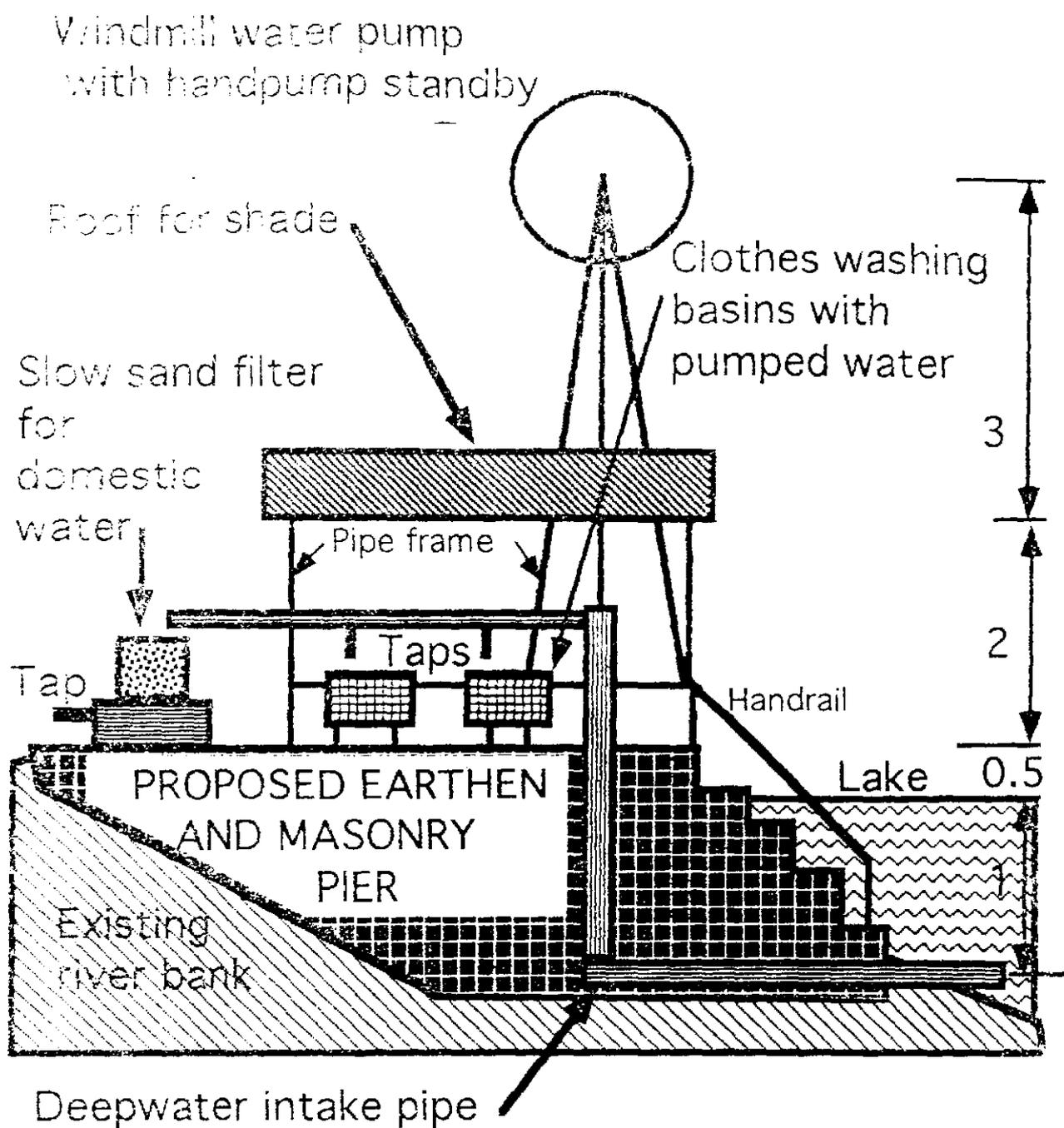
La série de projets de recherches opérationnelles proposée à ce stade du rapport préliminaire comporte des actions au Sénégal (Diama, Richard-Toll, Lampsar et Lac de Guiers), en Mauritanie au Lac R'kiz et à Fom - Gleita et au Mali à Kayes et Manantali (Fig. 5).

1. Réservoir de Diama au Sénégal

Projet 1-RDC : Réduction des contacts domestiques avec l'eau infestée

Une des composantes du Projet 1-RDC concernera la réduction des contacts domestiques avec l'eau dans les villages établis sur les rives sénégalaises du réservoir de Diama et dans la zone périurbaine de Richard-Toll. Une douzaine de jetées de sécurité et le même nombre de berges protégées seront établis le long des rives et des canaux.

La zone de faible profondeur qui supporte une végétation aquatique assez dense, constitue l'habitat de la plus grande part de la population malacologique où s'effectue la transmission la plus intense. Les jetées de sécurité qui permettent aux populations de s'adonner à leurs activités domestiques en eau profonde tout en étant isolées des berges faiblement inondées, contribueront à réduire fortement la transmission (Fig. 6). De la même manière, des recouvrements en plastique ou en asphalte pour supprimer la végétation de part et d'autre d'un système d'escaliers cimentés devrait permettre la satisfaction des besoins domestiques sans risque de contact avec les mollusques infestés s'abritant au niveau des berges végétalisées (Fig. 7). Ces berges protégées seront construites dans les zones de contact et non dans des villages spécifiques.



Sketch of Proposed Safe Pier
for Lake Shore Communities
Dimensions in meters

Figure 6

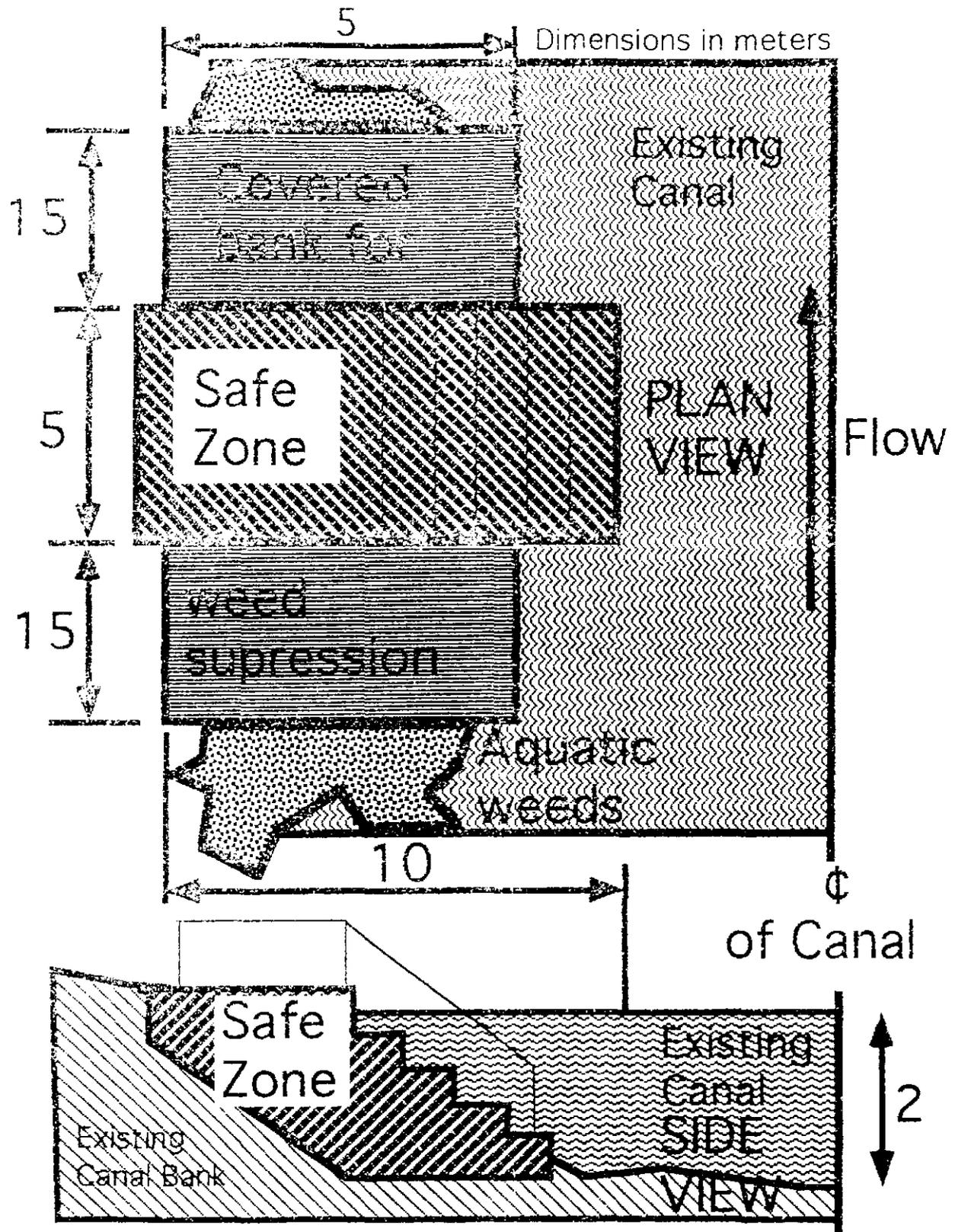


Figure 7

Ébauche d'une Zone Sûre Typique le long des berges des canaux actuels
 Les deux côtés de la Zone de Sécurité sont recouverts de feuilles non poreuses

Une composante complémentaire de ce Projet 1-RDC sera exécutée et testée par l'opérateur du barrage de Diama pour le développement d'un chronogramme de contrôle des mollusques par des fluctuations de niveau d'eau. Ces fluctuations de 0,5 m d'amplitude pour une périodicité d'une à deux semaines, peuvent débiter par une surcharge de niveau de 0,25 m au dessus du niveau actuel d'opération.

Le taux vertical de récession du niveau du réservoir serait alors de 7 à 14 cm par jour. Ce taux relativement élevé est plus que suffisant pour piéger les mollusques et leurs oeufs sur les berges. L'opération la plus importante serait l'abaissement du plan d'eau à une profondeur égale à celle de l'eau claire mesurée à l'aide d'un Disque Secchi. En 1994, la profondeur du disque était de 0,4 à 0,5 m près de Rosso. Quand le niveau de l'eau descend à cette profondeur, les oeufs déposés le long des berges sont exposés parce qu'il est rare que les mollusques les déposent dans les eaux turbides plus profondes que le niveau du Disque Secchi. Au contraire, ils préfèrent les berges illuminées ou la végétation et les algues ont besoin de lumière pour se développer.

Le projet devra également conduire une analyse théorique sur la faisabilité d'une intrusion saisonnière d'eau salée à Diama. Les contraintes hydrauliques et agricoles seront analysées de manière exhaustive avant que des mesures opérationnelles de terrain ne soient proposées. Cette intrusion d'eau salée serait probablement placée juste avant la saison des pluies pour arriver à évacuer le sel par la crue annuelle.

2. Lac de Guiers au Sénégal

Projet 1-RMP : Réduction des populations de mollusques

Le contrôle biologique des populations de mollusques de la Bilharziose au Lac de Guiers en utilisant des mollusques prédateurs ou compétiteurs est proposé. Cette approche par contrôle biologique est probablement la seule méthode applicable pour réduire le nombre de mollusques de la Bilharziose au Lac de Guiers. Les contraintes hydrauliques de manipulation des niveaux d'eau dans le lac et l'importance spatiale et le volume du plan d'eau rendent le contrôle environnemental chimique des mollusques difficile et coûteux.

Les mollusques compétiteurs et prédateurs ont été testés avec un succès limité en Égypte, au Soudan et au Maroc et pourraient être adaptés au Lac de Guiers (BNHP 1990).

Des étangs de stockage en terre sont utilisés pour les mollusques pour la période de quarantaine de test avant leur libération ; le petit alevin de la Carpe des herbes doit être protégé dans des étangs jusqu'à ce qu'il atteignent une taille suffisamment grande pour pouvoir survivre face aux prédateurs.

Le petit fretin de la Carpe des herbes ne peut pas être élevé dans les eaux tropicales chaudes et devront recevoir des injections d'hormone ; un simple laboratoire et des étangs d'élevage seront nécessaires.

3. Le Système d'irrigation de Richard-Toll au Sénégal

Ce projet évaluera les méthodes d'irrigation et de drainage dans les périmètres irrigués de canne à sucre de la Compagnie Sucrière Sénégalaise (C.S.S.) à Richard-Toll et de la zone d'extension au nord-est et à l'est du Lac de Guiers. Il sera exécuté en étroite collaboration avec la C.S.S. et devra rechercher les moyens d'amélioration du système. Ces moyens concernent l'aspersion, la cimentation des canaux, le drainage superficiel, l'amélioration des ouvrages hydrauliques de contrôle et l'irrigation intermittente. Le projet évaluera également les pratiques

culturelles qui permettent de réduire les contacts avec les eaux infestées par les schistosomes en évitant d'irriguer aux heures à risque et en privilégiant les heures matinales.

Une composante complémentaire serait la réduction des zones d'habitat des mollusques dans les marais de l'ancienne Taouey par réclamation des sols et drainage améliorés (Fig. 7). Les contacts avec l'eau seraient également limités dans des berges protégées construites par le projet qui devra aussi procéder au désherbage des sites (Fig. 5b).

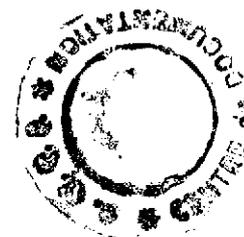
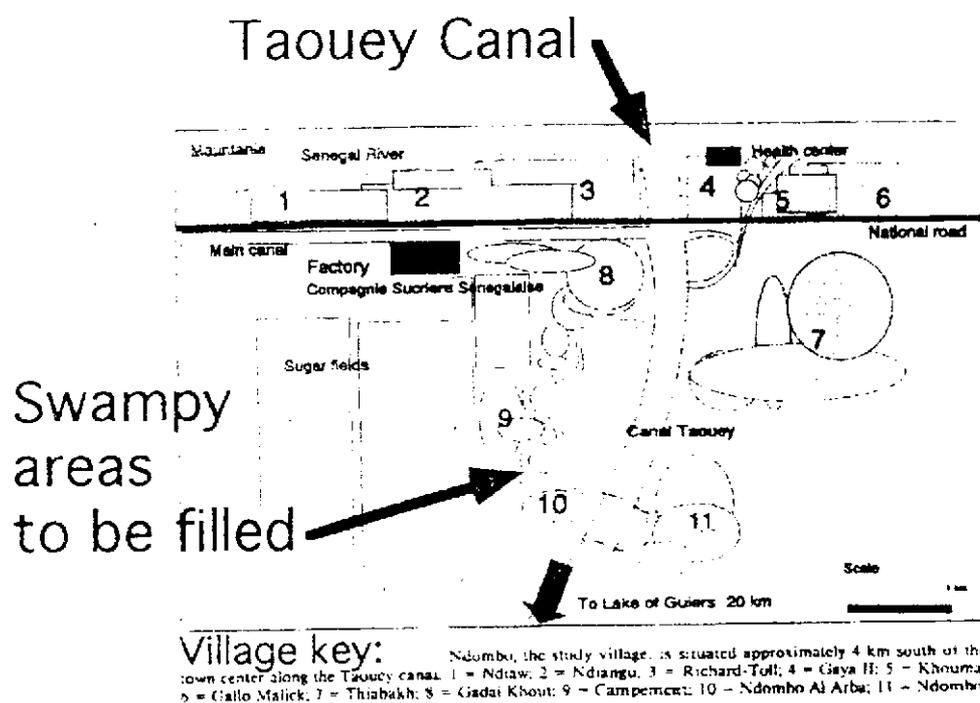


Figure 8

Zone d'irrigation de la canne à sucre et le Canal de la Taouey à Richard-Toll

4. Les Périmètres rizicoles du Lampsar au Sénégal

Ce projet concerne les périmètres rizicoles du Lampsar où la double culture est pratiquée. Le projet a comme objectif d'introduire des méthodes d'irrigation intermittente et d'évaluer son impact sur les populations de mollusques. Simultanément, les communautés qui fournissent les ouvriers agricoles seront testées pour une analyse de l'évolution des prévalences et des charges parasitaires.

L'effet que la substitution par une culture autre que le riz peut avoir sur l'évolution de la Bilharziose fera également l'objet de recherches.

5. Le Lac R'kiz en Mauritanie

L'agriculture traditionnelle de décrue et les possibilités de son amélioration en termes de drainage et de la mise en place de structures de contrôle hydraulique seront étudiées. Les mesures de drainage et de contrôle de l'eau peuvent avoir des effets bénéfiques pour le contrôle des mollusques et la réduction des contacts avec l'eau infestée.

6. Les Villages mauritaniens autour du réservoir de Diama

Ce projet concerne les communautés riveraines du lac Diama dans la région du Trarza. Il s'agit de cinq (5) sites à Rosso et de cinq (5) villages sur les berges du lac Diama où des opérations de protection des berges et de réduction des contacts seront menées. L'impact de l'intrusion d'eau salée et des fluctuations sera également mesuré.

7. Le Projet rizicole de Gorgol en Mauritanie

Dans la zone du Projet Riz de Gorgol près de Kaédi et de Mbout, les mesures d'amélioration du système d'irrigation et de drainage seront introduites. Des fluctuations de niveau seront imprimées au réservoir de Foun-Gleita et les canaux et drains seront périodiquement asséchés pour le contrôle des mollusques. Les informations recueillies seront évaluées et modélisées pour leur utilisation éventuelle dans les autres réservoirs du Bassin du fleuve Sénégal.

8. Le futur projet rizicole de Manantali au Mali

Ce projet sera différent des autres car il implique la révision et l'analyse du projet d'irrigation proposé en aval du barrage de Manantali jusqu'à Mahina. Les superficies sont estimées à 2 000 hectares dont 1 000 seront irrigués de manière gravitaire et les 1 000 autres par pompage. Ce projet est à un stade critique de sa conception et de sa planification et cet effort de révision et d'adaptation doit être fait pour éviter l'épidémie de Bilharziose qu'a connu Richard-Toll et la zone mauritanienne.

9. Le Lac Manantali au Mali

Les fluctuations de niveau proposées doivent être planifiées de manière à interrompre la croissance saisonnière de mollusques dans le lac (Fig. 8). Cette méthode peut s'avérer bénéfique et de moindre coût pour le contrôle des mollusques sans pour autant compromettre les utilisations de l'eau, à condition que les études opérationnelles détaillées soient préalablement menées.

10. Les villages près de Kayes au Mali

CHAPITRE IV

BUDGET

L'estimation du budget pour les PRO est faite en deux (2) parties: La première partie concerne les coûts de construction des divers ouvrages proposés dans le programme. La construction sera faite par des firmes locales d'ingénierie et de construction dont l'expérience est équivalente aux firmes spécialisées dans les ouvrages résidentiels ou industriels et en terrassement. La deuxième partie de l'estimation expose les coûts d'organisation, d'exécution, d'évaluation et d'extension de tels PRO par des organisations internationales ayant suffisamment d'expérience dans le domaine sanitaire.

A. Les coûts de construction

Les coûts de construction sont basés sur des estimations sommaires. Dès que les projets à exécuter seront choisis par l'OMVS et les autres partenaires, le consultant fournira des estimations plus détaillées et précises pour la construction par des entreprises locales. (Tableaux 1-6)

B. Coûts de gestion des PRO

Le consultant a essayé d'évaluer les coûts de gestion et d'évaluation des PRO proposés en se référant à un programme complexe similaire exécuté au Soudan dans la décennie 80/90. Ce programme financé par des institutions internationales dans la Province de Gezirah, a duré 10 ans et coûté 150.000.000 \$, en dollars de 1985, (El Gaddal, 1985). La zone du Projet de Gezirah a beaucoup de similarités avec le Bassin du fleuve Sénégal. La population protégée par le projet Gezirah était estimée à 2.000.000 d'individus. La construction de barrage et le développement de projets d'irrigation ont causé des épidémies de Bilharziose, de Paludisme et d'autres maladies dans la Province de Gezirah. Des mesures environnementales étaient nécessaires en plus des services sanitaires normaux.

Au Soudan, le projet s'est appesanti sur un projet pilote de 5 ans dans une zone où près de 50.000 individus étaient sévèrement infectés par la Bilharziose intestinale liée à l'intensification de l'irrigation. Pour cet aspect, la zone était semblable à celle de Richard-Toll avec les mêmes espèces malacologiques et le même climat.

Bien que les mesures développées pour contrôler la maladie dans les zones d'étude ont coûté 8 \$ per capita per annum (pour un total annuel de 400.000 \$), les coûts inhérents à l'organisation des recherches opérationnelles qui ont conduit à l'évaluation et au développement de ces méthodes pour la population totale de la zone de projet, près de 2.000.000 d'individus, ont été beaucoup plus élevés. Pendant la première phase de 5 ans, quand l'essentiel des opérations était centré sur la zone d'étude, le budget annuel atteignait 10 à 15 millions de dollars américains. Les coûts d'organisation et d'évaluation du programme était alors 20 à 40 fois plus importants que ceux des recherches opérationnelles elles-mêmes.

Le budget annuel incluait les recherches opérationnelles pour la Bilharziose, le Paludisme et les Maladies diarrhéiques. Dès lors, le montant attribué à la Bilharziose devrait atteindre 3 à 5 millions par an. Ce montant est de loin plus important que ce qui a été proposé à l'OMVS par M. Robelus de la Banque Mondiale et le PEEM de l'OMS en 1995.

Après l'achèvement, avec succès, des recherches opérationnelles dans la zone d'étude, le Soudan a obtenu un prêt de la Banque Mondiale pour l'extension des activités dans toute la Gezirah

TABEAU 1 Coût estimé d'une jetée de protection

	Désignation	Quantité	Unité	Prix unitaire	Total
1	Remblai	5 x 30 x 2 = 300	m ³	\$10	\$3000
2	Blocs de béton	10 x 30 = 300	m ²	\$20	\$6000
3	Tube d'acier	2 x 30 = 60	m	\$6,75	\$405
4	Eolienne + pompe	1	-	\$5000	\$5000
5	Pompe manuelle mark IV	1	-	\$1000	\$1000
6	Tube P.C.V. diamètre 10 cm	37	m	\$3,75	\$138
7	Couverture plastique	1x5x5x2 = 150	m ²	\$10	\$1500
8	Bassin en béton pour le linge	2	-	\$1000	\$2000
9	Toit en zinc	1	-	\$1000	\$1000
Coût total estimé d'une jetée en dollars des États-Unis, 1997					\$20 000

TABEAU 2 : Coûts estimés pour la protection des berges

	Désignation	Quantité	Unité	Prix unitaire	Total
1	Remblai	10x7x2 = 140	m ³	\$10	\$1400
2	Blocs de béton	10x10 = 100	m ²	\$21	\$2100
3	Tube d'acier	2x10 = 20	m	\$6,75	\$135
4	Couverture plastique	30x5 = 150	m ²	\$10	\$1500
Coût total estimé d'une berge protégée en US \$, 1997					\$ 5000

TABEAU 3 : Coûts de Génie Civil (en milliers de \$)

Désignation	Coût Unitaire	Nombres proposés			Coût total	Total
		Sénégal	Mali	Mauritanie		
1. Jetées	\$ 20	10 Diama 10 R. Toll	3 Kayes	5 Rosso 5 Trarza 5 Gorgol	-	760
2. Berges protégées	\$ 5	10 R. Toll 10 Taouey	-	-	-	\$100
3. Aspersoirs 50 m rayon	60	R. Toll	-	R'kiz	-	420
4. Drains Améliores	0,05 / m	10 km	-	2 km	-	600
5. Canaux améliorés	0,01 / m ²	10.000 m ³	1.000 m ³	1.000 m ³	-	1.200
Coût total estimé, en milliers de dollars US en 1997						3.080

TABLEAU 4 : Coûts estimés pour divers achats en millier dollars US, 1997

	Désignation	Taille	Unité	Prix unitaire	Coût Total
1	Répartir des bateaux OMVS Manantali	-	-	-	-
a	Moteur	Marcu Volvo	1	5	5
b	Pirogue neuve	local 5m	1	3	3
c	Moteur hors-bord	50 hp	3	2	6
2	Equipement labo limno Manantali	-	-	-	-
a	Ordinateur	Plusieurs	chaque lot	5	5
b	Produits de Ngnith				
a	Construction	20 m x 20 m	400 m ²	0,1 / m ²	40
b	Cuve en terre	10m x 10m	10	5	50
c	Pompes et équipement	1 lot	1	10	10
Coût total en milliers de Dollars US, 1997					124

TABLEAU 5 : Manuel n° 5 de Blue Nile, 1995

Coût de contrôle pour la phase de la stratégie globale de contrôle des maladies hydriques dans le système d'irrigation de Gezirah - Managil en dollars US, 1995 y compris les coûts pour la bilharziose, le paludisme et les maladies diarrhéiques (les coûts annuels per capita incluent la supervision, la main-d'oeuvre, l'équipement et la marge bénéficiaires (overhead).

Désignation	F	Coût en dollars
Sels de réhydratation		0,22
Eau	2 / 3	0,36
Éducation sanitaire	3 / 4	0,05
latrines	2 / 3	1,27
Contrôle des mollusques		
- Produits chimiques		0,35
- Désherbage	1 / 10	0,06
Médicaments contre la bilharziose		0,08
Travaux d'amélioration		
- Contrôle de l'eau	1 / 10	0,25
- Drainage	1 / 10	0,53
- Drains villageois	1 / 2	0,08
Contrôle des larves		
- Biologique		0,08
- Chimique		0,11
Insecticide contre les moustiques adultes		2,29
Médicaments contre le paludisme		0,05
		0,05
Total		8,78

F = la fraction utilisée pour le contrôle des 3 maladies

pour couvrir près de 2.000.000 d'individus. Le prêt finançait la composante santé du Prêt de Réhabilitation Agricole de la Gezira en 1983 pour plus de 100.000.000 de dollars.

L'organisation des recherches opérationnelles dans la Gezira a concerné une large gamme d'activités semblables à celles énumérées ci-après et qui seront nécessaires pour le Programme Santé du Projet Énergie de Manantali :

1. Supervision générale et gestion
 - a. Aspects scientifiques
 - b. Aspects administratifs
 - c. Relations avec les bailleurs internationaux
2. Design expérimental des PRO
3. Sélection du staff scientifique et technique
4. Formation du staff
5. Coordination de la gestion des niveaux d'eau à Manantali
 - a. Évaluation des contraintes agricoles et énergétiques
 - b. Simulation des impacts sur les populations de mollusques
 - c. Simulation des impacts sur la moustiques
 - d. Simulation des vitesses et profondeurs en aval
 - e. Simulation des impacts sur les mouches noires
6. Conception et Ingénierie détaillées
 - a. Jetée de Protection
 - b. Changement des méthodes d'irrigation à Richard-toll
 - c. Structures hydrauliques de Diama
 - d. Terrassement de la Taouey
 - e. Simulation de l'intrusion d'eau salée à Diama
 - f. Simulation des fluctuations à Manantali
 - g. Essais agronomiques pour le riz
 - h. Essais agronomiques pour la canne à sucre
 - i. Essais agronomiques pour d'autres cultures
 - j. Station de contrôle biologique à Ngnith
 - Cuves de stockage et de retour
 - Laboratoire
 - Transport d'Égypte, Soudan, Porto Rico, Maroc des espèces
7. Évaluation des changements de productivité des cultures
 - a. Pour une irrigation modifiée du riz
 - b. Modification de l'irrigation de la canne à sucre
 - c. Modification des pratiques de maraîchage
8. Installation de laboratoire et de terrain

9. Moyens de transport
10. Suivi des travaux
11. Rencontres bi-annuelles de conseillers scientifiques
12. Administration
13. Production
14. Intégration avec les besoins agricoles et l'énergie
15. Planification pour expansion.

La proposition du PEEM-OMS de 1995, d'environ 5,8 millions de dollars, ne concernait que l'évaluation des techniques de gestion de l'eau. Si les mesures de gestion environnementale dans cette proposition sont adoptées, elles ajoutent à peu près 3,4 million pour la conception et la construction de la composante Génie Civil qui nécessitera beaucoup de travaux de terrassement. *L'estimation du budget total sera d'environ 9,2 millions de dollars américains. Dès lors, même si une organisation spécifique chargée de l'exécution de ce programme n'est pas développée, il est néanmoins possible de prévoir que la gamme des projets de recherches opérationnelles sur 4 ans, pour la spécification de mesures environnementales de contrôle de la Bilharziose, va coûter près de 10 millions de dollars américains (en dollars des Etats-Unis de valeur 1997) avec une précision de prévision de plus ou 2 millions de dollars.*

Il est possible toutefois de choisir uniquement les mesures à plus faible coût de ce Programme de santé. Si le coût total est réduit à une valeur minimale, moins d'un (1) million de dollars mais son impact serait alors sensiblement réduit.

Nous recommandons que des négociations avec les organisations internationales et les institutions privées soient commencées pour sérier des coûts plus précis pour l'exécution des PRO, une fois que le choix des projets sera fait et avant la production du rapport final de cette étude.

CHAPITRE V

COMPARAISON DES PROPOSITIONS INITIALES

Les chapitres précédents ont examiné la gamme PRO potentiels. Pour le choix des projets qui offrent les meilleures chances de contrôle de la Bilharziose, les coûts et bénéfices de chaque projet sont décrits de manière sommaire. Ces comparaisons de coûts concernant des projets individuels et n'incluent pas les coûts de planification, organisation, évaluation et extension. Les coûts de supervision seraient donc relativement indépendants des coûts de projets individuels.

A. Coûts du contrôle de la Bilharziose au Soudan, 1995.

Avant l'analyse des coûts des projets individuels dans le Bassin du Fleuve Sénégal, il serait utile d'exposer les coûts des programmes similaires de contrôle de la Bilharziose.

Un projet d'une durée de 10 ans a été établi dans le système d'irrigation de Gezirah-Managil au Soudan Central, pour lutter contre la Bilharziose, le Paludisme et les Maladies diarrhéiques introduits par le développement des ressources en eau, une situation semblable à ce qui se passe près de Richard-Toll. Dans les premières années de lutte réussie dans la zone d'étude abritant environ 50 000 individus, le coût total de contrôle des 3 maladies s'élevait à 8,78\$ par personne et par an (Tableau 5).

Les coûts des mesures de contrôle de la Bilharziose ne sont seulement qu'une partie du coût total. Les coûts annuels énumérés au tableau 5 n'incluaient pas le coût pour la première année de 3,48 \$ par personne, pour une campagne de traitement de masse avec du Praziquantel. Au Soudan, le Praziquantel s'est avéré très efficace et a causé très peu d'effets secondaires. Un programme de maintenance permanente pour le traitement des nouveaux cas a coûté 0,08 \$ par personne protégée. Les autres mesures utilisées sont l'adduction d'eau, la construction de latrines, l'éducation pour la santé, le contrôle des mollusques avec des produits chimiques et le désherbage.

Le taux de prévalence de la Bilharziose intestinale sous cet effort de contrôle, chutait alors de 50 % avant le contrôle, à 10 % en 3 années d'effort seulement (El Gaddal, 1985).

Les coûts annuels per capita, pour l'effort seulement dévolu au contrôle de la Bilharziose à Gezirah-Managil pour la première année, s'établissent comme suit :

- 3,48\$ pour l'administration massive de médicament ;
- 1,68\$ pour la moitié de l'effort d'adduction d'eau ;
- 0,01\$ pour la 1/3 de l'éducation pour la santé ;
- 0,064\$ pour la moitié des coûts de latrines ;
- 0,35\$ pour le contrôle chimique des mollusques et
- 0,06\$ pour le désherbage,

soit,

6,22 \$ par personne protégée pour la première année.

Comme il n'y avait pas de traitement de masse après la première année, le coût annuel a été réduit de 3,48\$ et était de 2,74\$. A ce titre, les méthodes qui seront choisies pour les PRO du fleuve Sénégal devront coûter dans l'ordre de 3 à 7 \$ par personne protégée pour être compétitives.

B. Coûts de la gamme des PRO proposés

Une estimation sommaire des coûts pour la gamme des 11 PRO a révélé qu'un grand nombre d'entre eux sont compétitifs avec des coûts entre 3 et 7\$ par an par personne protégée. Le nombre de personnes protégées varie de 300 pour les 3 villages près de Kayes qui bénéficieraient de jetées de protection, à un groupe de plus de 75 000 personnes dans la zone d'irrigation de la canne à sucre à Richard-Toll (Tableau 6). Ces chiffres proviennent de la multiplication de la population totale de la zone du projet par le degré de protection qu'ils peuvent recevoir du projet. Alors pour le projet 1-RDC qui utilise une dizaine de jetées de protection sur la rive sénégalaise du Lac de Diama, environ 200 personnes pourraient utiliser chaque jetée, résultant en une protection pour près de 2.000 habitants. Cependant, comme il existe d'autres contacts avec l'eau pendant lesquels les populations ne sont pas protégées (travaux agricoles), le nombre ajusté de personnes protégées serait de 1.000 seulement (Tableau 6).

La durée d'utilisation des projets varie selon qu'il s'agit d'infrastructures telles que les jetées qui ont une durée de vingt (20) ans ou qu'il s'agisse d'une technique opérationnelle telles que des fluctuations du niveau d'eau qui ont une durée de cinquante (50) ans (Tableau 6). Dans le cas de l'amélioration des systèmes et pratiques agricoles et rizicoles en particulier, la durée serait alors de vingt (20) ans.

Les estimations des coûts varient de plus de deux (2) millions de dollars pour améliorer le système d'irrigation et de drainage de Richard-Toll, à des coûts faibles de l'ordre de dix mille (10.000) dollars pour la plupart des techniques opérationnelles. Les coûts annuels d'opération et de maintenance (O & M) varient de zéro pour les fluctuations de niveau des lacs, à près de 210 pour le projet de Richard-Toll (Tableau 7).

La somme des coûts annuels composée des coûts de construction divisée par la durée du projet, du coût d'opportunité de 10% pour l'investissement du capital et des coûts d'opération/maintenance (O & M) donne des coûts totaux allant de 630 000 \$ pour Richard-Toll à 200 \$ pour les fluctuations à Manantali (Tableau 8).

Le rapport coûts annuels au nombre d'individus protégés donne un coût per capita qui permet de classer les projets sur la base de considérations strictement économiques et de faire une comparaison avec les coûts d'un vaste programme intégré comme celui de Gézirah-Managil au Soudan (Tableau 7).

Six (6) des onze (11) projets se sont avérés compétitifs dans le tableau 8. Le premier projet compétitif est celui de Manantali (Fluctuation de niveau) tandis que le dernier concerne l'amélioration du système irrigation/drainage à Richard-Toll. *Cependant, ce classement économique ne devrait pas constituer le critère final de sélection parce qu'il existe d'autres considérations bien plus importantes telles que la santé et d'autres bénéfices potentiels, ou encore des impacts négatifs liés à certains aspects des projets* (Tableau 9).

Bien que de rang 6, le Projet d'amélioration de l'irrigation et du drainage à Richard-Toll, qui requiert un investissement important, doit bénéficier d'une attention particulière car il est au centre de l'épidémie de Bilharziose et a la possibilité de protéger un plus grand nombre d'individus.

C. L'Évaluation des Risques Sanitaires

TABLEAU 6 : Bénéfices estimés des 11 Pro et leur durée

N°	Site	Méthode	Nombre de protégés	Temps de protection %	Nombre personnes protégées ajusté	Durée de protection
1-RDC	Diama	Jetée	10x200	50%	1.000	20
2-RMP	Diama	Gestion de l'eau	5.0000	50%	25.000	50
3-RMP	Guiers	Contrôle biologique	40.000	50	25.000	50
4-RAC	R. Toll	Agriculture hydraulique	100.000	75	75.000	20
5-RAC	Lampsar	Agriculture	1000	50	500	20
6-RAC	R'kiz	Agriculture	1000	50	500	20
7-RDC	Trarza	Jetée	10x20	50	1.000	20
8-RAC	Gorgol	Agriculture	10000	50	5.000	20
9-RAC	Manantali	Redesign	2000	50	1.000	20
10-RMP	Manantali	Gestion de l'eau	2000	90	1.800	50
11-RDC	Kayes	Jetée	3x200	50	300	20

TABLEAU 7 : Comparaison des coûts des onze (11) Pro et coûts annuels par personne protégée (US \$, 1997)

Projet	Coût initial	10% du coût	Coût annuel O & M	Coût annuel par personne protégée
1. Jetée de Diama	10 x 20.000 = 200.000	20.000	20.000	31
2. Gestion de l'eau à Diama	10.000		10.000	0,41
3. Contrôle biologique au Lac de Guiers	100.000	10.000	10.000	1,10
4. Richard-Toll	2.100.000	210.000	210.000	4,34
5. Lampsar	10.000	1.000	10.000	21,10
6. Lac R'kiz	10.000	1.000	10.000	21,10
7. Trarza	200.000	20.000	20.000	31,00
8. Gorgol	10.000	1.000	10.000	2,11
9. Projet de riz de Manantali	10.000	1.000	0	0,55
10. Lac Manantali	10.000	1.000	0	0,12
11. Villages de Kayes	60.000	6.000	6.000	31,00

TABLEAU 8 Coût initial, coût annuels et classification des coûts des six (6) projets les moins chers

N° du Projet et descriptif	Coût Initial US \$ 1997	Coût Annuel Per Capita	Classement par coût croissant
2. Gestion de au lac Diama	10.000	0,41	DEUX
3. Contrôle biologique au lac de Guiers	100.000	1,10	QUATRE
4. Génie civil à Richard - Toll	2.100.000	4,34	SIX
8. Projet Gorgol	10.000	2,11	CINQ
9. Nouveau projet Rizicoles / Manantali	10.000	0,55	TROIS
10. Gestion de l'eau à Manantali	10.000	0,12	UN

TABLEAU 9 : Comparaison des aspects intangibles des 11 PRO

Projet	Coût annuel par personnes protégée	Autres bénéfiques sanitaires	Autres bénéfiques tirés du projet	Problèmes potentiels ou Impact du projet
1. Jeté de Diama	31,00 \$	Réduction des maladies diarrhéiques	Education pour la santé	Nécessite un engagement communautaire
2. Gestion de l'eau Diama	0,41	Réduction des moustiques	Réduction typhais et autres plantes aquatiques	Nécessite une modification des pratiques d'irrigation
3. Contrôle biologique au lac de Guiers	1,10	Amélioration de la quantité l'eau	Réduction des plantes aquatiques	Conception avec les espèces locales
4. Richard-Toll	4,34	Réduction des moustiques	Amélioration de la production agricole	Perte faune sauvage
5. Lampsar	21,10	Réduction des moustiques	Diversification des cultures	Réduction production de riz
6. Lac R'kiz	21,10	Réduction des diarrhées		-
7. Trarza	31,00	Réduction des diarrhées	Education pour la santé	Nécessite un engagement communautaire
8. Gorgol	2,11	Réduction des moustiques	-	-
9. Projet riz Manantali	0,55	Réduction des	-	-
10. Lac Manantali	0,12	Réduction des moustiques et des mouches noires	-	Changement de l'utilisation de l'eau
11. Villages près de Kayes	31,00	Réduction des maladies diarrhéiques	Education pour la santé	Nécessite un engagement communautaire

Dans la première Évaluation Rapide de la Santé pour le Projet Énergie de Manantali qui a été réalisée par *Blue Nile Associates* pour la Banque Mondiale en 1993, une Évaluation des Risques a été faite pour prédire les changements dans les taux de mortalité, à partir des Maladies hydriques liées aux options envisagées par l'OMVS (BNA, 1993). L'analyse a indiqué la possibilité de réduire le taux annuel de mortalité en adoptant un développement intégré des ressources en eau de la vallée.

Heureusement, des données plus précises pour une Évaluation des Risques sont devenues disponibles dans l'Étude du Plan Directeur de Santé et à travers les recherches de l'ORSTOM (ORSTOM, 1996) et le Projet ESPOIR (Stelma et al. 1993). Les nouvelles données, combinées avec les récentes analyses des taux de mortalité en Afrique au sud du Sahara publiées en 1994 par la Banque Mondiale et l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), ont été utilisées pour réévaluer chacune des différentes options actuellement disponibles pour le contrôle des Maladies hydriques dans la Vallée du Fleuve Sénégal (OMS, 1994).

Chaque option a été analysée en termes du nombre annuel de décès causés par les quatre Maladies hydriques. Le Projet Énergie de Manantali n'était pas compris dans les hypothèses des scénarios et ne tenait pas compte des variations dans les options du projet. Des prévisions ont été faites en utilisant la population estimée de la vallée en l'an 2010, en assumant une population totale de deux millions de personnes répartie dans douze zones géographiques (Table 10 et Fig. 9). Ces estimations de la population ont été tirées de l'Annexe de l'Étude Sanitaire de 1994 préparée par N. Adrien pour l'USAID (WASH, 1994).

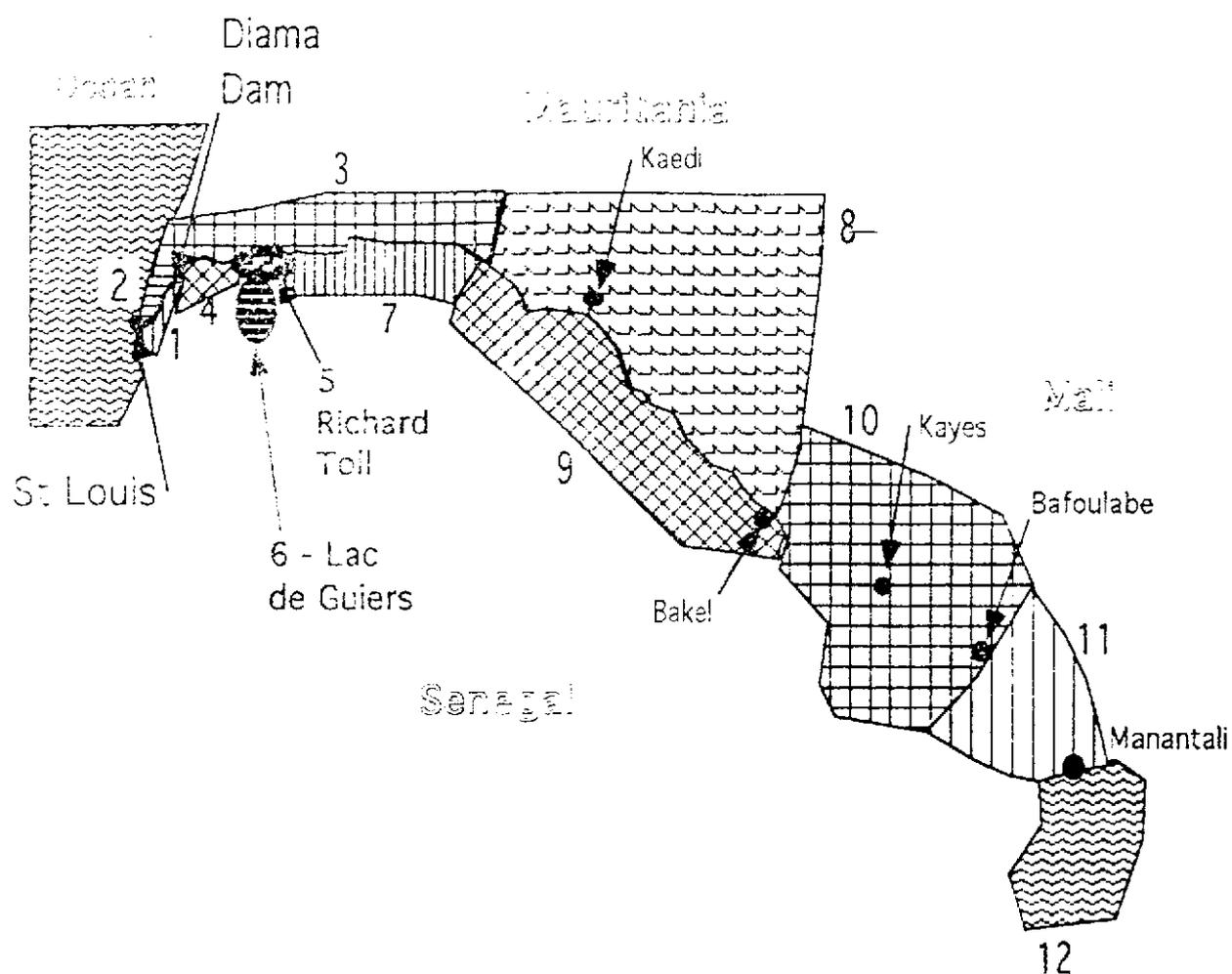


Figure 9. Les 12 zones géographiques étudiées pour les besoins de l'Évaluation des Risques Sanitaires dans le Bassin du fleuve Sénégal

Table 10. Préviation de la population des douze zones géographiques de la Vallée du Fleuve Sénégal à l'horizon 2010

Zone	Nombre	Population
Delta à Saint-Louis	1	500.000
Delta en Mauritanie	2	50.000
Réservoir de Diama en Mauritanie	3	300.000
Rivage de Diama à Rosso Sénégal	4	400.000
Richard Toll	5	100.000
Lac de Guiers	6	78.000
Rivage de Diama de Dagana à Boghé	7	150.000
De Boghé au fleuve Falémé en Mauritanie	8	200.000
De Boghé au fleuve Falémé au Sénégal	9	100.000
Du fleuve Falémé au Bafoulabé au Mali	10	100.000
Du Bafoulabé au barrage au Mali	11	20.000
Au tour de Manantali au Mali	12	2.000
Population totale	-	2.000.000

Quatre principales maladies pouvant être affectées par la gestion de l'eau au niveau des barrages de Manantali et de Diama ont été utilisées pour le calcul des taux de mortalité : le Paludisme, les Maladies diarrhéiques, la Bilharziose et la Malnutrition. Les taux de Malnutrition ont été en plus répartis entre Malnutrition en énergie d'origine protéine et tous les autres types et en particulier les déficiences en vitamines. La Bilharziose a été aussi analysée dans ses formes urinaire et intestinale. Les conclusions du Plan Directeur de Santé ont été utilisées pour orienter ces analyses.

Les taux annuels de mortalité utilisés dans l'Évaluation des Risques sont indiqués ci-dessous par maladie, d'abord en termes de prévisions sans le Projet Énergie de Manantali et ensuite, pour les diverses options du Projet Énergie de Manantali. Les taux de mortalité disponibles sont basés sur des données assez récentes tandis que les projections des différentes options du Projet dans le futur, sont plus théoriques.

La répartition des taux de mortalité parmi les différents groupes d'âges n'est pas uniforme, particulièrement pour la Malnutrition et les Maladies diarrhéiques. La répartition moyenne des taux de mortalité pour l'Afrique au sud du Sahara été employée pour ajuster cette dépendance par rapport à l'âge, particulièrement pour la Malnutrition (Tableau 11).

Tableau 11. Répartition spécifique par âge des taux de mortalité liée aux Maladies hydriques en Afrique Au sud du Sahara, (OMS, 194)

Groupe d'âge en années		Maladies diarrhéiques	Paludisme	Bilharzirose	Malnutrition	
					Protéine	Autres
0 - 4	19%	0,00841	0,00652	0,00000	0,00025	0,00018
5 - 14	27%	0,00051	0,00080	0,00005	0,00002	0,00003
15 - 41	41%	0,00008	0,00031	0,00004	0,00000	0,00010
45 +	13%	0,00005	0,00016	0,00002	0,00000	0,00032
Tous âges confondus		0,00174	0,00158	0,00004	0,00006	0,00012
Population 2 millions					-	
Nombre annuel de décès pour les quatre maladies					8.000	
Nombre annuel de décès pour toutes les causes					31.000	

A l'horizon de l'an 2010, pour une population similaire à celle de la Vallée du Fleuve Sénégal, le nombre annuel de décès liés aux quatre maladies est estimé à 8.000 par rapport au nombre total de décès qui est de 31.000. À ce nombre, on devrait ajouter le nombre annuel de décès, estimé à 300, liés à la forte épidémie de Bilharzirose de Richard Toll. Même si le taux de mortalité des premières années de l'épidémie a pu être faible, avec des situations similaires les expériences de Puerto Rico et du Soudan ont montré que le taux de mortalité va augmenter et atteindre de hauts niveau avec le temps (BNHP, 1980).

D. Les quatre scénarios de l'Évaluation des Risques Sanitaires

Y compris l'Option sans projet, 11 options ont été évaluées parmi les mesures sanitaires du Projet Énergie de Manantali. Ces options ont été regroupées en 4 principaux scénarios d'analyse comparative.

1. Scénario sans projet

Ce scénario découle de la non exécution du PEEM et de sa projection sur les chiffres de la population pour les années 2010. Il est basé sur la poursuite des pratiques actuelles de gestion de l'eau et d'agriculture sans une augmentation des programmes de santé. Il suppose que la Crue annuelle reste erratique et n'est pas coordonnée avec les besoins exprimés dans la moyenne vallée, que les réservoirs de Diama et Manantali ne connaîtront pas de fluctuations programmées de leurs niveaux et que les politiques gouvernementales actuelles qui favorisent la double culture du riz vont continuer.

2. Le scénario d'un (1) million de dollars du PEEM de 1997

Le Deuxième scénario utilise les mêmes chiffres de population que le premier mais suppose que quatre composantes sanitaires seront exécutées pour un coût d'un (1) million de dollars. Il s'agit de la proposition actuelle de l'OMVS. Dans le Deuxième scénario,

- a. il y aura des fluctuations dans les niveaux d'eau du réservoir de Manantali ;
- b. comme c'est le cas actuellement, il n'y aura pas de coordination de la crue annuelle ;
- c. des digues et des remblais seront aménagés dans la mi - vallée et
- d. un million de dollars seront investis dans la protection des berges et dans l'amélioration de l'Unité de Limnologie de Manantali.

3. Scénario étendu de 5 million de dollars du PEM de 1997

Le Troisième scénario est le même que celui du deuxième à part que 5 millions de dollars seront investis dans le programme suivant :

- a. il y aura des fluctuations des niveaux d'eau des deux réservoirs ;
- b. des Mollusques prédateurs seront utilisés dans le Lac de Guiers ;
- c. la riziculture en saison unique sera en vigueur dans toute la vallée et sera accompagnée de la culture de légumes ou de la tomate comme secondes cultures ;
- d. un programme de petite dimension d'approvisionnement en eau potable et d'évacuation des eaux usées sera exécuté à Richard Toll ;
- e. la Crue annuelle sera restaurée et prudemment coordonnée avec les besoins exprimés dans la mi - vallée et
- f. l'endiguement et le remblai seront différés jusqu'à ce que la productivité agricole soit restaurée dans la moyenne - vallée.

4. Le Scénario optimal

Dans le Quatrième scénario, on projette qu'un large programme de mesures sanitaires sera coordonné à la gestion intégrée des deux réservoirs pour un coût approximatif de 9 millions de dollars. Une Unité de Gestion Intégrée serait créée au sein de l'OMVS pour

coordonner les mesures sanitaires suivantes avec les besoins des autres utilisateurs de l'eau le long du fleuve Sénégal, comme recommandé dans l'Étude du Plan directeur de Santé de 1994 :

- a. il y aura des fluctuations des niveaux d'eau des deux réservoirs ;
- b. des Mollusques prédateurs seront utilisés pour contrôler la Bilharziose dans le Lac de Guiers et Le Canal de la Taouey ;
- c. les habitats de mollusques des marais de la Taouey seront éliminés par remplissage et drainage ;
- d. les systèmes d'irrigation et de drainage de la culture de la canne à sucre et du riz seront améliorés de façon à réduire le contact des travailleurs avec l'eau et les habitats de mollusques ;
- e. la riziculture en saison unique sera en vigueur partout dans la allée et sera accompagnée de la culture de légumes ou de la tomate en remplacement de la seconde récolte de riz ;
- f. l'intrusion annuelle d'eau salée à Diama sera restaurée ;
- g. un programme étendu d'eau potable et d'assainissement sera réalisé à Richard Toll. Le coût du programme est estimé à 6,9 millions de dollars ;
- h. la crue annuelle sera restaurée avec précaution en étroite relation avec les besoins exprimés des populations de la moyenne - vallée et
- i. l'endiguement et le remblai seront différés jusqu'à ce que la productivité agricole soit restaurée dans la vallée.

E. Coûts

Les coûts initiaux directs des dépenses en capital ou de fonctionnement des options proposées pour la gestion environnementale ont été évalués pour chaque scénario. Ces coûts viennent en addition à tout autre coût ou perte ressenti par les usagers hydroélectriques et agricoles de l'eau (Tableau 12 et aussi Tableaux 1 à 5).

L'étude détaillée des coûts pour chaque option a révélé une méthode très efficiente en termes de coûts qui pourrait être adaptée de façon idéale au contrôle de la Bilharziose dans le Lac de Guiers : l'usage des Mollusques prédateurs. Ces mollusques pourraient aussi participer au contrôle de la Bilharziose dans le Canal de la Taouey, les canaux principaux de la C.S.S. et au réservoir de Diama au cas où l'intrusion de la langue salée ne serait pas employée.

Le coût d'importation de ces Mollusques prédateurs – *Marisa cornuarietis* – serait de 36.000 dollars sur la base de trois importations séparées à partir des lacs de Puerto Rico. Il serait aussi possible de les importer du Soudan ou de la Tanzanie bien qu'il y ait moins d'habitats là-bas.

Après importation et placement de ces expéditions de 1000 adultes chacune, aucune autre dépense ne sera nécessaire si ce n'est le coût du contrôle de leur progrès. Une partie de ces mollusques devraient être gardée en réserve dans des étangs sûrs dans la perspective peu

probable d'un assèchement du Lac de Guiers au cours d'une période de sécheresse. Les Mollusques prédateurs pourraient être ensuite réintroduits après remplissage du lac.

Le Mollusque prédateur est d'une grosseur de 4 centimètres environ en diamètre (Fig. 10). À Puerto Rico, ces mollusques ont réussi à remplacer les Mollusques de la bilharziose dans 25 des 27 lacs du pays. Ils ont été ouverts à l'exportation vers l'Afrique par le Groupe Scientifique Consultatif de l'OMS et ont été introduits en Égypte, en Tanzanie, au Niger et au Yémen ; aucun effet adverse n'a été enregistré par la suite (Rapport annuel du BNHP, 1982).

Tableau 12. Coûts initiaux projetés des composantes sanitaires des quatre scénarios proposés pour la gestion environnementale dans le Bassin du Fleuve Sénégal (Voir tableaux 1 à 5)

OPTIONS	UN Sans projet	DEUX Proposition actuelle de l'OMVS	TROIS Proposition étendue de l'OMVS	QUATRE Proposition optimale
A- Fluctuations	—	24.000\$	24.000\$	24.000\$
B- Mollusques prédateurs	—	—	36.000\$	36.000\$
C- Remplissage des marais de la Taouey	—	—	—	300.000\$
D- Irrigation et drainage améliorés	—	—	—	1.920.000\$
E- Riziculture en saison unique	—	—	—	Pertes en rendements agricoles
G- Approvisionnement en eau et assainissement	—	—	4.940.000\$	6.900.000\$
H- Crue annuelle	—	—	—	Organisation de coordination
I- Endiguement et le remblai	—	—	—	Pertes en rendements agricoles
J- Remblais et digues de sûreté	—	860.000\$ pour la construction et 116.000\$ pour la planification et l'évaluation = 976.000\$	—	—
Total	Zéro	1.000.000\$	5.000.000\$	9.180.000\$

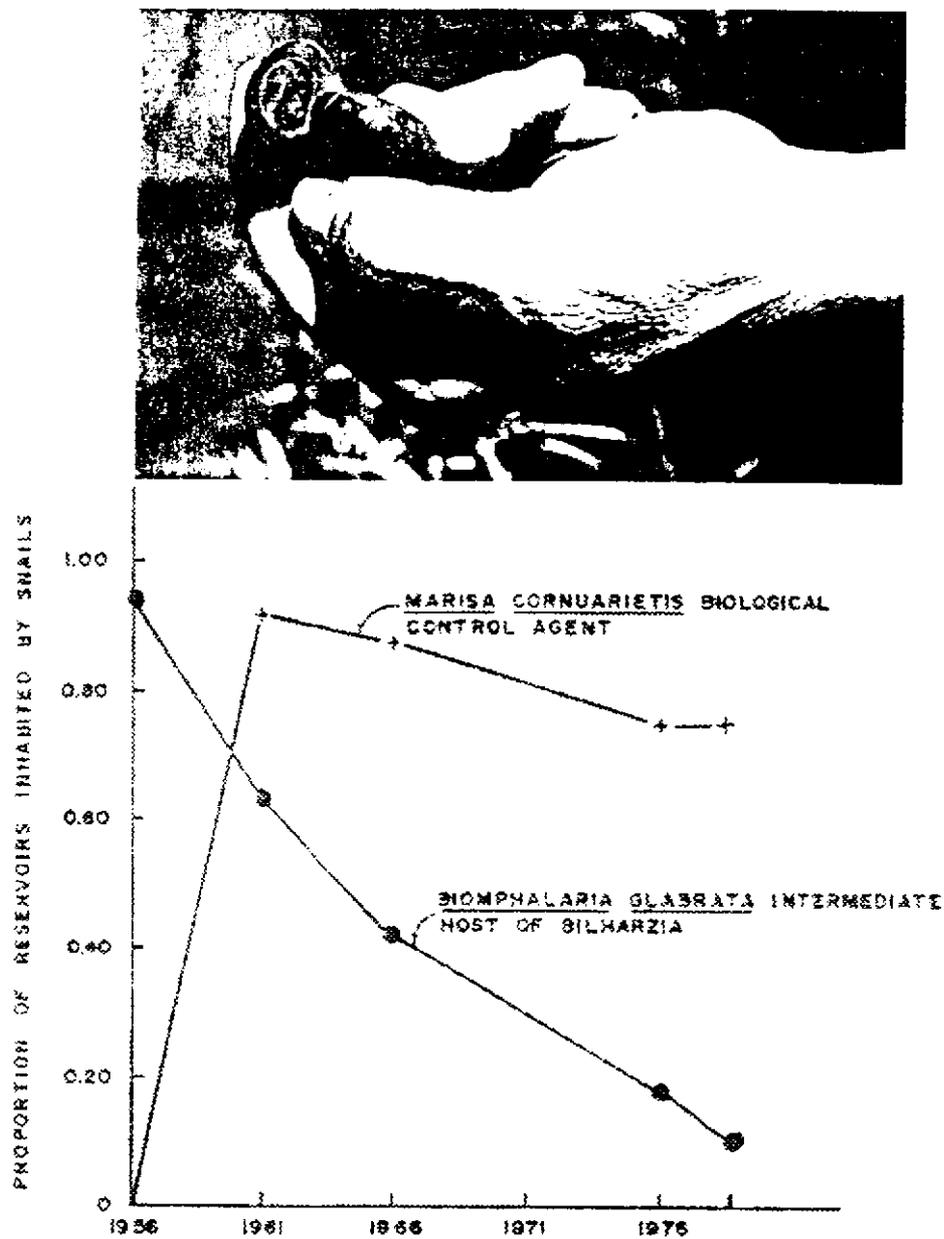


Figure 10. Contrôle réussi de la Bilharziose dans 27 réservoirs de Puerto Rico, 1956 - 1974. L'agent de contrôle biologique était le *Marisa Cornuarietis*, le grand Mollusque montré sur la photo

F. Bénéfices

L'Évaluation des Risques Sanitaires donne une méthode pratique de comparaison des effets sanitaires des quatre scénarios en termes de projections des taux annuels de décès le long du fleuve Sénégal. En utilisant les données de l'OMS et de la Banque Mondiale sur l'Afrique au sud du Sahara, on projette que le nombre annuel de décès sera de 30.000 sur une population de 2.000.000 de personnes, en plus de 300 décès additionnels issus de l'épidémie de Bilharziose et que le nombre de décès dus aux quatre maladies d'origine hydrique sera de 8.300, y compris les 300 cas de décès additionnels mentionnés précédemment (OMS, 1994). Les améliorations à apporter au Projet Énergie de Manantali seront donc évaluées comme des réductions sur le nombre annuel de décès de 8.300 personnes dus à ces quatre maladies.

Le résumé des quatre scénarios commence avec l'Option sans projet : Premier scénario. Pour ce scénario, la projection du nombre décès à l'horizon de l'année 2010 est le résultat des problèmes actuels de santé qui continuent d'exister à coté d'une population croissante. On projette ainsi que chaque année il y aura 8.300 cas de décès dans le cadre du Premier scénario (Tableau 13).

Tableau 13. Projections des réduction dans le nombre annuels de décès à l'horizon 2010 sous les quatre scénarios disponibles pour le Projet Énergie de Manantali.

OPTIONS	UN Sans projet	DEUX Proposition actuelle de l'OMVS	TROIS Proposition étendue de l'OMVS	QUATRE Proposition optimale
A- Fluctuations	—	Dans le réservoir de Manantali : 2	Dans le réservoir de Manantali : 2	Dans le réservoir de Manantali : 2
B- Mollusques prédateurs	—	—	Mollusques prédateurs dans le Lac de Guiers : 234	Mollusques prédateurs dans le Lac de Guiers : 234
C- Remplissage des marais de la Taouey	—	—	—	30
D. Irrigation et drainage améliorés	—	—	—	217
E- Riziculture en saison unique	—	—	—	1.365
G- Approvisionnement en eau et assainissement	—	—	—	351
H- Crue annuelle	—	—	—	65
I- Endiguement et le remblai	—	128	128	—
J- Remblais et digues de sûreté	—	20 par 10.00*58*200 = 23	—	—
Réduction totale des décès	Zéro	153	514	2.559
Décès totaux	8.300	80147	7.786	5.741

Une autre comparaison, en termes d'efficience - coûts, peut être faite en comparant les données des deux précédents tableaux qui font la projection des coûts et des vies sauvées. Le coût par décès évité a été calculé pour chaque option. (Tableau 14).

Tableau 14. Projection des coûts et des décès évités pour les 11 options disponibles pour le Projet Énergie de Manantali

OPTION	COÛT TOTAL	NOMBRE ANNUEL DE DÉCÈS ÉVITÉS	COÛT PAR DÉCÈS ÉVITÉ SUR 20 ANS
A- Fluctuations	24.000\$	2	600\$
B- Mollusques Prédateurs	36.000\$	234	8\$
C- Remplissage des marais de la Taoucy	30.000\$	30	500\$
D- Irrigation et drainage améliorés	1.920.000\$	217	442\$
E- Riziculture en saison unique	Pertes en rendements agricoles	1.365	
F- Intrusion d'eau salée	Pertes en rendements agricoles	351	
G- Approvisionnement en eau et assainissement	6.900.000\$	295	1.169\$
H- Crue annuelle	Pertes en rendements agricoles	65	
I- Endiguement et El remblai	Coûts de construction	128	
J- Digués et remblais de sécurité	976.000\$	23	2.122\$

Clairement, en termes de coûts, les Mollusques prédateurs seraient la plus efficiente méthode de contrôle de la Bilharziose alors que les digues et les remblais de sécurité seraient la méthode la plus coûteuse (Tableau 14). Les autres options coûtent généralement 500\$ environ par décès évité avec l'exception de l'approvisionnement en eau qui revient à 1.00\$ environ.

La façon la plus facile de calculer les bénéfices directs issus des différentes options de gestion environnementale, sera de réduire les services de soins et de santé conventionnels nécessaires dans le domaine de la santé de façon à réduire les maladies et les décès jusqu'au même niveau. Ces besoins peuvent être estimés à partir des coûts des méthodes de contrôle développées au Soudan (BNA, 1995). Les coûts de 1995 peuvent être utilisés directement étant donné que l'inflation a été faible pendant les deux dernières années (Tableau 5).

Cette comparaison est limitée aux coûts de contrôle de la Bilharziose et utilise un programme conventionnel basé sur les soins de santé, les médicaments et les produits chimiques toxiques destinés à tuer les mollusques, telle que la méthode proposée par le Projet ESPOIR et le Projet du Sénégal et de la Banque Mondiale de Contrôle des Maladies Endémiques. Ces coûts dérivent de 5 années d'opération dans la région irriguée du centre du Soudan (BNA, 1995).

Dans la zone de Gezira, les quatre maladies ressemblaient de par leur intensité, à celles qui prévalent aux alentours de Richard Toll au Sénégal actuellement mais étaient plus sérieuses que celles qui existaient dans d'autres parties du Bassin du Fleuve Sénégal. Ainsi, les projections de coûts devraient être réduites pour le Sénégal. Une réduction de 50% a été utilisée pour les calculs. Ainsi, le coût d'un tel programme pour 2 millions de personnes vivant le long du fleuve Sénégal, devrait avoisiner 3,11 dollars par personne pour la première année, soit 6.220.000 dollars (Tableau 5). Par la suite, le coût annuel de fonctionnement serait de 1,87 dollars par personne soit 2.740.000 dollars par année (Tableau 15). Ce coût serait reconduit chaque année et pour toujours, ce qui représente un considérable inconvénient des mesures conventionnelles de contrôle.

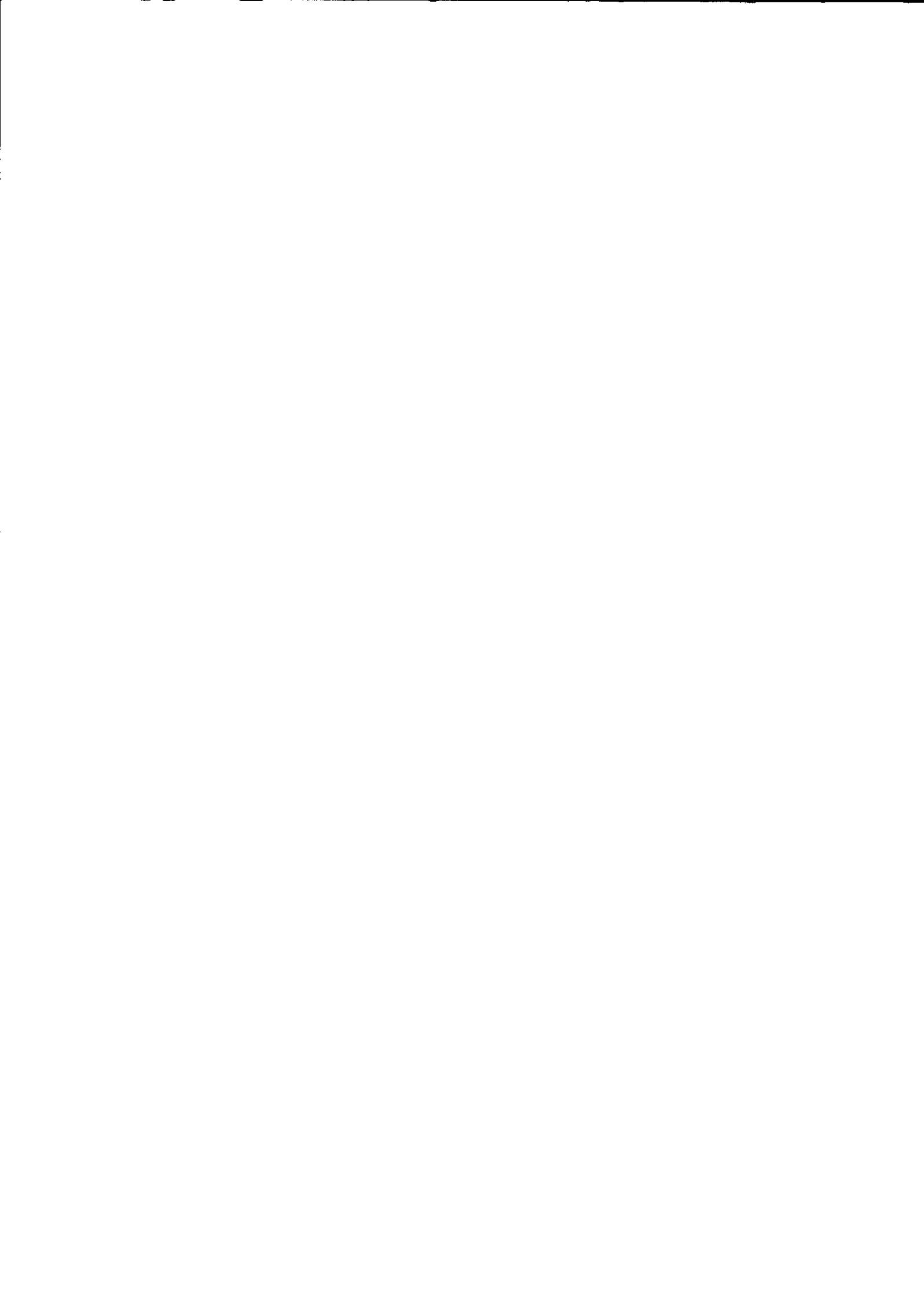
Ainsi, les mesures de gestion environnementales proposées dans ce rapport pour le Quatrième scénario, devraient déboucher pour le domaine de la santé, sur une économie de 56 millions de dollars pendant les 20 premières années suivant leur réalisation (Tableau 15).

Les faibles projections, en termes d'efficience - coûts des propositions, concernant les remblais de sécurité et les berges protégées situées près des villages, sont confirmées de façon vraiment graphique par la photo d'un principal site de contact de l'eau avec le rivage du réservoir de Diama près de Rosso en Mauritanie, en 1994 (Fig. 11). Ce site est long d'un kilomètre et possède plusieurs anses et criques protégées. Une eau peu profonde contenant des Mollusques infectés par la Bilharziose, s'étend sur près de 50 mètres vers l'intérieur du réservoir. Une unité, très grande et très bien conçue, sera nécessaire dans ce site. Chaque site a besoin d'une conception originale basée sur une étude géographique et épidémiologique détaillée, ce qui augmente le coût de cette méthode.

Tableau 15. Projection des coûts de contrôle de la Bilharziose dans le Bassin du Fleuve Sénégal en dollars de 1995, basée sur l'expérience du Soudan en utilisant les méthodes conventionnelles concernant les médicaments et biocides (BNA, 1995)

Population en état de risques à l'an 2010	2.000.000\$
Coût annuel par personne pendant la première année de contrôle de la Bilharziose	6.220.000\$
Coût de fonctionnement annuel par personne pendant les années suivantes	1,87\$
Coût de fonctionnement annuel total par personne pendant les années suivantes	2.740.000\$
Coût global pour un programme de contrôle de la Bilharziose d'une durée de 20 ans utilisant les méthodes conventionnelles	56.280.000\$

En assumant une égalité des coûts pour combattre le Paludisme, les Maladies diarrhéiques et la Malnutrition par les méthodes conventionnelles existant dans le domaine de la santé, le Quatrième scénario proposé pourrait faire économiser plus de 100.000.000 de dollars au domaine de la santé pendant les 20 prochaines années.





CHAPITRE VI

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Dans ce chapitre nous résumons l'analyse comparative des Quatre scénarios possible dans le cadre du Projet Énergie de Manantali et donnons ensuite quatre (4) recommandations finales.

A. Évaluation du coût et du bénéfice des Quatre scénarios

Les Quatre scénarios analysés dans l'évaluation des Risques Sanitaires, montrent que le Scénario optimal – Quatrième scénario – pourrait sauver, grâce à une gestion prudente de l'eau, environ 3.000 vies par année le long du fleuve Sénégal, pour un coût initial de 9 millions de dollars. Cet investissement pourrait faire économiser aux Ministères de la Santé du Sénégal, de la Mauritanie et du Mali, environ 2,5 millions de dollars par année en soins de santé réduits, s'ils essayaient de faire des améliorations similaires utilisant des méthodes de contrôle sanitaires conventionnelles, pour contrôler les maladies. Ainsi, l'investissement initial se prendrait en charge lui-même pendant 4 ans avec un taux interne de rentabilité supérieur à 27%.

Les projections d'épargne dérivées de la gestion intégrée de l'eau pour la Santé dans le cadre du PEM, pourraient très bientôt être réalisées en réduisant leur besoin de financement ou en réorientant l'accent géographique mis par l'actuel Projet de Contrôle des Maladies Endémiques et aussi par le prochain Projet d'Amélioration du Secteur de la Santé. Tous ces deux projets de la Banque Mondiale et du Sénégal, devraient utiliser les mesures sanitaires conventionnelles contre la Bilharziose à travers le Sénégal. Malheureusement, dans le cas de l'épidémie de Bilharziose sévissant actuellement à Richard Toll, ni les médicaments, ni les poisons chimiques destinés à tuer les mollusques – proposition du Projet de Contrôle des Maladies Endémiques – ne seraient économiquement efficaces ou soutenables.

L'incidence de la Bilharziose autour de Richard Toll est de 20% par année et probablement plus chez les enfants. Ainsi, de nouvelles infections pourraient arriver rapidement après traitement. Les Mollusques de la Bilharziose ont un taux élevé de repopulation et les applications chimiques seraient requises chaque mois et pour toujours.

Sous les mesures sanitaires de l'actuelle proposition de l'OMVS pour le PEM (Deuxième scénario), seuls environ 153 décès pourraient être évités par année par rapport à 500 pour le Troisième Scénario et 2500 pour le Quatrième scénario. Les mesures sanitaires proposées dans le Deuxième scénario de l'actuel PEEM, comprenant un investissement d'un (1) million de dollars, auraient un effet presque insignifiant (Tableau 13).

Les principales raisons justifiant l'inefficacité des mesures sanitaires actuelles de l'OMVS, sont le faible impact des propositions d'amélioration des berges et la faible population vivant autour du réservoir de Manantali, les deux foyers de concentration de ces mesures. Même si les mesures de protection des berges étaient étendues au delà des 58 sites de l'actuelle proposition du PEEM, elles n'auraient aucun impact sur le contact des travailleurs agricoles avec l'eau, une des principales sources de transmission de la Bilharziose dans les plantations de canne à sucre et les canaux de la C.S.S.

1. Sources de fonds additionnels

Une des possibilités de trouver des fonds pour financer les mesures environnementales proposées dans le Scénario optimal (Quatrième scénario), serait de demander à la C.S.S. de participer à un programme de coopération afférent à sa production de sucre. Ce programme comprendrait des améliorations à apporter à ses systèmes d'irrigation et de drainage de ses périmètres irrigués y compris l'élimination des marais de la Taouey et un programme étendu d'approvisionnement en eau potable pour ses travailleurs et leurs familles dans la zone de Richard Toll. Les deux premières composantes augmenteraient l'efficacité de ses systèmes d'irrigation tout en améliorant la santé de ses travailleurs.

Une deuxième source de fonds pour la construction de nouveaux systèmes d'approvisionnement en eau des Communautés vivant autour du Lac de Guiers, serait le Deuxième Projet Eau que la Banque Mondiale envisage de réaliser l'année prochaine. Ce deuxième projet d'approvisionnement en eau de Dakar et ses environs pourrait aussi approvisionner en eau potable les communautés localisées entre le Lac de Guiers et Dakar.

Cependant, la rentabilité économique élevée projetée dans le Quatrième scénario devrait être une raison suffisante pour maintenir toutes les composantes du PEEM. Ceci augmenterait les bénéfices prévisionnels du PEEM de l'ordre de 2,5 millions de dollars par an.

2. Classement des options

Le classement de la fin du Chapitre 5 des différentes options en termes de coûts par décès évité, donne des résultats similaires à ceux du premier classement élaboré au début du chapitre (Tableau 7), sur la base des coûts par personne protégée. L'ordre de classement en termes de coût par décès évité, classe les Mollusques prédateurs premiers avec 8\$ par décès évité et les mesures de protection des berges en dernière position avec un coût de 2.100\$ par décès évité (Tableau 16).

Selon l'analyse précédente, le classement met les fluctuations du niveau d'eau du réservoir de Manantali en première position avec un coût de 0,12\$ par personne protégée. Une fois encore, les remblais de sécurité et la protection des berges sont classés derniers avec un coût de 31\$ par personne protégée (Tableaux 7 et 16).

3. Haute efficacité de l'approvisionnement domestique en eau potable

L'approvisionnement domestique en eau potable figure dans les dernières places du classement en termes de coûts par décès évité mais ceci ne devrait pas décourager son développement (Tableau 16). Le coût projeté de 1.000\$ par décès évité est inférieur à celui des remblais et berges protégés. Plus significatives encore, les études sur l'approvisionnement en eau potable à Puerto Rico, St. Lucia et au Soudan montrent que ce dernier représente un moyen extrêmement sûr et efficace de réduire la transmission de la Bilharziose aussi bien que les Maladies diarrhéiques. Au Soudan, il a été établi que la transmission de la Bilharziose serait réduit dans une proportion inverse à la quantité d'eau fournie (Fig. 12).

Tableau 16. Classement des options sanitaires disponibles sous le PEEM (Voir Tableaux 7 et 14)

Rang	Classement initial selon le coût annuel par personne protégée en dollars des États-Unis		Classement final selon le coût par décès évité en dollars des États-Unis	
1	Fluctuation des niveaux d'eau à Manantali	0.12\$	Mollusques prédateurs	— 8\$
2	Fluctuation de niveau d'eau à Diama	0.41\$	Irrigation améliorée à Richard Toll	442\$
3	Revue des nouveaux projets de riziculture à Manantali	0.55\$	Remplissage des marais de la Taoucy	500\$
4	Contrôle biologique au Lac de Guiers	1.10\$	Fluctuation des niveaux d'eau	600\$
5	Gestion améliorée du système du Gorgol	2.11\$	Approvisionnement en eau à Richard Toll	1.169\$
6	Irrigation améliorée à Richard Toll	4.34\$	Remblais de sécurité et berges protégées	2.122\$
7	Améliorations agricoles dans les champs de riz du Lac R'kiz et de Lampsar	21\$	—	-
8	Remblais de sécurité et digues protégées	31\$	—	-

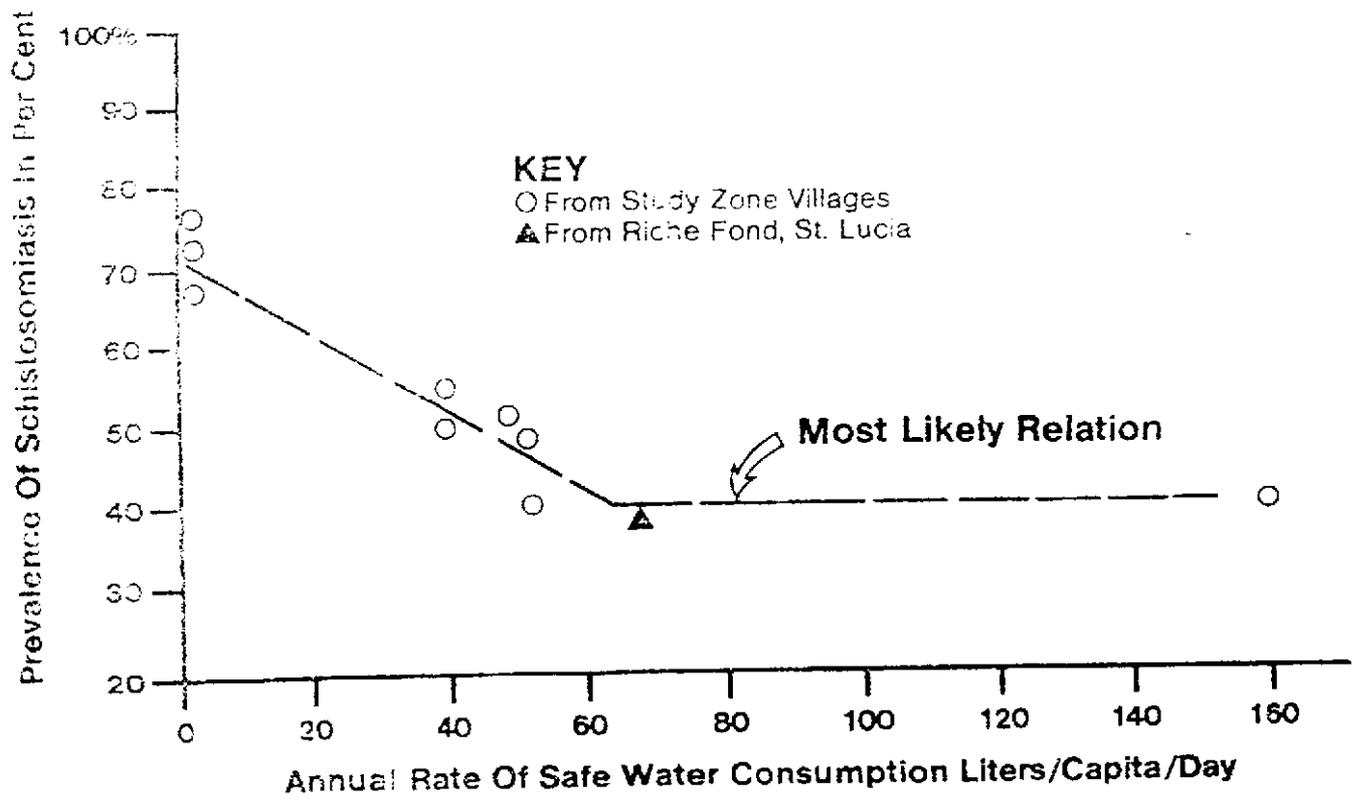


Figure 12. Impact de la consommation d'eau potable ou diminution de la prévalence de la Bilharziose intestinale au Soudan et à St. Lucia (BNA, 1995)

B. Recommandations finales

Cette Évaluation des Risques Sanitaires montre clairement les bénéfices sanitaires et économiques découlant d'un programme intégré de gestion de l'eau visant à établir une opération coordonnée des barrages de Manantali et de Diama et des systèmes d'irrigation de la canne à sucre et du riz le long du fleuve Sénégal. Cette approche intégrée avait été recommandée à l'OMVS en 1994 par 29 Hauts cadres de la santé du Mali, de la Mauritanie et du Sénégal, parce que du point de vue des coûts, elle est de loin plus efficiente que les méthodes conventionnelles du domaine de la santé (WASH, 1994).

1. Quatrième scénario – Programme intégré

L'approche intégrée résumée dans le Quatrième scénario, pourrait sauver 2.500 vies le long du fleuve Sénégal. Dans cette approche, un investissement de 9 millions de dollars ferait économiser au domaine de la santé, une somme de 2,5 millions de dollars par an dans les trois pays membres de l'OMVS. Ainsi, il est clairement supérieur au deux autres scénarios en termes de santé publique et d'efficience en coût. C'est un bon investissement pour les trois pays.

RECOMMANDATION NUMÉRO UN

Le Projet Énergie de Manantali devrait augmenter sa composante santé jusqu'à 9 millions de dollars pour réaliser le programme décrit dans le Quatrième scénario.

2. Deuxième scénario – Proposition actuelle de l'OMVS de 1 million de dollars

La proposition actuelle de l'OMVS qui comprend des fluctuations des niveaux d'eau du réservoir de Manantali et des essais opérationnels d'unités innovées de berges au niveau de 58 sites le long du fleuve est, en termes de coûts, l'approche la moins efficiente des trois scénarios évalués. L'investissement de 1 million de dollars envisagé sous cette approche serait du gaspillage.

RECOMMANDATION NUMÉRO DEUX

Les composantes sanitaires actuelles de 1 million de dollars du Projet Énergie de Manantali – Quatrième scénario – ne seraient pas efficaces ; ils devraient être améliorés comme décrit au Quatrième scénario.

3. Mollusques prédateurs

Il y a clairement, un avantage considérable à utiliser les Mollusques prédateurs *Marisa cornuarietis* pour contrôler la Bilharziose dans le Lac de Guiers. Si cela réussissait, l'expérience pourrait aussi être tentée dans le Canal de la Taouey et même dans le réservoir de Diama. Cette méthode a ainsi la capacité de sauver près de 500 vies par an avec un faible coût initial d'importation des mollusques, de 36.000 dollars.

L'utilisation de ces mollusques est aussi efficient en termes de coûts que l'usage des fluctuations des niveaux d'eau du réservoir de Manantali mais a aussi la capacité de protéger 325.000 personnes autour de Richard Toll. Une grande priorité devrait être accordée au développement de cette mesure de contrôle.

RECOMMANDATION NUMÉRO TROIS

Une haute priorité devrait être accordée à l'importation des Mollusques prédateurs *Marisa cornuarietis* pour le contrôle de la Bilharziose dans le Lac de Guiers.

4. Intrusion de la Langue salée à Diama

Une analyse détaillée sur 1 ou 2 mois, de l'intrusion de la langue salée à Diama entre Avril et Juin, a montré qu'on pourrait sauver 350 vies par le contrôle de la Bilharziose sur les rives du réservoir au Sénégal et en Mauritanie. Ces deux mesures combinées à l'adoption de la riziculture en saison unique, pourraient sauver jusqu'à 1700 vies par année le long du fleuve Sénégal.

La projection indiquant que l'intrusion de la langue salée ne serait nécessaire environ une fois tous les trois ans pour contrôler les Mollusques de la Bilharziose, est d'une grande importance pour cette méthode. Cela devrait minimiser encore les désavantages par rapport à l'agriculture et pourrait facilement être tenté durant la période d'une année que dure la phase de construction du PEM ; cette période serait précédée d'une durée d'un an pour la planification de la coordination avec les intérêts agricoles.

RECOMMANDATION NUMÉRO QUATRE

A cause de sa capacité à réduire considérablement la transmission de la Bilharziose et à arrêter l'expansion géographique actuelle de l'épidémie, une seule série d'intrusion de la langue salée devrait être préparée à Diama entre les mois d'Avril et Juin en fonction des nécessités de l'agriculture. Cette unique intrusion de la langue salée va probablement interrompre la transmission de la Bilharziose pendant 2 à 4 ans. Cet essai unique d'intrusion de la langue salée peut être effectué pendant la phase de construction du PEM avant que l'électricité ne soit générée à Manantali.

5. La compagnie Sucrière Sénégalaise – CSS

Il y aurait plusieurs avantages à coordonner ces efforts avec la CSS pour réduire la transmission de la Bilharziose à ses travailleurs en améliorant les pratiques d'irrigation et de drainage et en étendant l'approvisionnement domestique en eau à Richard Toll.

Parce que les activités de la CSS sont le foyer d'une des plus intenses épidémies de Bilharziose dans le monde, les efforts conjoints de la CSS et des opérateurs des barrages de Diama et Manantali, devraient être coordonnés. De tels efforts pourraient entraîner une réduction permanente et soutenable de la transmission de la Bilharziose.

RECOMMANDATION NUMÉRO CINQ

L'OMVS, la SOGEM et la SOGED devraient mettre en place un effort conjoint et coordonné avec la CSS pour améliorer les pratiques d'irrigation et de drainage à Richard Toll et étendre l'approvisionnement public en eau. Ceci serait un moyen logique et hautement efficient en terme de coûts, pour réduire considérablement l'expansion de l'épidémie.

REFERENCES

Les références sont regroupées en trois sections : (1) Arrière Plan sur le Bassin du Fleuve, (2) Ingénierie de la conception des projets dans le bassin du fleuve Sénégal et (3) Santé.

1. Arrière plan du Bassin du Fleuve Sénégal

Cogels, F.X., 1990, Incidence des aménagements de la vallée du fleuve Sénégal sur le lac de Guiers et propositions de gestion future de l'écosystème lacustre. Document 20 in « The Impact of Large water Projects on the Environment », Symposium International de l'UNESCO, 7 Place de Fontenoy, 75700 Paris.

Drijver, C.A. and Marchand, M. 1990, Taming the floods - environmental aspects of floodplain development in Africa, Document 42 in « The Impact of Large Water Projects on the Environment » Symposium International de l'UNESCO, 7 Place de Fontenoy, 75700 Paris..

Euroconsult, 1990, Profil de l'Environnement de la Vallée du Fleuve Sénégal, par Bart van Lavieren et Jeroen van Wetten. Publié par Euroconsult d'Arnhem, DGIS pour les Pays-Bas, Ministère des Affaires Étrangères, Pays-Bas.

Gannett Fleming Corddry et Carpenter, 1980, « Assessment of environmental effects of proposed developments in the Senegal River Basin », OMVS, GFCC, Harrisburg, Pennsylvanie, États-Unis d'Amérique.

Handschumacher, P., Hervé, J.P., Hebrard, G. 1992, Des *aménagements* hydro - agricoles dans la vallée du fleuve Sénégal ou le risque de maladies hydriques en milieu sahélien, Sécheresse 3, pp. 219 - 26.

IDA, 1991, « The Senegal River Basin Monitoring Activity, Institute for Development Anthropology », B.P. : 2207, Binghamton, New York, 13902 États-Unis d'Amérique.

Reizer, C. 1990, « Impact sur l'environnement des aménagements hydrauliques en Sahel fluvial : faut - il construire des barrages sur Le Sénégal ?, Document 24 in « The Impact of Large Water Projects on the Environment », Symposium International de l'UNESCO, 7 Place de Fontenoy, 75700 Paris.

Scudder, T. 1991, « The need and justification for maintaining transboundary flood regimes; the African case », Natural Resources Journal, New Mexico School of Law, 31, pp. 75 - 107.

2. Ingénierie de la conception des projets dans le Bassin du Fleuve Sénégal

Anne, I. 1992, Rapport semestriel d'activités, Cellule de Limnologie, OMVS, Manantali, Mali.

Euroconsult, 1990, Profil de l'environnement de la vallée du fleuve Sénégal, Euroconsult, Arnhem, Pays-Bas.

Gibb et al 1986, Étude de la gestion des ouvrages communs de l'OMVS, Rapports, Phase 2 - Volume 2A, Scénarios d'utilisation de l'eau, Juin 1986, Sir Alexander Gibb and Partners, Électricité de France, International et Euroconsult.

LeBloas, J. 1987, Availability of water with the Manantali Dam operating (Bakel irrigated perimeters). Mémo interne de l'USAID, 27 Février 1987.

Senegal - Consult 1970, « Feasibility survey or the regulation of the Senegal River », Senegal - Consult de Genève, Suisse. —

Seymour, M., McPherson, L. and Harmon, D. 1985, « The case of the Bakel small irrigated perimeters project in Senegal », Publication PB87 - 155313 de l'USAID.

3. Santé

Baudon, D. , Robert, V. , Darriet, F. , and Huerre, M. , Impact de la construction d'un barrage avec retenue d'eau sur la transmission du paludisme, Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 79 (1), pp. 123 -129.

Blue Nile Handbooks Numbers 1 - 5, Blue Nile Associates, Box 218 Meeker, Colorado, USA.

Blue Nile Health Project Annual Reports, 1980 - 1990, Wad Medani, Sudan.

Brinkman, UK , Korte, R. , and Schmidt - Ehry, B. , 1988, « The distribution and spread of schistosomiasis in relation to water resources development in Mali », Tropical Medicine and Parasitology 39, pp. 182 - 185.

Chaine, J. P. J. 1981, « Studies of urinary schistosomiasis in the Sahelian region of the Senegal River Basin », Thèse de Doctorat à l'Université de Tulane, University Microfilms International, 300 N. Zeeb Road, Ann Arbor, Michigan 48106.

Diallo, S. , O. Ndir, O. Gaye, O. Faye, O. T. Diaw and B. B. Betts, 1991, Prévalence des maladies parasitaires endémiques dans les bassins du fleuve Sénégal, Service de Parasitologie, Faculté de Médecine et Pharmacie, University Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal.

Diaw, O. T. , Vassiliades, G. , Seye, M. and Sarr, Y. 1991, Épidémiologie de la bilharziose intestinale à *Schistosoma mansoni* à Richard Toll, Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 84 (2), pp. 174 - 183.

Diop, M. and W. Jobin 1994, « Master Health Plan Study for OMVS », Projet WASH de l'USAID, Washington DC.

Duflo, B. , H. Balique, P. Ranque, A. N. Diallo, G. Brucker, H. Alavi and N. Prescott 1986, Estimation de l'impact des principales maladies en zone rurale malienne, Revue d'épidémiologie et santé publique, 34, pp. 405 - 418.

El Gaddal, A. A. , 1985, « The Blue Nile Health Project », Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 88, Volume entier.

Gryseels, B. , F. Stelma, I. Talla, et al., 1994, « Epidemiology, immunology and chemotherapy of *Schistosoma mansoni* infections in a recently exposed community in Senegal », Tropical and Geographical Medicine, 46 - 4, pp. 209 - 219.

INSRP, 1986, Évaluation de l'impact du recasement sur la situation sanitaire des populations déplacées du barrage de Manantali - Enquête de base, Institut National de Recherche en Santé Publique, Bamako, Mali.

INSRP 1989, Évaluation de l'impact du recasement sur la situation sanitaire des populations déplacées du barrage de Manantali - Enquête finale, Institut National de Recherche en Santé Publique, Bamako, Mali.

Jobin, W. R. , Negron, H. , Jamnback, H. , and Michelson, E. 1976, « Health study for the Gorgol Irrigation Project », Rumford River Laboratories, B.P. : 542, Foxboro, Massachusetts 02035 États-Unis d'Amérique.

Jobin, W. R. and Jamnback, H. 1988, Report on health for Bakel Project in Senegal, Blue Nile Associates, B.P. : 542, Foxboro, Massachusetts, 02035 États-Unis d'Amérique.

Jobin, W. R. 1989, « Rift valley fever : a problem for dam builders in Africa », Water Power and Dam Construction, Août, pp. 32 - 34.

Jobin, W. R. 1993, « Rapid Health Assessment for Manantali Energy Project », Blue Nile Associates, soumis au Département Technique pour l'Afrique de la Banque Mondiale, Washington DC, Mars.

Jobin, W. R. 1995, « Bilharzia prevention and hydroelectric reservoirs », Handbook 3 de Blue Nile Associates, PO Box 542, Foxboro, Massachusetts, 02035 États-Unis d'Amérique.

Jouan, A. , F. Adam, I. Coulibaly, O. Riou, B. Philippe, E. Ledru, C. Lejan, N. O. Merzoug, T. Ksiazek, B. Leguenno, 1990, Épidémie de fièvre de la vallée du Rift en République Islamique de Mauritanie, Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 83 (5), pp. 611 - 620.

Obeng, L. E. 1969, « Man-made lakes », Symposium d'Accra, Presses Universitaires du Ghana, Accra, Ghana.

OCP, 1992, « Progress report of the Onchocerciasis Control Program in West Africa », JPC13.2, OCP / PR / 92, Organisation Mondiale de la Santé, Genève.

OMS 1982, « Rift Valley Fever : An emerging human and animal problem », Publication Offset de l'OMS No. 63, Organisation Mondiale de la Santé, Genève.

ORANA, 1992, Élaboration d'un plan directeur de santé pour le bassin du fleuve Sénégal - Volet : Nutrition, par Coudy Ly et Dr. Makhtar Ndiaye, ORANA, 39 Avenue Pasteur, B.P. 2089, Dakar, Sénégal.

PEEM, 1981 - 1996, « Report of the Annual Meetings », Secrétariat du PEEM, Organisation Mondiale de la Santé, 1211 Genève 27, Suisse.

Robelus, R. , 1995, « Presentation at OMVS workshop on integrated operation of reservoirs in Dakar », Banque Mondiale, Novembre.

Stelma, F. , I. Talla, K. Polman, M. Niang, R. Sturrock, A. Deelder and B. Gryseels, 1993, « Epidemiology of Schistosoma mansoni infection in a recently exposed community in northern Senegal », American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 49 (6) pp. 701-706.
Stelma, F., I. Talla, P. Verle, M. Niang and B. Gryseels, 1994, « Morbidity due to heavy Schistosoma mansoni infections in a recently established focus in northern Senegal », American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 50 (5), pp. 575 - 579.

Talla, I. , A. Kongs, P. Verle, J. Belot, S. Sarr and A. M. Coll. 1990, « Outbreak of intestinal schistosomiasis in the Senegal River Basin », Annales de la Société Belge de Médecine Tropicale 70, pp. 173 - 180.

Tennessee Valley Authority 1947, « Malaria control on impounded waters », Imprimerie du Gouvernement des États-Unis, Washington DC.

Traoré, M. 1989, « Schistosomiasis in the Selingue dam area : the integrated approach », Tropical Medicine and Parasitology, 40 (2), pp. 228 - 231.

Walsh, J. 1988, « Rift Valley Fever rears its ugly head », Science Now 240, pp. 1397 - 1399.

WHO 1982, « Rift Valley Fever : An emerging human and animal problem », Publication Offset No. 63 de l'OMS, Organisation Mondiale de la Santé. Genève .

