

PN-ABM-928 80212

# Senegal River Basin Monitoring Activity

## Synthesis Report



Institute for Development Anthropology

**Suivi des Activités  
du Bassin du Fleuve Sénégal:  
Synthèse de la Phase I**

**Michael M Horowitz  
et  
Muneera Salem-Murdock<sup>1</sup>**

novembre 1990

**Institute for Development Anthropology  
99 Collier Street, P. O. Box 2207  
Binghamton, NY, USA, 13902-2207**

Ce document est publié par l'Institut pour L'Anthropologie du Développement (Institute for Development Anthropology, IDA) et concerne des travaux réalisés dans le cadre de l'Accord de Recherche Coopérative sur les Etablissements Humains et l'Analyse des Systèmes de Ressources Naturelles, SARSA No. DAN 1135-A-00-4068-00, entre Clark University et L'Institute for Development Anthropology, financé par l'Agence du Gouvernement des Etats-Unis pour le Développement International, Bureau de la Science et de la Technologie, Office du Développement Rural et Institutionnel, Division du Développement Rural et Régional.

*Il y 900 ans, l'historien arabe Abu 'Ubayd 'Abd Allah b. 'Abd al-'Aziz al Bakri (1981:82) nota dans son Kitab al-masalik wa-'l-mamalik un système remarquable d'agriculture dans la Vallée du fleuve Sénégal basé sur la culture de décrue:*

*Les habitants sèment leurs récoltes deux fois par an, la première fois quand la terre est humide (thara) pendant la saison de la crue du Nil (c'est-à-dire du Sénégal) et plus tard dans la terre (qui a gardé son humidité).*

*Ce système, qui a contribué à l'approvisionnement de la population pendant au moins un millénaire, n'en est pas moins remarquable de nos jours. Bien qu'elle ait été cultivée de façon continue pendant une si longue période, la plaine inondable ne fait montre d'aucune ou peu d'évidence de dégradation durable ou de détérioration progressive dans sa capacité de production (King 1990). La crue annuelle rend aussi possible l'exploitation complémentaire de la plaine par les pêcheurs et les éleveurs, participe à la régénération des bois et des pâturages et soutient une faune et une flore sauvages et domestiques diversifiées biologiquement.*

*Ce système et les populations denses qui en dépendent sont aujourd'hui en danger.*

## Table des Matières

|   |    |
|---|----|
| Résumé .....  | v  |
| 1. Introduction .....   | 1  |
| 2. Généralités .....  | 6  |
| 3. Le Problème .....  | 10 |
| 4. L'Agriculture dans la plaine inondable: La culture de décrue et l'irrigation ..... | 12 |
| 5. L'Intensification dans les cuvettes .....  | 22 |
| 5.1 La Pêche .....  | 22 |
| 5.2 Elevage et pâturage .....   | 26 |
| 6. Impacts sur l'environnement .....  | 29 |
| 6.1 La Sylviculture .....   | 29 |
| 6.2 Eaux à usage domestique .....   | 31 |
| 7. Autres coûts .....   | 33 |
| 7.1 Le social et le politique .....   | 33 |
| 7.2 L'Electricité bis: Sir Alexander Gibb & Partners .....                            | 35 |
| 8. Recommandations .....  | 38 |
| Bibliographie .....   | 45 |
| Notes .....   | 50 |

## **Résumé**

### **1. Introduction**

Jusque récemment, la position prévalente parmi les donateurs, les gouvernements et l'organisation multiétatique régionale pour le développement du bassin était qu'après une période de transition, la crue artificielle à partir de Manantali serait interrompue et les eaux du fleuve Sénégal gérées uniquement pour l'hydro-électricité, l'irrigation et la navigation. Cette position était étayée par des analyses de rentabilité comparant les valeurs de l'hydro-électricité et de la culture de décrue. Ces analyses favorisant l'interruption de la crue ignoraient l'éventail complet des coûts: hydrologiques, écologiques, économiques, sociaux et politiques. En 1987, le Suivi des Activités du Bassin du Fleuve Sénégal (SRBMA) commença à explorer l'hypothèse qu'une crue permanente contrôlée à partir de Manantali se justifierait par l'augmentation, sans dommage pour l'environnement, de la production, des revenus et de l'emploi. En 1989, le Gouvernement du Sénégal s'est associé à une approche plus holistique du développement du bassin du fleuve Sénégal que le concept "énergie-irrigation-transport," et à une reconsidération des alternatives aux stratégies gestionnelles pour le barrage.

### **2. Généralités**

Le long de la rive gauche du fleuve Sénégal, qui se trouve pour la plus grande partie dans la zone sahélienne à faible pluviométrie, 800.000 personnes gagnent leur vie grâce à une variété d'activités de

production en tant que petits exploitants. Ils pratiquent la pêche, l'élevage et la culture sous-pluie du petit mil, de décrue du sorgho et irriguée du riz; et les émigrants de travail envoient des revenus monétaires. Ce système diversifié, qui, dans la Moyenne Vallée, est bien adapté à l'environnement des plaines inondables, dépend de la crue annuelle et est menacé par les barrages de Manantali et Diama, qui pourraient sérieusement affecter l'écologie du bassin. Le défi pour les planificateurs du développement est d'arriver à une stratégie qui minimiserait les impacts négatifs des barrages tout en maximisant leurs avantages grâce au maintien et à l'amélioration des systèmes de production en existence, à l'amélioration et l'expansion, toujours possible, de l'irrigation et à la génération d'énergie hydro-électrique.

### **3. Le Problème**

L'argument visant à interrompre la contribution du Bafing à la crue présume qu'il existe une concurrence pour une eau peu abondante. Le consultant principal en hydro-électricité pour le bassin affirme qu'une crue contrôlée se traduirait par la perte annuelle de  $3,591 \times 10^9$  Fcfa (à 21 Fcfa/kwh), une perte équivalant à plus du double de la valeur de la production des 50 000 hectares cultivés en décrue ( $1,7 \times 10^9$  Fcfa/an à 34.000 Fcfa/ha). Ces chiffres, qui ont été conservés par le consortium responsable jusqu'en juin 1990 de la rédaction du Plan Directeur pour la Rive Gauche, pourraient être imparfaits à deux égards: (1) une surestimation des pertes d'énergie engendrées par la culture de décrue; et (2) une sousestimation des apports économiques totaux engendrés par la production de la plaine inondable.

#### **4. La culture dans la plaine inondable: culture de décrue et irrigation**

Les initiatives de développement dans le bassin continuent à se concentrer strictement sur l'irrigation, malgré le fait qu'elle n'ait que rarement dans le passé réalisé ses objectifs de production ou de revenus. Cette faible performance peut être attribuée aux exigences (généralement non spécifiées) en main-d'oeuvre et capital, trop lourdes pour beaucoup des ménages, qui allouent la plupart de leur capital aux achats alimentaires et de leur main-d'oeuvre vers un répertoire de production diversifié afin de minimiser les risques. Une comparaison des productions nettes par unité de surface, de main-d'oeuvre et de capital investies indique que, les années de crue et de pluies suffisantes, les facteurs de production les plus limités -la main-d'oeuvre et le capital- ont été mieux rémunérés par la culture de décrue que par l'irrigation. Une stratégie de développement solide doit mettre l'irrigation à sa place, comme *l'un, et seulement un*, des éléments dans un système de production complexe.

#### **5. L'intensification dans la plaine inondable**

Les avocats de l'expansion de l'irrigation recherchent des taux d'intensification de 160 pourcent, soit environ le double du taux actuellement atteint par la culture céréalière dans la plaine inondable. Pourtant, dans la plaine inondable, la succession dans le temps de la pêche, de la culture céréalière et de l'élevage engendre déjà des taux nettement supérieurs à ceux que l'on espère obtenir dans les périmètres.

#### **5.1 La Pêche**

L'interaction des rivières avec la plaine inondable qui les borde est primordiale pour la reproduction des poissons d'eau douce. Les années qui précèdent la sécheresse, la production de poissons par hectare était approximativement de 70 kg, soit environ 35.000 Fcfa/ha à 500 Fcfa/kg. Une fois ces 35.000 Fcfa ajoutés à la valeur du sorgho de décrue de 34.000 Fcfa/ha, selon une estimation du consultant en hydro-électricité, le total de 69.000 Fcfa indique l'importance de la pêche non seulement dans la consommation des ménages mais aussi pour leurs revenus.

#### **5.2 L'Élevage et le pâturage**

La plaine inondable supporte pendant la saison sèche de grands troupeaux de ruminants qui broutent les arbres, l'herbe et les fanes résiduelles de la récolte et qui fument les champs. Il est probable que la réduction de la crue entraînera un déclin marqué de la capacité de charge de la plaine. Une évaluation de ce déclin donne une perte annuelle de 17.500 Fcfa/ha.

#### **6. Impacts sur l'environnement**

##### **6.1 La Sylviculture**

L'*Acacia nilotica*, l'espèce d'arbre la plus répandue dans la Moyenne Vallée, dépend d'une crue périodique pour sa croissance et sa reproduction. Les régions boisées semblent avoir déjà souffert des sécheresses des années 70 et 80 et une réduction permanente de la crue pourrait s'avérer désastreuse. Cet arbre contribue à la stabilisation du sol et fournit du bois de chauffe, du charbon de bois, du

pâturage aérien et un bois résistant aux termites pour la construction.

## **6.2 Les Eaux à usage domestique**

L'alimentation des nappes souterraines dépend de la crue. Les nappes phréatiques fournissent une eau facilement accessible dans la Moyenne Vallée et dans les vastes étendues alentours pour le bénéfice des êtres humains et des animaux et pour l'irrigation des petits jardins maraîchers, surtout ceux gérés par les groupements de femmes. Une réduction de la crue entraînera une baisse du niveau hydrostatique et des méthodes de recharge devront être introduites pour assurer un accès continu. Des forages allant jusqu'aux nappes profondes pourraient être la seule solution, mais ils sont coûteux à installer et opérer. Même ainsi, une baisse continue du niveau des eaux souterraines fera monter les coûts de pompage, exigera la réhabilitation des forages et pourrait entraîner la remontée de la langue salée vers l'intérieur du Delta.

## **7. Autres coûts**

### **7.1 Le social et le politique**

En limitant les opportunités pour un système de production diversifié, la réduction de la crue pourrait entraîner une concurrence intense entre les individus et les groupes pour l'accès à une base de ressources limitée et homogénéisée. Cette limitation pourrait aussi affecter négativement la quantité de travail des femmes, des enfants et des personnes âgées, puisqu'ils resteront dans la Vallée alors que les hommes adultes partent ailleurs à la recherche de travail salarié.

Avec l'accélération de l'exode rural, la base économique des petites villes de la région se détériorera, puisque les emplois autres que ceux de fonctionnaires de l'Etat ne subsistent pour l'essentiel qu'en étroite dépendance avec l'expansion du secteur rural.

## **7.2 L'Electricité**

Les calculs hydrologiques des ingénieurs-conseils pour l'organisation régionale du bassin du fleuve ont servi de base aux discussions sur la gestion du barrage et ont cultivé la notion qu'il existe une incompatibilité entre l'énergie et une crue contrôlée. Leurs analyses posent la question de savoir quelle quantité maximale d'énergie aurait pu être produite continuellement de 1904 à 1984 s'il y avait eu une crue couvrant 50.000 hectares.<sup>2</sup> Les calculs de SRBMA acceptent que, les années les plus sèches telles que 1983-1984, il n'y aurait pas eu de crue artificielle. Les résultats indiquent que, 62 années sur 81, il y aurait eu assez d'eau et pour une crue de 50.000 hectares et pour une production garantie d'hydro-électricité de 86 mégawatts. De plus, pour la plupart des 19 années déficitaires, il y aurait suffisamment d'eau dans le réservoir pour supporter une lâchure du volume nécessaire pour couvrir 50.000 hectares.<sup>3</sup>

## **8. Recommandations**

En nous basant sur l'analyse précédente, et sur les rapports individuels de SRBMA sur l'hydrologie, la pêche, l'agriculture, la pédologie et les problèmes socio-économiques, nous proposons une série d'actions à suivre sous la coordination de la Cellule Après-Barrages du Gouvernement du Sénégal, avec la

participation maximale d'organisations et de particuliers sénégalais. Ces recommandations cherchent à assurer un développement intégré qui protège l'environnement tout en générant des revenus et des emplois le long de la rive gauche de la Vallée du fleuve Sénégal.

## 1. Introduction

1. Le travail de SRBMA a eu lieu dans une atmosphère politique changeante reflétée par l'évolution de l'opinion des responsables sénégalais au sujet de la crue artificielle.<sup>4</sup> Au début de la recherche, en 1987, le Gouvernement du Sénégal s'alignait sur la position de l'OMVS selon laquelle la crue artificielle devait être *transitoire*, c'est-à-dire un moyen temporaire de sevrer la population des plaines inondables de la culture de décrue alors que de nouveaux périmètres irrigués faisaient leur entrée. L'OMVS, ses trois Etats membres et les bailleurs de fonds des barrages de Manantali et Diama s'accordèrent sur le fait qu'après une période de transition, les barrages seraient opérés afin de maximiser la génération d'électricité et pour que le niveau du fleuve en saison sèche soit assez élevé pour permettre le transport fluvial et une irrigation plus rentable. Cela voulait dire que la lâchure en septembre à partir de Manantali, qui s'ajoute aux eaux non régularisées des rivières Bakoye et Falémé, prendrait fin.

2. SRBMA commença son étude en testant une autre hypothèse, celle qu'une crue contrôlée à partir de Manantali, qui élèverait le niveau du fleuve Sénégal jusqu'à celui qu'on obtiendrait en cas de crue, se justifierait par une augmentation sans dommage pour l'environnement de la production, des revenus et des emplois. A ce moment-là, la Banque Mondiale acceptait les calculs de Sir Alexander Gibb & Partners selon lesquels une crue artificielle engendrerait une perte d'électricité d'un coût inacceptable (Andersen 1987). Ces calculs se basaient sur une production maximale pour toutes

les années de 1904 à 1984, bien qu'aucune des personnes favorables à une crue artificielle n'ait jamais suggéré qu'une lâchure puisse se justifier pendant les années de sécheresse comme celles de 1983-1984.

3. Bien que jusqu'à ce jour l'OMVS garde la position que les barrages devraient finalement être opérés sans aucune crue artificielle -en fait, l'OMVS reste seule à s'attacher à la notion du transport fluvial par péniche de St.Louis à Kayes l'année durant, bien qu'aucun donateur ne s'y soit engagé- le Sénégal (1989:16) fut le premier à émettre officiellement en janvier 1989 la possibilité d'une autre stratégie. A ce moment-là, le Ministre sénégalais du Plan et de la Coopération, M.Djibo Ka, écrivit:

Le suivi de l'impact de la crue artificielle constitue une activité capitale en ce sens qu'il permettra d'apprécier l'opportunité soit d'arrêter cette crue en raison des concurrences éventuelles avec la production d'énergie hydro-électrique soit de la prolonger jusqu'à un horizon à déterminer. Ce suivi permettra également d'adapter nos programmes d'amélioration de (la) culture (de décrue) tant du point de vue variétal qu'en fonction des techniques de production.

4. Apparemment, cette suggestion a tellement impressionné le consortium (GERSAR/CACG. et alii 1989:38) engagé pour préparer un Plan Directeur pour le Développement de la Rive Gauche (c'est-à-dire sénégalaise) du Fleuve Sénégal que, dans leur rapport provisoire de décembre

1989, ils ont fait de la possibilité du maintien d'une crue artificielle la principale question à résoudre:

La culture de décrue constitue un moyen traditionnel de valorisation des sols du lit majeur du fleuve Sénégal. Les conditions pluviométriques des 15 dernières années ont cruellement mis en évidence les aléas d'une telle production vivrière en période de sécheresse persistante. La mise en service du barrage de Manantali permet de recréer artificiellement la crue, pour pallier une déficience de la crue naturelle. La réserve d'eau destinée à la crue artificielle est, ou sera, en concurrence avec d'autres utilisations de Manantali, jugées prioritaires car apportant une plus value significativement plus importante:

- cultures intensives sur périmètres irrigués en maîtrise de l'eau,
- production hydro-électrique.

Faut-il supprimer cette crue artificielle et à quel terme?

5. La conclusion de GERSAR/CACG. et alii (1989), basée sur le modèle d'une production garantie 100% du temps utilisé par Gibb, était négative: les bénéfices d'une crue artificielle, pour ce qui est d'une augmentation de la production agricole dans la plaine inondable, sont en-deça des coûts, en termes de réduction de l'hydro-électricité.<sup>5</sup>

6. Seulement six mois plus tard, le revirement est complet (GERSAR/CACG. et alii 1990:110). Ayant décidé de ne plus rechercher une production garantie 100% du temps, le consortium maintient maintenant que les coûts d'une crue artificielle sont moindres que ses bénéfices. Le consortium ne limite plus sa comparaison de l'hydro-électricité et de l'irrigation, d'un côté, à la culture de décrue, de l'autre côté, et accorde maintenant de la valeur aux autres activités de production dépendant de la crue, telles que l'élevage et la pêche, et aux conséquences pour l'environnement, telles que le reboisement naturel.

7. Avec le changement dans la position officielle du Gouvernement du Sénégal, changement allant du rejet au soutien d'une crue artificielle permanente et à la réalisation de la complémentarité entre l'agriculture de décrue, l'irrigation et l'énergie hydro-électrique, au moins jusqu'à ce que les surfaces irriguées atteignent les 100.000 hectares, SRBMA se trouve donc plutôt en conformité qu'en contradiction avec la position officielle. Aussi, au lieu de fournir des analyses détaillées de chaque élément des systèmes écologiques et de production, comme nous avions initialement l'intention de le faire, nous ne les considérerons que brièvement tout en nous concentrant sur la question qui reste problématique: la comparaison des coûts et des bénéfices de l'irrigation et de la culture de décrue.

8. Les résultats de SRBMA offrent un fort soutien à la décision du Sénégal de s'engager vers le renforcement d'un système de production diversifié, sensible à la division sexuelle et sans dommage pour l'environnement le long de la rive

gauche du fleuve: un système qui comprend la culture sous-pluie du petit mil et d'autres produits agricoles sur les levées sableuses pendant la courte saison des pluies, la culture de décrue dans la plaine inondable, l'irrigation, l'élevage et la pêche, qui encourage la croissance des bois et des pâturages, qui garantit une eau sûre et saine pour l'usage domestique et qui facilite l'essor des entreprises non agricoles et de l'emploi.

9. La réalisation d'un développement intégré dans la Vallée dépend, comme la version de juin 1990 du Plan Directeur de la Rive Gauche (PDRG) le reconnaît, d'une crue annuelle (ou quasi annuelle). Mais il dépend aussi de la garantie du "bon mélange" d'irrigation et de culture de décrue. Alors que l'attrait d'une expansion rapide de l'irrigation est évident, surtout à cause de son potentiel d'augmentation des rendements par unité de surface, la familiarité de l'IDA avec l'irrigation -au Sénégal et plus largement dans l'Afrique subsaharienne- suggère une expansion prudente, maîtrisée et soigneusement suivie. Il est largement admis, même par les partisans les plus ardents de l'irrigation, que l'expérience sénégalaise et africaine, avec des périmètres de toutes tailles et munis de systèmes de gestion divers, a été décevante: les coûts se sont révélés beaucoup plus élevés que ce qui avait été prévu, les rendements et les taux d'intensification beaucoup plus faibles,<sup>6</sup> les agriculteurs réticents ou incapables d'investir le capital et la main-d'oeuvre aux taux recommandés; les groupements de producteurs instables; les temps de panne des groupes moto-pompes excessifs. Les champs ont besoin d'être à nouveau aplanis plus tôt que prévu; les canaux sont

souvent mal entretenus, etc. etc. etc. De plus, cette faible performance caractérise une période où l'Etat, par le biais de la Société d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé (SAED), aménageait les terres et fournissait les équipements et les intrants nécessaires à des prix fortement subventionnés, voire même gratuitement. La Nouvelle Politique Agricole (1984) et le Programme d'Ajustement Structurel, dans le cadre desquels le Gouvernement du Sénégal opère maintenant, prévoient le désengagement de l'Etat de ces opérations et la fourniture d'équipement et d'intrants aux agriculteurs pour les casiers irrigués à des prix qui reflètent plus correctement leurs coûts (Woodhouse et Ndiaye 1990).<sup>7</sup> A la longue, la Nouvelle Politique Agricole attend des agriculteurs qu'ils assument aussi les coûts d'amortissement des périmètres.<sup>8</sup>

10. Le fait que les agriculteurs sont désireux de s'installer sur des périmètres neufs tout en abandonnant ceux qui n'ont que quelques années--un processus appelé *irrigation itinérante*--devrait aussi inviter à la prudence. Evidemment, les projets d'irrigation ont un meilleur rendement pendant les premières années, une fois que l'on a fait face et résolu les problèmes initiaux. Les parcelles sont proprement aplanies, il n'y a aucune salinisation des sols, l'équipement marche, et les attributaires de parcelles tout comme les Présidents de groupements sont enthousiastes et optimistes. Cette performance initiale heureuse, et qui va en se détériorant, devrait influencer le rythme auquel de nouveaux périmètres sont aménagés. Des évaluations ne devraient donc pas être faites les premières,

deuxième et troisième années seulement mais aussi celles qui suivent, avec les mécanismes de suivi nécessaires pour identifier précisément ce qui marche et ce qui ne marche pas. Même si les fonds sont disponibles pour supporter une augmentation rapide des surfaces irriguées--des chiffres aussi élevés que 5.000 ha/an de nouveaux aménagements ont été proposés--nos résultats suggèrent vivement un rythme beaucoup plus posé, expérimental et réfléchi, fondé sur des analyses soigneuses de l'utilisation des terres, afin d'assurer que les périmètres ne soient pas seulement aménagés sur des terres techniquement bonnes mais aussi qu'ils ne détournent pas les meilleures terres de décrue.

11. Même le détournement de terres de décrue médiocres pose un problème. Il se peut que les ménages des castes sans aucun droit foncier occupent les zones en bordure de la plaine inondable, sur les parties élevées du bassin qui sont inondées moins souvent ou moins longtemps par exemple, alors que les membres des castes de propriétaires fonciers occupent les terres de décrue qui sont suffisamment inondées la plupart des années. Si ces terres en marge sont appropriées pour l'irrigation, une compensation devrait non seulement être versée aux propriétaires coutumiers (le *joom ngesa*) mais aussi à ceux qui les cultivent en métayage ou selon une autre forme de prêt ou de location. Les questions d'équité dans le cadre de l'expansion de l'irrigation devraient être considérées pour chaque site et précédées des évaluations socio-économiques et techniques nécessaires.

12. C'est dans l'esprit de chercher à contribuer à un développement

économique solide, équitable et durable que nous offrons cette analyse de la gestion du bassin du fleuve dans la Moyenne Vallée du Sénégal. Bien que notre position soit parfois critique, nous réalisons que les politiques actuelles ont été élaborées sur la base des informations disponibles et avec pour intention de faire du bien à un grand nombre de personnes. Nous accepterions un examen tout aussi sceptique de nos travaux que celui que nous avons donné à ceux d'autres personnes. Nous reconnaissons aussi que sans les excellentes recherches scientifiques réalisées par des centaines de personnes et beaucoup d'organismes, notre recherche d'alternatives aurait été sérieusement ralentie. Nous notons donc avec gratitude et admiration beaucoup des études que nous citons, même si nous ne sommes pas d'accord sur les données, les méthodologies, les analyses ou les interprétations.

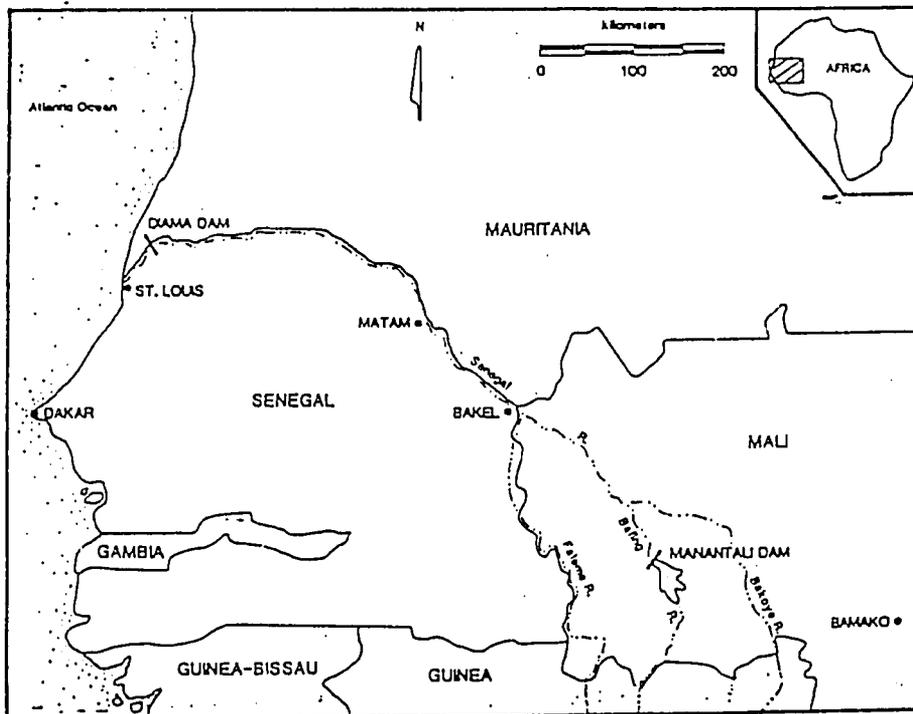
13. Le développement du bassin du fleuve Sénégal a le potentiel nécessaire, s'il est fondé sur de bonnes compréhensions socio-économiques et écologiques, pour profiter considérablement aux économies locales, régionales et nationale. Pourtant, ce potentiel est rarement atteint et les énormes sommes investies dans les barrages, les digues, les projets d'irrigation et les installations hydro-électriques ont généralement des retombées décevantes, voire même négatives, accélèrent la dégradation de l'environnement et affectent négativement le bien-être de zones riveraines où les populations sont souvent denses. Dans l'analyse qui suit, qui se concentrera sur la Moyenne Vallée du fleuve Sénégal, nous offrons des suggestions pour mieux réaliser le

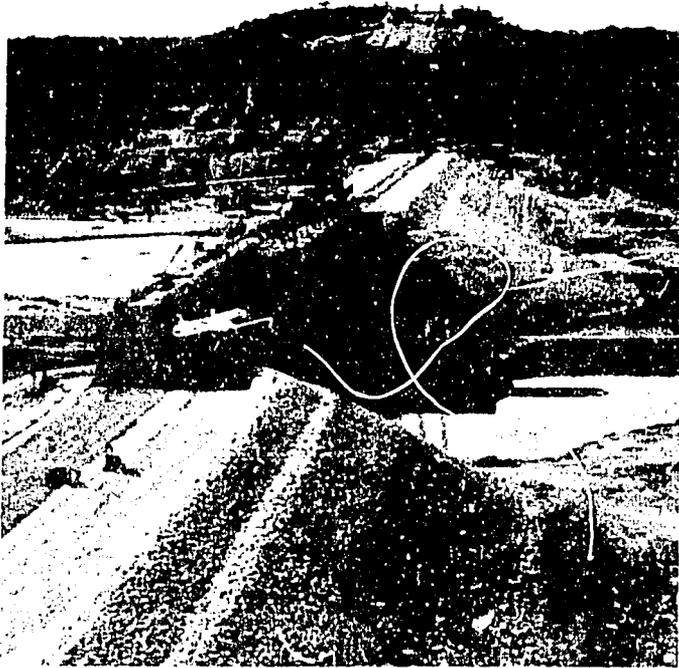
potentiel de développement des infrastructures présentes et prévues dans le bassin du fleuve.

## 2. Généralités

14. Après le désistement de la Guinée de l'Organisation des Etats Riverains du Sénégal (OERS) en 1972, les membres restants, le Sénégal, la Mauritanie et le Mali, créèrent l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS). L'OMVS avait en charge le développement du bassin du fleuve Sénégal, y compris la construction et la gestion du barrage de retenue de Manantali sur le Bafing au Mali, quelques 1.000 km en amont, et du barrage de Diama, pour empêcher la remontée de la langue salée, à 27 km de l'embouchure du fleuve au Sénégal.

15. Le barrage de Manantali, terminé en 1988, a été prévu pour contrôler le débit aval afin de (1) générer 800 gigawatt-heure/an d'énergie hydro-électrique; (2) permettre la double culture irriguée et (3) permettre le transport en péniche l'année durant de St.Louis sur l'Océan Atlantique à Kayes au Mali.<sup>9</sup> Diama, terminé en 1985, bloque la remontée de la langue salée qui allait autrefois jusqu'à 200 km en amont aux périodes d'étiage. Après la construction d'une digue sur la rive droite, le barrage élèvera le niveau de l'eau douce pour permettre une irrigation plus rentable. En atténuant les fluctuations du niveau du fleuve--en diminuant les fortes crues tout en augmentant le flux pendant la saison sèche--les barrages vont affecter de façon radicale l'écologie du bassin et les systèmes de production.

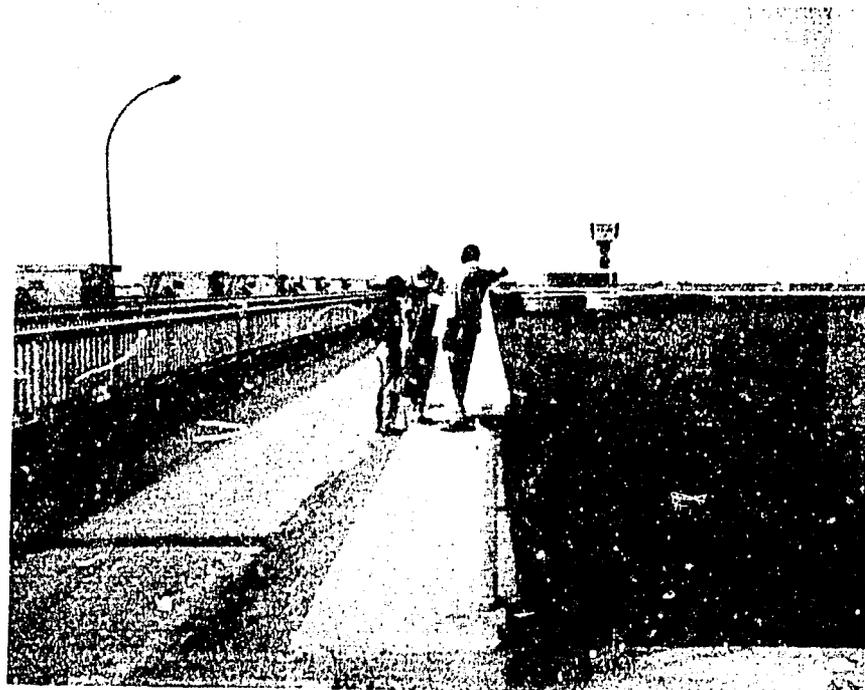




Le barrage de Manantali

16. Environ 1.700.000 personnes occupaient le bassin du fleuve Sénégal en 1985, dont 692.000 au Sénégal, 593.000 au Mali et 425.000 en Mauritanie. Selon GERSAR/CACG. et alii (1990:21), les chiffres pour la rive gauche en 1990 sont de 119.800 personnes dans le Département de Bakel, 200.300 dans celui de Matam, 186.400 dans celui de Podor et 302.000 dans celui de Dagana, pour un total de 808.500 personnes, dont 75% habitent la campagne.<sup>10</sup> Dans les Départements de Matam et Podor, où se trouve le gros des plaines inondables, 95% de la population est rurale. Plus de cent mille ménages de petits exploitants en aval du barrage pratiquent un ensemble de stratégies de production extrêmement complexe. Malgré une pluviométrie généralement faible -la plupart du bassin appartient à la zone climatique sahélienne- cette densité de population est possible parce que la zone permet une double culture, les

années de pluviométrie moyenne, dont l'une dépend des pluies estivales sur les levées aux sols sableux lourds (*jeeri*) et l'autre de l'inondation vers la fin de l'été des plaines alluviales (*waalo*)<sup>11</sup> formées de vertisols hydromorphes très fins. De plus, une partie de la plaine inondable est couverte d'herbes, de buissons et d'arbres qui complètent le fourrage fourni pas les fanes des récoltes; ainsi, pendant la saison sèche, d'importants troupeaux de ruminants descendent des pâturages des levées sableuses vers le *waalo*, formant ainsi une population animale dont la densité rappelle celle des êtres humains. Jusqu'à la sécheresse des années 70 et du début des années 80, de larges quantités de poissons étaient pêchées dans le fleuve et dans la plaine inondable, s'ajoutant ainsi au répertoire alimentaire de la région.<sup>12</sup>



Le barrage de Diama

17. Des projets d'irrigation à grande

échelle existent dans le Delta et dans la Basse Vallée et, depuis le milieu des années 70 dans la Moyenne Vallée, de petits périmètres irrigués, sous la gestion des villageois auxquels ils appartiennent, ont été développés, dont un grand nombre avec l'aide du gouvernement, ce qui ajoute un cinquième élément à l'éventail de production: (1) la culture sous-pluie du petit mil; (2) la culture du sorgho, du maïs et du haricot niébé en décrue; (3) la culture irriguée du riz et de la tomate (ainsi que la culture irriguée de la canne à sucre sur un projet de 7.500 ha à Richard Toll); (4) l'élevage; et (5) la pêche.

18. Ce système diversifié de production est à la fois limité et supporté par la migration des jeunes adultes mâles qui quittent la région à la recherche de travail salarié et d'activités commerciales dans les centres urbains et à l'étranger. Cette région supporte aussi un nombre de petites villes commerciales et administratives dont la vitalité dépend en grande partie de la viabilité du système de production rural (Lericollais et alii 1990).

19. Dans leurs objectifs de prémunir la région des ravages de la sécheresse, les barrages de Diama et de Manantali promettent une nouvelle prospérité. Mais, si les évaluations comparées de l'expérience du développement des bassins fluviaux en Afrique (Scudder 1988) sont un guide fiable, la réalisation de ces barrages a tout autant de chance d'entraîner un déclin économique et écologique pour les personnes les plus directement exposées: la forte majorité des habitants du bassin. Etant donné les engagements pris par les trois pays concernés et par la communauté financière des donateurs et des prêteurs

internationaux, est-il possible d'élaborer une stratégie de gestion pour le fleuve qui atténuerait les conséquences négatives les plus sévères des barrages tout en permettant une utilisation raisonnable des eaux pour l'énergie hydro-électrique et l'irrigation? Nous ne sous-estimons ni la tâche ni les contraintes économiques et politiques auxquelles les pays membres de l'OMVS font face. Les tenants d'une génération maximale d'énergie hydro-électrique et d'une irrigation de grande envergure ne sont peut-être pas nombreux, mais ils sont puissants et très souvent persuasifs. Les consommateurs urbains demandent des sources d'énergie moins chères et plus sûres. L'une des raisons d'être des grandes sociétés paraétatiques et privées est l'aménagement de vastes étendues. Les compagnies européennes, nord-américaines, japonaises et coréennes de génie civil et du bâtiment cherchent à aménager de plus grands périmètres, à construire des barrages et à installer des lignes à haute tension dans le Tiers Monde, surtout que ces activités se sont virtuellement arrêtées dans leurs propres pays. Les institutions financières découvrent de plus en plus qu'un développement rural intégré est un moyen incertain de garantir le remboursement au temps fixé des emprunts qu'elles ont accordés.

20. La gestion du barrage de Manantali comprend actuellement une lâchure contrôlée des eaux du réservoir chaque mois de septembre, qui s'ajoute en principe aux eaux non régulés des rivières Falémé et Bakoye, créant ainsi une crue "artificielle."<sup>13</sup> Cette lâchure est conçue comme étant transitoire, une opportunité pour les populations riveraines de continuer leur complexe

système de production tout en étant progressivement "sevrées" de l'agriculture traditionnelle et orientées vers la culture irriguée sur toute l'année. SRBMA a exploré l'hypothèse selon laquelle les bénéfices nets pour les économies locales, régionales et nationales étaient supérieurs sous le régime de la crue artificielle que sous un régime hydraulique qui limiterait sérieusement la crue afin de maximiser l'énergie hydro-électrique et l'irrigation. Nos efforts de recherche naissent du désir de voir les populations rurales de la Vallée du fleuve Sénégal devenir les bénéficiaires du développement plutôt que ses victimes, tout en permettant à leurs compatriotes citadins de profiter aussi d'une électricité plus sûre à des prix potentiels moins élevés que ceux qu'ils paient actuellement.

21. Dans ce qui suit, nous soulignons quelques-uns des résultats de SRBMA et explorons leur pertinence pour un développement intégré de la rive gauche de la Vallée du fleuve Sénégal. Ce faisant, nous les comparerons à quelques-unes des propositions les plus récentes pour le développement du bassin,<sup>14</sup> et offrirons une série de recommandations à suivre.

### 3. Le Problème

22. A la 21ème assemblée du Comité Consultatif de l'OMVS à Bamako les 7-8 décembre 1989, le Haut Commissaire de l'OMVS a réitéré ce qui était encore sa position, à savoir que la crue artificielle serait éliminée quand elle commencerait à faire concurrence pour une eau peu abondante. Cela arriverait, selon le Haut Commissaire, en l'an 2000, quand 95.000 ha de la Vallée devraient être irrigués (USAID 1989). Au centre du raisonnement de Sir Alexander Gibb & Partners, le consultant de l'OMVS en matière d'hydro-électricité, était une opposition pré-établie entre la génération d'énergie hydro-électrique et la culture de décrue, décrite comme suit: le bénéfice net de 34.000 Fcfa/ha pour des rendements de 600 kg/ha tiré de la culture de décrue est inférieur au coût du maintien de la crue artificielle, déterminé par la perte de potentiel électrique causée par ces lâchures.

23. Cette hypothèse présume que l'énergie perdue pour chaque hectare inondé est supérieure à 34.000 Fcfa; Gibb (1987) affirme qu'une crue contrôlée entraînerait la perte de 171 GWh/an. A 21 Fcfa/KWh, l'électricité perdue équivaut  $3,591 \times 10^9$  Fcfa, soit plus du double de la valeur de la production de 50.000 hectares en décrue ( $1,7 \times 10^9$  Fcfa). Bien que ces 171 GWh n'auraient été perdus que les années telles que 1982-1984, durant lesquelles il est difficile de concevoir que quelqu'un recommande une crue artificielle, nous partons du principe que les calculs de Gibb sont corrects. Cependant, à la fin de ce document, nous réexaminerons ces calculs et suggérerons qu'ils ne confirment pas inévitablement la

conclusion de Gibb que le coût d'une crue artificielle est excessif en termes d'électricité perdue.<sup>15</sup>

24. Notre discussion incorpore une analyse de rentabilité modifiée. Nous reconnaissons que les analyses de rentabilité conventionnelles ont été largement critiquées, et ce avec raison, pour leur concentration trop étroite sur les mesures qui peuvent être facilement quantifiées tout en ignorant d'autres qui s'y prêtent moins. Par exemple, le développement agricole--le passage de l'agriculture de décrue à l'irrigation dans ce cas--est souvent évalué uniquement en termes de conséquences directes prévues alors que les conséquences indirectes et à long terme, comme la dégradation de l'environnement, sont ignorées ou sousestimées. Dans sa revue de vingt ans d'expérience avec les projets de développement rural, la Banque Mondiale (1987) conclut que bien de ces projets n'ont pas atteint les résultats projetés à l'étape de l'évaluation, précisément parce que les analyses initiales de rentabilité avaient exclu ces autres facteurs. La Banque Mondiale estime que l'allocation des ressources par les gouvernements et les donateurs aurait pu être améliorée si les conséquences indirectes et à long terme des projets avaient été incorporées dans les analyses de rentabilité. Dans la discussion qui suit, nous essayons de prendre en compte, et même de calibrer, un éventail de conséquences plus large que celui adopté généralement par les planificateurs du développement dans la région.

25. Une analyse de rentabilité peut produire des résultats trompeurs pour une autre raison encore. Dans le secteur

agricole, les différents systèmes de culture sont souvent comparés selon les rendements des récoltes par hectare, sans prendre en compte les contraintes monétaires ni de main-d'oeuvre qui peuvent exister dans la région. Quand ils font la promotion de techniques demandant une main-d'oeuvre et un capital intensifs afin d'améliorer la productivité des terres, les projets oublient souvent le fait qu'il existe des alternatives et des utilisations peut-être plus rémunératrices auxquelles une main-d'oeuvre et un capital limités peuvent être alloués. Les options agricoles appropriées dans de telles situations ne sont pas automatiquement celles qui améliorent la productivité de la terre mais peut-être celles qui augmentent la productivité du capital et de la main-d'oeuvre. Bien sûr, nous ne sommes pas les seuls à avoir fait cette observation, sur laquelle de nombreuses publications financées par la Banque Mondiale (par exemple Cernea 1985, de Wilde 1967, Lele 1975) ont largement insisté.

#### 4. L'Agriculture dans la plaine inondable: La culture de décrue et l'irrigation<sup>16</sup>

26. La culture irriguée, sur les grands casiers, les casiers intermédiaires et les périmètres irrigués villageois (ou PIV), a été la composante principale de la production dans la Vallée du fleuve Sénégal, en fait la seule, à recevoir l'attention durable du gouvernement et des



Le semis du riz dans un PIV

donateurs depuis l'indépendance. La Banque Mondiale, le PNUD et les organismes d'aide français, hollandais, italiens et américains ont tous financé des projets d'irrigation dans la région. Bien qu'aucun de ces projets n'ait jamais atteint les objectifs de production ou de revenus fixés, ni donné des résultats favorables pour les investissements, l'irrigation continue à être au centre des préoccupations sur le développement dans la région (quoique quelques donateurs commencent à être désenchantés par les coûts élevés et les faibles gains de l'irrigation). Les

explications pour ces échecs initiaux se concentrent soit sur des considérations techniques, qui impliquent que la solution se trouve dans une amélioration de la technologie, soit sur la "mentalité" des agriculteurs réticents à se plier aux demandes de l'agriculture hydraulique. Peu d'attention a été prêtée au fait que, par rapport à d'autres activités économiques dans la région--surtout la culture de décrue dans le *waalo* et la migration du travail--un engagement total dans l'irrigation n'est pas logique économiquement. La comparaison des données démontre que l'irrigation n'est pas un investissement plus sûr pour les agriculteurs que la culture de décrue, même si l'irrigation assure une certaine sécurité céréalière au cours des échecs répétés des récoltes pluviales et de décrue pendant les périodes de sécheresse.



La récolte du sorgho dans le waalo

27. Le PDRG (GERSAR/CACG. et alii 1990) fait appel à une expansion des terres aménagées pour l'irrigation dans la Vallée jusqu'à 100.000 ha d'ici l'an

2015. Pour le moment, nous ignorons le coût d'aménagement de périmètres neufs et demandons simplement: est-ce que les rendements de l'irrigation sont supérieurs à ceux de la culture de décrue? Tous les documents s'entendent pour dire qu'ils le sont et, en fait, notre propre recherche sur le terrain confirme que les rendements par unité de surface

réellement exploitée sont de loin supérieurs dans les périmètres que dans le *waalo*. Pourtant, quand la production nette est comparée sur la base de tous les facteurs de production--les charges de production et la main-d'oeuvre,<sup>17</sup> ainsi que la surface--l'avantage de l'irrigation est remis en question; quand les coûts d'amortissement des périmètres aménagés ou en voie de l'être sont inclus, cet avantage s'évapore.

28. L'analyse suivante compare la performance de deux systèmes de production--la culture de décrue et les PIV--du point de vue des agriculteurs dans la Moyenne Vallée du fleuve Sénégal. Les sections qui suivent feront l'examen des coûts sociaux plus généraux associés à une limitation de la crue. L'analyse quantitative de la production du sorgho en décrue provient d'un échantillon de 43 parcelles à Thiemping et Doumga Rindiaw et celle de la production rizicole d'un échantillon de 60 parcelles à Doumga Rindiaw et Thially.<sup>18</sup> Les contraintes et objectifs particuliers du Gouvernement du Sénégal et des ménages du bassin fluvial vis-à-vis de la production agricole sont adressés dans l'examen de la rémunération nette de tous les facteurs investis.

29. La promotion de l'agriculture irriguée au cours des années 70 par le gouvernement du Sénégal a été largement en réponse aux conditions de détérioration de l'économie du pays. Selon la Stratégie de Développement du Pays de USAID en janvier 1979:

Le Sénégal manque de la solide base de ressources minières nécessaire pour former la fondation

d'une économie industrielle. Ses options se limitent pour le moment à l'économie agraire. Le Sénégal jouit d'un avantage relatif dans la production de l'arachide, mais des rendements fixes, la fluctuation sur un large éventail des prix du marché mondial pour l'arachide, les sécheresses récentes et l'achat obligatoire de vastes quantités de céréales sur le marché ouvert ont convaincus les responsables politiques que l'augmentation de l'auto-suffisance alimentaire était un but viable pour le pays et que, si ce but doit être atteint d'ici la fin du siècle, considérablement plus d'attention devait être prêtée aux régions rurales (USAID, 1979; p.41).

Le gouvernement du Sénégal s'est tourné vers le bassin du fleuve Sénégal, la zone aux plus grands potentiels en termes de production alimentaire, et a adopté le développement de l'irrigation comme la stratégie de choix à cause de ses promesses d'amélioration considérable de la productivité de la terre. Cette attente est supportée par les chiffres des tableaux 1-4. Les chiffres pour la production nette par hectare des deux systèmes de culture dans les villages étudiés favorisent fortement le développement de l'irrigation. Alors que la valeur de la production du sorgho par hectare est de 28.717 Fcfa à 100 Fcfa/kg et 14.275 Fcfa à 50 Fcfa/kg en moyenne, la valeur à l'hectare du riz décortiqué est de 209.313 Fcfa à 136 Fcfa/kg et 124.934 Fcfa à 96 Fcfa/kg.

30. Le développement de l'irrigation dans le bassin du fleuve Sénégal n'a en fait pas suivi le rythme prévu dans les plans et

Tableau 1

Culture Irriguée: Prix du Riz Evalué à 136 Fcfa/kg (prix SAED)<sup>a</sup>

| Tenure foncière | Nbe. de parcel. | Nbe. d'ha | Prod. brute (kg) | Rendements bruts (kg/ha) | Valeur brute par ha à 136 Fcfa/kg | Charges de prod.                       |                  | Prod. nette par ha à 136 Fcfa/kg |
|-----------------|-----------------|-----------|------------------|--------------------------|-----------------------------------|--|------------------|----------------------------------|
|                 |                 |           |                  |                          |                                   | Charges foncières par ha à 136 Fcfa/kg | Intrants Fcfa/ha |                                  |
| Propriétaire    | 25              | 8,26      | 21.196           | 2.566,10                 | 348.990                           | 0                                      | 69.409           | 279.581                          |
| Location        | 2               | 0,48      | 1.600            | 3.333,33                 | 453.333                           | 10.767                                 | 72.533           | 370.033                          |
| Prêt            | 21              | 4,64      | 9.348            | 2.014,66                 | 273.993                           | 11.138                                 | 70.925           | 171.930                          |
| Métayer         | 12              | 2,98      | 5.261            | 1.765,44                 | 240.099                           | 112.999                                | 80.236           | 46.864                           |
| TOTAL           | 60              | 16,36     | 37.405           | 2.286,37                 | 310.946                           | 24.058                                 | 77.575           | 209.313                          |

<sup>a</sup> La SAED achète le riz paddy à 85 Fcfa/kg. Le taux de conversion du paddy en riz décortiqué est de 62,5%. La valeur du riz décortiqué est donc estimée à 136 Fcfa/kg. Dans les marchés locaux, le paddy se vend à 60 Fcfa/kg et le riz décortiqué à 96 Fcfa/kg. Ces derniers prix, mieux que le prix SAED, reflètent les coûts réels du riz.

Tableau 2

Culture Irriguée: Prix du Riz Evalué à 96 Fcfa (marché local)<sup>a</sup>

| Tenure foncière | Nbe. de parcel. | Nbe. d'ha | Prod. brute (kg) | Rendements bruts (kg/ha) | Valeur brute par ha à 96 Fcfa/kg | Charges de prod.                      |                  | Prod. nette par ha à 96 Fcfa/kg |
|-----------------|-----------------|-----------|------------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|------------------|---------------------------------|
|                 |                 |           |                  |                          |                                  | Charges foncières par ha à 96 Fcfa/kg | Intrants Fcfa/ha |                                 |
| Propriétaire    | 25              | 8,26      | 21.196           | 2.566,10                 | 246.346                          | 0                                     | 69.409           | 176.936                         |
| Location        | 2               | 0,48      | 1.600            | 3.333,33                 | 320.000                          | 7.500                                 | 72.533           | 239.867                         |
| Prêt            | 21              | 4,64      | 9.348            | 2.014,66                 | 193.407                          | 7.862                                 | 90.925           | 94.620                          |
| Métayer         | 12              | 2,98      | 5.261            | 1.765,44                 | 169.482                          | 79.764                                | 80.236           | 9.482                           |
| TOTAL           | 60              | 16,36     | 37.405           | 2.286,37                 | 219.491                          | 16.982                                | 77.575           | 124.934                         |

<sup>a</sup> La SAED achète le riz paddy à 85 Fcfa/kg. Le taux de conversion du paddy en riz décortiqué est de 62,5%. La valeur du riz décortiqué est donc estimée à 136 Fcfa/kg. Dans les marchés locaux, le paddy se vend à 60 Fcfa/kg et le riz décortiqué à 96 Fcfa/kg. Ces derniers prix, mieux que le prix SAED, reflètent les coûts réels du riz.

Tableau 3  
Culture de Décrué: Prix du Sorgho Evalué à 100 Fcfa/kg

| Tenure foncière | Nbe. de parcel. | Nbe. d'ha | Prod. brute (kg) | Rendements bruts (kg/ha) | Valeur brute par ha à 100 Fcfa/kg | Charges de prod.                       |                  | Prod. net. par ha à 100 Fcfa/kg |
|-----------------|-----------------|-----------|------------------|--------------------------|-----------------------------------|--|------------------|---------------------------------|
|                 |                 |           |                  |                          |                                   | Charges foncières par ha à 100 Fcfa/kg | Intrants Fcfa/ha |                                 |
| Propriétaire    | 17              | 33,94     | 12.154           | 358,10                   | 35.810                            | 0                                      | 220              | 35.590                          |
| Location        | 1               | 1,1       | 330              | 300,00                   | 30.000                            | 3.000                                  | 2.500            | 24.500                          |
| Prêt            | 10              | 22,15     | 7.814            | 352,78                   | 35.278                            | 3.381                                  | 142              | 31.754                          |
| Métayer         | 15              | 40,08     | 13.497           | 336,75                   | 33.675                            | 12.268                                 | 72               | 21.335                          |
| TOTAL           | 43              | 97,27     | 33.795           | 347,43                   | 34.743                            | 5.859                                  | 167              | 28.717                          |

Tableau 4  
Culture de Décrué: Prix du Sorgho Evalué à 50 Fcfa/kg

| Tenure foncière | Nbe. de parcel. | Nbe. d'ha | Prod. brute (kg) | Rendements bruts (kg/ha) | Valeur brute par ha à 50 Fcfa/kg | Charges de prod.                      |                  | Prod. net. par ha à 50 Fcfa/kg |
|-----------------|-----------------|-----------|------------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|------------------|--------------------------------|
|                 |                 |           |                  |                          |                                  | Charges foncières par ha à 50 Fcfa/kg | Intrants Fcfa/ha |                                |
| Propriétaire    | 17              | 33,94     | 12.154           | 358,10                   | 17.905                           | 0                                     | 220              | 17.685                         |
| Location        | 1               | 1,1       | 330              | 300,00                   | 15.000                           | 1.500                                 | 2.500            | 11.000                         |
| Prêt            | 10              | 22,15     | 7.814            | 352,78                   | 17.639                           | 1.691                                 | 142              | 15.806                         |
| Métayer         | 15              | 40,08     | 13.497           | 336,75                   | 16.838                           | 6.134                                 | 72               | 10.631                         |
| TOTAL           | 43              | 97,27     | 33.795           | 347,43                   | 17.372                           | 2.929                                 | 167              | 14.275                         |

les performances dans les périmètres n'ont pas non plus répondu aux attentes. Le gouvernement a fini par absorber la plupart des coûts des périmètres. En 1988, le gouvernement encourrait une perte nette de 120 Fcfa par kg de riz produit dans le pays et les coûts

d'opportunité de la culture du riz, étant donné les faibles prix sur le marché mondial, étaient du même ordre (Engelhard, 1988, p.22). De plus, les coûts très élevés associés au développement de l'irrigation arrivèrent à une période où le gouvernement avait à

faire à de sévères déficits dans le secteur public. Le gouvernement s'est donc retrouvé lourdement impliqué dans un programme agricole aux demandes en capital intensives tout en essayant de faire face à des contraintes budgétaires sérieuses.

31. L'attrait de la production rizicole irriguée pour les agriculteurs au début des années 70 était due à la période prolongée de précipitations faibles et aux crues faibles ou inexistantes à ce moment-là. Les agriculteurs ne pouvaient pas faire face aux besoins alimentaires de leurs ménages seulement avec la culture sous-pluie et de décrue. Avec le retour d'une pluviométrie normale pendant les années 80, l'irrigation a perdu de son attrait. Le désenchantement apparent des agriculteurs avec la culture irriguée du riz--malgré ses rendements impressionnants par hectare par rapport à ceux de la culture du sorgho dans la plaine inondable--naît de son utilisation intensive des revenus et de la main-d'oeuvre des ménages, toutes deux des ressources limitées et, en même temps, extrêmement importantes dans les stratégies de production des ménages du bassin du fleuve.

32. Protéger leur sécurité alimentaire et minimiser les risques sont les buts principaux des habitants de la Moyenne Vallée. Bien que la production céréalière des ménages soit cruciale pour la réalisation de cet objectif, ils s'appuient de plus en plus sur les revenus non agricoles pour compléter leur régime alimentaire et pour faire face aux périodes de pénuries. Les résultats tirés de Thiemping et Doumga Rindiaw indiquent que l'achat d'aliments est la dépense principale des

ménages de la région. En moyenne, en 1988-89, l'achat de nourriture a représenté 78% des dépenses des ménages à Doumga Rindiaw et plus de 82% (6% pour les produits locaux et 76% pour les produits importés) à Thiemping. L'argent pour ces dépenses est surtout venu des activités non agricoles. A Doumga Rindiaw, environ 67% des revenus des ménages sont venus des envois des émigrants, des pensions militaires, des retraites et du petit commerce. A Thiemping, le pourcentage était de presque 76% et à Boyenadji Roumde, le troisième village dans notre enquête,<sup>19</sup> les activités non agricoles contribuent presque 71% des revenus des ménages. Du point de vue des agriculteurs, le bon sens est donc de donner la priorité à l'activité agricole qui demande l'utilisation des revenus la moins intensive. Les ratios production brute/charges de production montrent que, pour les deux prix retenus, la production du sorgho dans la plaine inondable offre une meilleure rémunération des charges de production que la production irriguée du riz. Les tableaux 5-8 démontrent que le ratio de la production brute par rapport aux charges de production est beaucoup plus attrayant pour le sorgho du waalo (1 à 5,61 et 1 à 5,77) que pour le riz irrigué (1 à 2,32 et 1 à 3,06).

33. L'allocation de la main-d'oeuvre dans des activités de production diversifiées, agricoles et non agricoles, reflète les stratégies spatiales et temporelles que les villageois du bassin du fleuve Sénégal ont élaborées au cours des années pour prendre en compte les risques implicites dans des activités ayant lieu dans un contexte économique et écologique rude. L'agriculture de décrue est particulièrement adaptée à une telle

Tableau 5  
Culture Irriguée: Prix du Riz Evalué à 136 Fcfa/kg (prix SAED)

| Tenure foncière | Nbe. de parcel. | Nbe. d'ha | Rendements bruts (kg/ha) | Produc. nette par ha à 136 Fcfa/kg | Charges de prod. Fcfa/ha | Ratio prod. brute/charges | Main-d'oeuvre jours/ha | Prod. net. M.O. Fcfa/jour |
|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|
| Propriétaire    | 25              | 8,26      | 2.566,10                 | 279.581                            | 69.409                   | 5,03                      | 611                    | 457                       |
| Location        | 2               | 0,48      | 3.333,33                 | 370.033                            | 83.300                   | 5,44                      | 727                    | 509                       |
| Prêt            | 21              | 4,64      | 2.014,66                 | 171.930                            | 102.063                  | 2,68                      | 681                    | 252                       |
| Métayer         | 12              | 2,98      | 1.765,44                 | 46.864                             | 193.235                  | 1,24                      | 501                    | 94                        |
| TOTAL           | 60              | 16,36     | 2.286,37                 | 209.313                            | 101.633                  | 3,06                      | 614                    | 341                       |

Tableau 6  
Culture Irriguée: Prix du Riz Evalué à 96 Fcfa/kg (marché local)

| Tenure foncière | Nbe. de parcel. | Nbe. d'ha | Rendements bruts (kg/ha) | Prod. net. par ha à 96 Fcfa/kg | Charges de prod. Fcfa/ha | Ratio prod. brute/charges | Main d'oeuvre jours/ha | Prod. net. M.O. Fcfa/jour |
|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|
| Propriétaire    | 25              | 8,26      | 2.566,10                 | 176.936                        | 69.409                   | 3,55                      | 611                    | 289                       |
| Location        | 2               | 0,48      | 3.333,33                 | 239.867                        | 80.133                   | 3,99                      | 727                    | 330                       |
| Prêt            | 21              | 4,64      | 2.014,66                 | 94.620                         | 98.787                   | 1,96                      | 681                    | 139                       |
| Métayer         | 12              | 2,98      | 1.765,44                 | 9.482                          | 160.000                  | 1,06                      | 501                    | 19                        |
| TOTAL           | 60              | 16,36     | 2.286,37                 | 124.934                        | 94.557                   | 2,32                      | 614                    | 203                       |

Tableau 7  
Culture de Décru: Prix du Sorgho Evalué à 100 Fcfa/kg

| Tenure foncière | Nbe. de parcel. | Nbe. d'ha | Rendements bruts (kg/ha) | Prod. nette par ha à 100 Fcfa/kg | Charges de prod. Fcfa/ha | Ratio prod. brute/charges | Main d'oeuvre jours/ha | Prod. net. M.O. Fcfa/jour |
|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|
| Propriétaire    | 17              | 33,94     | 358,10                   | 35.590                           | 220                      | 162,79                    | 51                     | 703                       |
| Location        | 1               | 1,1       | 300,00                   | 24.500                           | 5.500                    | 5,45                      | 62                     | 396                       |
| Prêt            | 10              | 22,15     | 352,78                   | 31.754                           | 3.523                    | 10,01                     | 23                     | 1.401                     |
| Métayer         | 15              | 40,08     | 336,75                   | 21.335                           | 12.540                   | 2,73                      | 54                     | 397                       |
| TOTAL           | 43              | 97,27     | 347,43                   | 28.717                           | 6.026                    | 5,77                      | 46                     | 629                       |

Tableau 8  
Culture de Décru: Prix du Sorgho Evalué à 50 Fcfa/kg

| Tenure foncière | Nbe. de parcel. | Nbe. d'ha | Rendements bruts (kg/ha) | Prod. nette par ha à 50 Fcfa/kg | Charges de prod. Fcfa/ha | Ratio prod. brute/charges | Main d'oeuvre jours/ha | Prod. net. M.O. Fcfa/jour |
|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|
| Propriétaire    | 17              | 33,94     | 358,10                   | 17.685                          | 220                      | 81,40                     | 51                     | 349                       |
| Location        | 1               | 1,1       | 300,00                   | 11.000                          | 4.000                    | 3,75                      | 62                     | 178                       |
| Prêt            | 10              | 22,15     | 352,78                   | 15.806                          | 1.833                    | 9,62                      | 23                     | 697                       |
| Métayer         | 15              | 40,08     | 336,75                   | 10.631                          | 6.206                    | 2,71                      | 54                     | 198                       |
| TOTAL           | 43              | 97,27     | 347,43                   | 14.275                          | 3.097                    | 5,61                      | 46                     | 313                       |

stratégie puisqu'elle donne des bénéfices nets relativement élevés pour la main-d'oeuvre et contribue donc aux greniers céréaliers des ménages tout en libérant la main-d'oeuvre pour d'autres activités de production, dont quelques-unes, comme la migration par exemple, ont un plus grand potentiel rémunérateur. De nouveau, les tableaux indiquent clairement l'avantage que le sorgho de décrue continue à maintenir sur le riz irrigué. Alors que la culture irriguée du riz demande de 501 à 727 journées de travail par hectare, le

sorgho de décrue ne demande que de 23 à 62 journées par hectare. La production moyenne de sorgho par personne par jour est de 629 Fcfa/j (à 100 Fcfa/kg de sorgho) et de 313 Fcfa/j (à 50 Fcfa/kg). Pour le riz, les chiffres correspondants sont de 341 Fcfa/j (à 136 Fcfa/kg de riz) et 203 Fcfa/j (à 96 Fcfa/kg).

34. Pour les agriculteurs, la culture de décrue est donc un élément extrêmement important de leur système de production à la fois pour sa rémunération

relativement élevée des charges d'exploitation et de la main-d'oeuvre et parce qu'elle minimise efficacement les risques. Pour le gouvernement, surtout avec les pressions récentes pour limiter les dépenses du secteur public, l'agriculture de décrue pourrait aussi être attrayante. En fait, nous avons des raisons de croire que les taux de productivité dans les plaines inondables pourraient augmenter considérablement sans demander d'énormes investissements parallèles dans la recherche, les infrastructures et la gestion.

35. Les chiffres des tableaux 1 à 8 se révèlent utiles lorsque l'on compare la performance de la culture de décrue à celle de la culture irriguée et ils impliquent que les rendements par unité de surface favorisent l'irrigation, alors que ceux pour la main-d'oeuvre et les charges de production favorisent la culture de décrue. La rémunération nette des facteurs investis indiquée pour la culture irriguée peut cependant cacher l'expérience décevante de beaucoup d'agriculteurs dans les périmètres villageois. A ce sujet, les chiffres présentés dans le tableau 9 (présentés aussi dans la figure 1), qui donne l'éventail des rendements par unité de surface pour les parcelles de l'échantillon, sont plus révélateurs. Bien que les rendements moyens aient permis aux agriculteurs de couvrir au moins les charges de production, ils n'ont pas toujours rapporté suffisamment de revenus pour pouvoir financer la saison rizicole suivante et, pour plusieurs agriculteurs ayant obtenus des rendements au-dessous de la moyenne, la récolte n'a même pas été suffisante pour couvrir les charges de production. Si le prix du riz est évalué à 96 Fcfa le kilo, seuls les propriétaires et ceux cultivant en location ont eu un bénéfice net suffisant pour réinvestir dans la production irriguée du riz.

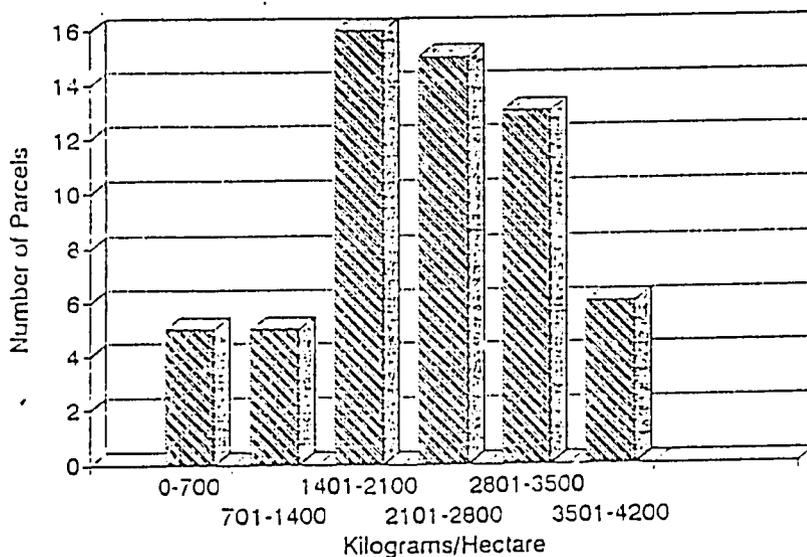
### Distribution des Rendements du Riz Irrigué

Tableau 9

| Eventail (kg/ha) | Nbe. de Parcelles |
|------------------|-------------------|
| 0 - 700          | 5                 |
| 701 - 1400       | 5                 |
| 1401 - 2100      | 16                |
| 2101 - 2800      | 15                |
| 2801 - 3500      | 13                |
| 3501 - 4200      | 6                 |

Moyenne = 2.210  
 Ecart type = 926,38

Figure 1



36. Une performance aussi pauvre dans les périmètres prend son origine dans leurs demandes élevées en dépenses et main-d'oeuvre ainsi que dans la distribution et l'héritage des terres selon les pratiques coutumières, qui minent petit à petit la cohésion des groupements de producteurs. La recherche sur le terrain dans les trois sites étudiés démontre que les ménages préfèrent allouer ailleurs leurs faibles ressources monétaires et main-d'oeuvre, soit pour faire face à des besoins plus pressants comme dans le cas d'achats alimentaires par exemple, soit pour obtenir un meilleur rapport pour ces facteurs, comme dans la culture de décrue ou l'émigration. Afin de détourner leurs ressources monétaires et leur main-d'oeuvre vers d'autres activités, la plupart des ménages sont obligés de réduire les coûts dans les périmètres et d'y employer les femmes, les enfants et les jeunes adultes. A Doumga Rindiaw en 1988 et 1989, les agriculteurs n'ont pas utilisé de phosphates et la plupart ont limité leur utilisation de l'urée à 50 kg par parcelle de 0,3 ha, au lieu d'appliquer la dose recommandée de 100-150 kg. Dans Bosséa I, le périmètre de Doumga Rindiaw, les données révèlent que plus de 80% du travail en 1988 a été réalisé par ceux de 5 à 24 ans, permettant ainsi aux fils plus âgés d'émigrer à la recherche de travail salarié. Par conséquent, les rendements dans les PIV ont souffert.

37. A Doumga Rindiaw, la distribution des parcelles a suivi les pratiques traditionnelles. Surtout au début, quand la terre pour l'irrigation était limitée, la préférence a été donnée de facto aux anciens, à ceux appartenant aux castes foncières nobles, et aux hommes. Ces personnes n'étaient pas toujours celles qui

avaient le plus besoin de parcelles ni celles ayant les revenus et la main-d'oeuvre nécessaires pour les cultiver. De plus, le transfert des activités agricoles à des membres de la famille, des métayers, des femmes et des enfants par ceux qui n'étaient pas intéressés ou étaient incapables de cultiver le PIV a rendu difficile le maintien de la cohésion du groupement et de la coopération en son sein, tellement nécessaires pour le fonctionnement adéquat du périmètre.<sup>38</sup> De même, l'adhésion à des pratiques coutumières d'héritage foncier a eu pour résultat que les parcelles d'attributaires décédés sont passées à leurs héritiers, qui peuvent être des femmes, des enfants ou des émigrés absents du village. Cela perturbe sérieusement l'unité des groupements de producteurs car les femmes et les enfants sont exclus des assemblées du comité de gestion et les propriétaires absents ne contribuent que très peu au fonctionnement quotidien des périmètres.

39. Il faut aussi remarquer que, comme les ménages consomment le gros de ce qu'ils produisent, les fonds nécessaires pour la production irriguée ne proviennent pas directement de la vente du riz. Au début de chaque saison rizicole, les agriculteurs doivent donc faire appel à d'autres sources de revenus. Quelques ménages ont la chance de pouvoir disposer d'une source de revenus migratoires relativement stable. Par contre, d'autres ménages dépendent de sources de revenus plus précaires, telles que les emprunts ou la vente de bétail. Dans tous les cas, les revenus ne sont pas toujours suffisants pour couvrir les charges totales de la production rizicole, ce qui oblige les agriculteurs à réduire les coûts.

En conséquence, les récoltes sont médiocres et le remboursement des emprunts ainsi que la croissance du cheptel hypothétiques. Trop souvent, les agriculteurs finissent par abandonner leurs parcelles, comme cela a été le cas à Doumga Rindiaw en 1988.

notamment la terre, aussi bien irriguée que de décrue, et l'eau.

40. Il a été maintenu par les avocats d'une expansion rapide de l'irrigation que les demandes intensives en main-d'oeuvre dans les périmètres retardent l'exode rural. Jusqu'à présent, cela n'a pas été le cas. La rémunération de la migration du travail dépasse celle des activités locales de production pour tellement de ménages que la main-d'oeuvre est souvent rare dans la Moyenne Vallée. Ce manque est moins important pour les cultures sous-pluie et de décrue que pour les périmètres parce qu'elles demandent moins de main-d'oeuvre. Le paradoxe des PIV est que leur production efficiente demande à la fois beaucoup de capital en liquide et une main-d'oeuvre importante et stable mais que la maigre rémunération de ces deux facteurs encourage la main-d'oeuvre à rechercher ailleurs du travail salarié.

41. La solution à ces problèmes ne réside pas dans l'abandon de l'irrigation mais dans le fait qu'il faut la placer dans une meilleure perspective comme l'un, et pas automatiquement le plus important, des éléments d'un système de production complexe. La productivité générale de ce système et la valorisation de la main-d'oeuvre investie peuvent être améliorées par la gestion appropriée du barrage de Manantali. Mais pour que les gens puissent faire les investissements nécessaires dans une production agricole durable, on doit leur garantir l'accès continu à des intrants primordiaux,

## 5. L'Intensification dans les cuvettes

42. L'un des problèmes permanents de la production irriguée dans la Vallée du fleuve Sénégal a été son incapacité à atteindre des taux satisfaisants d'intensification de façon durable. Selon le PDRG (GERSAR/CACG. et alii 1990:96), le taux annuel actuel d'intensification pour les PIV et pour les *aménagements sophistiqués* n'est que de 0,83: c'est-à-dire que seulement 83% des surfaces totales aménagées en périmètres sont cultivées par an.<sup>20</sup> Le PDRG espère amener ce chiffre à 160% après six ans de fonctionnement d'un périmètre neuf ou réhabilité. Les performances passées suggèrent que de tels chiffres peuvent être difficiles à la fois à atteindre et à maintenir.

43. Mais une telle performance est déjà atteinte dans la plaine inondable, et ce sans aucun coût direct pour l'environnement, les infrastructures ou la gestion externe. Selon les études de SRBMA, presque 100% de la plaine cultivable est réellement cultivée, quelle que soit l'année, si elle est inondée. En novembre-décembre, après le retrait des eaux de la crue, les champs (de *waalo* et de *falo*) sont emblavés. La récolte a lieu trois mois plus tard, en février-mars. De plus, ces champs de décrue contribuent à une "récolte" de poissons, et à une "récolte" d'animaux et de produits animaux. La succession de l'exploitation de la plaine inondable--poisson, céréales, élevage--dans le temps entraîne un taux d'intensification inimaginable dans les périmètres.

44. Examinons chacun de ces éléments à son tour et essayons de calibrer leur valeur productive.

### 5.1 La Pêche

45. L'interaction entre les fleuves et les plaines inondables qui les bordent est des plus importantes pour la reproduction des poissons d'eau douce. Cette interaction se caractérise par une inondation périodique durant laquelle le lit majeur du fleuve et "les défluent, les bras morts, les marécages, les marais, les mares et le réseau de tributaires" de la plaine inondable fusionnent puis se séparent lorsque les eaux de la crue se retirent (Ward et Sanford 1989:59-60). Pendant la crue, les éléments nutritifs à la surface de la plaine se dissolvent dans l'eau et fournissent la nourriture pour les poissons nouvellement éclos et les fretins. Quand la crue est arrêtée ou limitée par les réservoirs de retenue en amont des barrages, il s'ensuit invariablement un déclin dans le nombre de poissons en aval. "Sur une longueur de 145 km du fleuve Missouri, une régularisation du débit avec pour résultat une perte de 67% de la surface inondée dans la plaine inondable s'est accompagnée d'une baisse dans les quantités de poissons pêchés de plus de 80%" (ibid:60, citation de Whitely et Campbell 1974).

46. La pente douce de la Moyenne Vallée du fleuve Sénégal -3 cm/km- facilite l'interaction entre le fleuve et les plaines qui le bordent et la reproduction de la plupart des poissons d'eau douce est adaptée à la crue:

. . . la Vallée du fleuve Sénégal était une importante zone de

reproduction de poissons d'eau douce (Tilapia, Silures). . . . Les inondations sont d'une grande importance pour le cycle vital de la plupart des poissons et des crustacés dans la Vallée. Après l'inondation les plaines et la dépression inondées forment un habitat favorable à la reproduction et à la croissance pour les organismes aquatiques. Grâce à cela, la biomasse de poissons et de crustacés augmente au cours de la période d'inondation.



Aucune grande inondation ne s'est produite ces dernières décennies à cause de la grande sécheresse et la pêche a disparu presque totalement de la vallée (van Lavieren et van Wetten, 1990, p.23). La pêche sur la plaine d'inondation -- "endiguement et écopage"

47. Alors que les impacts négatifs d'une réduction marquée de la crue annuelle sur la reproduction de la population piscicole en aval sont bien reconnus, cette donnée n'a pas été prise en compte dans les calculs de rentabilité des scénarios crue/sans crue. Rappelons l'affirmation de Gibb & Partners qui consiste à dire que le coût de l'électricité perdue dépassait les apports de l'agriculture de décrue, estimés par Gibb à 34.000 Fcfa/ha--apports que nous estimons à une moyenne se situant entre 14.275 et 28.717 Fcfa/ha en 1988-1989. Que devient ce chiffre si les gains de la pêche sont ajoutés à ceux de la culture de décrue?



La pêche

48. Selon Dames & Moore (1989:6-31/2), l'interruption de la crue "entraînera une perte d'environ 500.000 ha de plaine inondable dans les Moyenne et Basse Vallées. . . ." Reizer (1988) situe la perte à 400.000 ha dont dépend la reproduction des poissons. Gannett-Fleming (1978) note que la production moyenne de poissons est de 70 kg/ha/an. Si cela est vrai, la valeur du poisson par hectare (au prix de 500 Fcfa/kg en 1990) est de 35.000 Fcfa qui, ajoutés aux estimations de Gibb sur l'apport de la culture de décrue, donnent 69.000 Fcfa. Pour toute la région, si l'on utilise les estimations plus modestes de Reizer, ces chiffres donnent une production annuelle de 28.000 tonnes. Selon l'"Evaluation de la Gestion des Ressources Naturelles du Sénégal" (Grosenik et alii 1990, p.110), financée par USAID, avant la construction des barrages, "la pêche dans le

fleuve Sénégal produisait 28.000 tonnes par an (quelques experts disent 30.000 tonnes) et faisait vivre 10.000 pêcheurs à plein temps. De plus, elle subvenait aux besoins de beaucoup de pêcheurs à temps partiel, en fournissant une protéine additionnelle à leur famille." Le même document note que les barrages -sensés contribuer à la protection la région contre la sécheresse- entraîneront une "sécheresse artificielle permanente" (ibid).

49. Reizer (1988:264-267), à partir de données pour les années 1966-1968, années de "vaches grasses" où le poisson s'est vendu à 25-50 Fcfa/kg, et 1970-1972, années de "vaches maigres" où le prix était de 50-100 Fcfa/kg, environ un dixième du prix actuel, calcule le revenu annuel moyen des pêcheurs, ventes et autoconsommation comprises, comme suit:

Tableau 10

| Région     | Nbe. pêcheurs | Revenus tot. (Fcfa) | Revenus individuels (Fcfa) |
|------------|---------------|---------------------|----------------------------|
| Bas Delta  | 1.700         | 160.000.000         | 94.000                     |
| Haut Delta | 2.200         | 260.000.000         | 120.000                    |
| Vallée     | 6.200         | 560.000.000         | 90.000                     |
| Guiers     | 300           | 25.000.000          | 83.000                     |

50. Ce n'est pas la présence du barrage de Manantali en elle-même qui amènera un déclin si dramatique chez les poissons en aval (comme par exemple les barrages nord-américains ont influé sur les migrations de reproduction à contre-courant des saumons de l'Atlantique et du Pacifique). Les poissons disparaîtront parce que les plaines inondables leur seront inaccessibles la majorité des années. Selon Robin Welcomme (1979:256), expert en matière de pêche en eau douce à la FAO, gérer Manantali avec une crue artificielle permanente fournira l'environnement adéquat pour une reproduction normale:

La biologie et l'écologie de la majorité des poissons vivant dans des fleuves bordés de plaines inondables les rendent extrêmement sensibles à toute restriction de la plaine inondable et à toute modification du cycle de la crue . . . [Une] caractéristique importante est la provision de suffisamment d'eau pour produire une crue qui aura les caractéristiques nécessaires pour la reproduction des espèces de poissons. Il s'agit aussi bien d'une question de quantité que de minutage qui doivent être basés sur une bonne connaissance de la biologies des espèces de poissons. Des lâchures d'eau contrôlées ont été essayées dans quelques systèmes et, dans le fleuve Pongola, une série de crues expérimentales ont réussi à remplir les lagunes et à entraîner la reproduction . . .

51. Dans une citation des travaux de Davies (1979), Ward et Stanford (1989:60) notent que "beaucoup d'espèces de poissons qui dépendent de la crue résorbent les produits gonadiques en l'absence de crue annuelle et beaucoup ne frayent pas à moins que la végétation terrestre ne soit inondée. Cependant, en gérant les lâchures à partir du barrage pour prendre en compte les migrations de reproduction et les interactions terrestres et aquatiques, il pourrait être possible de maintenir la pêche dans un système fleuve-plaine inondable régularisé."

52. Reizer (1988:345, souligné dans l'original), qui a réalisé des études ichtyologiques dans le bassin du fleuve Sénégal pendant plus de 25 ans, souligne l'importance d'une crue artificielle pour maintenir la productivité de la pêche:

*La création de la crue artificielle* minimale en août est, pour certaines espèces au moins, *une condition indispensable à leur survie*. La potentialité de reproduction sera affectée par la diminution de la surface de frayères disponibles en année de forte hydraulité, mais aussi par une augmentation au moins correspondante en année de faible hydraulité. Sous la condition donc qu'une crue artificielle minimale (c'est-à-dire submergeant les seuils) soit créée en août, le bilan final sera positif.

53. L'expert-conseil de SRBMA en matières de pêche, Ian Dunn (1990), fait remarquer que les eaux peu profondes de la plaine inondable riches en éléments nutritifs permettent une pêche saisonnière de haute production et, par conséquent, d'un potentiel élevé de rendements. L'aspect saisonnier de la pêche est naturellement contrôlé par les problèmes de déplacement des pêcheurs le long de la plaine inondable quand les eaux sont hautes. Cette limitation de la pêche permet à la plupart des fretins d'atteindre de plus grandes tailles avant d'être pêchés. La plaine inondable est d'une importance primordiale, selon Dunn, puisque seulement une faible fraction de la population piscicole totale provient de la production initiale dans le lit majeur-même du fleuve. Il est donc théoriquement possible d'augmenter la récolte totale en contrôlant le retrait à partir des zones inondées, ceci grâce à des vannes. Ainsi, les zones d'eau peu profondes sont maintenues pendant de plus longues périodes, avec une plus grande croissance des poissons.

54. Quoique la sécheresse et les excès de pêche aient mené à l'épuisement des stocks de poissons dans la Vallée, nous anticipons que la crue artificielle contribuera à la restauration de la population jusqu'à des niveaux proches de ceux précédant la sécheresse dans les zones inondées de la plaine inondable, puisque la rapidité avec laquelle les poissons mûrissent dans les eaux tropicales mène généralement à un rétablissement rapide. Dans des conditions normales, la densité de la population des poissons matures a peu d'impact sur le succès de générations futures jusqu'à ce que leur nombre baisse au-dessous d'un niveau critique. La nécessité de maintenir un taux fixe de production d'énergie hydro-électrique veut dire que les débits les plus faibles dans le lit majeur seront de 20 à 30 fois supérieurs à leurs minima historiques. De tels débits fourniront un refuge nettement amélioré pour les stocks de poissons résiduels à la fin de chaque saison de crue. C'est-à-dire que l'augmentation des débits en saison sèche supportera de plus grands stocks de poissons et que la crue régulière

d'automne assurera leur reproduction dans la plaine inondable. L'irrigation à grande échelle pourrait, bien entendu, affecter de façon négative ce processus de reproduction, surtout si les eaux deviennent polluées par les produits agricoles chimiques -herbicides, insecticides- découlant des périmètres.

## 5.2 Elevage et pâturage



Du bétail broutant les funes de sorgho dans le wualo



Chameaux broutant la pâture aérienne

55. Les plaines inondables de la Moyenne Vallée du fleuve Sénégal forment une source de pâturage terrestre et aérien extrêmement importante en saison sèche pour le cheptel de ruminants dans une région à pluviométrie sahélienne.<sup>21</sup> En juin, avec le début de la saison des pluies, la plupart des animaux sont amenés sur les levées sableuses (*jeeri*), qui s'étendent de la vallée au *ferlo*, où les pluies et les feux de brousse favorisent la croissance de l'herbe fraîche et où les eaux de surface, les mares formées par la pluie, et les puits plus ou moins profonds facilitent la tâche

habituellement très éprouvante d'abreuvement du bétail. Quand la saison des pluies touche à sa fin, en septembre-octobre, les animaux se déplacent vers la ceinture étroite de champs où le petit mil a été récolté pour manger les fanes et fumer la terre. Cela est en fait le mode de transhumance du bétail dans tout le Sahel et, dès le début de la nouvelle année, la quantité et la qualité du fourrage baissent et les animaux commencent à puiser sur leurs propres réserves de graisse, allant parfois jusqu'à perdre près de 40% de leur poids avant le retour des pluies estivales.

56. Mais les plaines inondables de la Vallée du fleuve Sénégal apportent un troisième élément qui permet aux troupeaux non seulement de survivre mais aussi de prospérer pendant la plus grande partie de la saison sèche. Après la récolte du *waalo* en février-mars, les animaux sont amenés dans les plaines, où ils broutent les fanes de sorgho et de maïs, les feuilles de gonakiés (*Acacia nilotica*) et d'autres arbres et buissons et les herbes comestibles qui colonisent les zones incultes de la plaine. Bien que leurs études se limitent à la région de la Haute Vallée, Dames & Moore (1989:12/13) offrent une description des pâturages qui donne une indication pour les autres parties de la Vallée:

Les pâturages des plaines inondables sont importantes dans la région du projet et on les trouve tout le long du fleuve Sénégal entre Gande et Ambidedi, ainsi que le long des rivières Falémé et Karakoro. Parce que ces environnements présentent moins de

risques que ceux plus éloignés du fleuve, la densité de la population humaine et du bétail est très haute, avec pour résultat la dégradation de cette ressource dans quelques zones. Ces régions supportent naturellement des herbes pérennes telles que *Andropogon pseudopricus* et *Schoenfeldia gracilia*, et d'importantes espèces d'arbres telles que *Acacia seyal*, *A. nilotica*, *Combretum glutinosum*, et *Boscia senegalensis*. La dégradation des pâturages baisse proportionnellement à la distance par rapport au fleuve, ce qui indique l'importance de l'eau pour l'élevage . . . Dans une plaine inondable bien gérée, des capacités de charge se situant entre 1,5 et 5 UBT/ha sont possibles . . .

57. L.Diarra (1988:17), qui a examiné les changements du tapis herbacé dans le delta intérieur du fleuve Niger au Mali, conclut:

Des pluies insuffisantes de 1980 à 1986, auxquelles s'ajoutèrent de fréquents déficits dans la crue, ont considérablement modifié la composition des plantes et la production de biomasse dans les herbages de vetiveria et d'eragrostis dans la plaine inondable du fleuve Niger . . . Des milliers d'hectares autrefois couverts d'herbes pérennes ont été rendus improductifs par des espèces annuelles non comestibles, des buissons de *Leptadenia hastata* et des termitières. La capacité de stockage de la brousse a baissé dramatiquement à cause des diminutions des réserves de pâturage (italiques ajoutés).

58. Van Lavieren et van Wetten (1990, p.10), dans une citation de la South Dakota State University, affirment que la plaine alluviale forme un excellent pâturage, capable de supporter 0,8-1,07 Unité de Bétail Tropical/ha/an au début de la saison sèche et d'une capacité de charge annuelle moyenne de 0,41-0,54 UBT/ha.<sup>22</sup> Cela est à comparer aux capacités de charge de 0,23 UBT/ha/an dans les pâturages soudano-sahéliens et de 0,11 à 0,05 UBT/ha/an dans les pâturages sahéliens.

17.500 Fcfa pour l'élevage, pour un total de 66.775 à 81.200 Fcfa.

59. Ceci permet le calcul suivant pour le pire cas de figure. Si l'on admet que la crue soit interrompue totalement,<sup>23</sup> la capacité de charge des plaines latérales diminuerait d'environ 0,5 à environ 0,15 UBT/ha/an (une estimation généreuse pour des pâturages sahéliens sous-pluie aux sols argileux), soit une baisse d'environ 70%. (Pour 400.000 hectares de plaine inondable, cela se traduit par une diminution des têtes de bétail de 200.000 à 60.000, soit un déclin de 0,35 UBT/ha.) Si l'on présume que le prix de l'animal sur pied est de 200 Fcfa/kg (un chiffre modeste pour saisir la valeur de la viande, des produits laitiers, des peaux, du fumier<sup>24</sup> et des fonctions sociales), cela donne une perte par hectare de 17.500 Fcfa. En terme positif, chaque hectare de plaine inondable et inondé utilisé pour la pâture contribue pour une valeur de 17.500 Fcfa à sa productivité brute.

60. La valeur annuelle moyenne de la production par hectare de plaine inondable inondé fournie par ces trois formes de production est donc de 14.275 à 28.717 Fcfa pour la culture de décrue du sorgho, 35.000 Fcfa pour la pêche et

## 6. Impacts sur l'environnement

### 6.1 La Sylviculture



Des bois de gonakié



La manufacture du charbon de bois

61. Les arbres sont exceptionnellement importants pour l'environnement, surtout dans les pays pauvres en ressources comme le Sénégal, et, étant donné les inquiétudes sur le climat mondial, ils sont aussi importants à l'échelle du globe. Les pays industriels du Nord, dont la consommation de combustibles fossiles est la cause principale de l'augmentation des taux de gaz carbonique, devraient chercher à protéger de la destruction les surfaces boisées des pays du Tiers Monde. La Vallée du fleuve Sénégal était une région très boisée par rapport à son profil pluviométrique et l'élément principal de ces bois est l'*Acacia nilotica* (le gonakié). La déforestation a eu deux causes: des coupes excessives, surtout pour le bois de chauffe et le charbon de bois, et la sécheresse.

62. Après que des années consécutives de pluies déficitaires et de niveaux du fleuve bas aient entraîné une baisse dans l'humidité du sol nécessaire pour supporter les forêts de gonakiés,<sup>25</sup> cet arbre s'est montré suffisamment résistant pour que les crues de 1986, 1988 et 1989 se soient traduites par une bonne dose de régénération naturelle. Cependant, l'interruption permanente de la crue du Bafing à Manantali entraînerait une déforestation rapide. "Si la crue saisonnière n'est plus disponible, il n'y aura alors pas d'*Acacia nilotica*" (Grosenick et alii 1990:83). Non seulement l'arbre est la source la plus importante de bois de chauffe dans la région, mais il fournit en plus de grandes quantités de charbon de bois qui sont massivement exportées vers les zones urbaines comme Dakar, ceci malgré la réglementation l'interdisant. Soixante trois

pourcent de l'énergie primaire du Sénégal est fournie par le bois et, dans les zones rurales, ce chiffre monte à 99% (ibid:91). Selon GERSAR/CACG. et alii (1989:22), les demandes en bois de chauffe pour les zones rurales du Département de Matam dépassent la production de 110.660 m<sup>3</sup>/an. (Cette étude projette avec optimisme une réduction de la demande et une augmentation de la production telles que le manque sera de 66.161 m<sup>3</sup>/an en l'an 2000 et de seulement 1.444 m<sup>3</sup>/an d'ici l'an 2015. Les données sur lesquelles ce scénario aussi optimiste se base ne sont guère persuasives.) Le bois de cet arbre, parce que résistant à l'eau et aux termites, est utilisé pour la construction; les gousses sont mangées par le bétail<sup>26</sup> et les gousses comme l'écorce contiennent du tanin avec lequel tanner les peaux.

63. L'arbre contribue aussi à la stabilisation du sol dans la plaine inondable. Selon l'un des spécialistes (Gritzner 1988:82),

L'importance de la perte des forêts riveraines n'a pas encore été appréciée à sa juste valeur dans le Sahel. Les observations sur le terrain le long du fleuve Sénégal faites en 1979 et 1980 indiquent que le rythme de l'érosion le long du fleuve a augmenté dramatiquement comme la plaine inondable était dépouillée de sa couverture végétale protectrice, surtout de peuplements d'*Acacia nilotica* tellement importants comme source de charbon de bois . . . Les niveaux d'érosion dans les plaines inondables du Sénégal auront presque certainement comme résultat des taux de



Groupes d'arbres dans la cuvette

débits non contrôlés des rivières Falémé et Bakoye se montrent suffisants pour inonder l'essentiel de la plaine la plupart des années, les forêts d'*A.nilotica* seront encore en danger. Ceci parce que les hauteurs qu'ils occupent ne sont inondées qu'en cas de crue exceptionnellement forte et aussi parce que, en l'absence d'une stratégie de gestion contraire, le barrage sera opéré afin de limiter les extrêmes (les crues exceptionnellement fortes comme les exceptionnellement faibles), les eaux de crue pourraient n'atteindre ces hautes terres que beaucoup plus rarement qu'à présent. Bien entendu, nous ne savons pas dans quelle mesure les périmètres irrigués endigués élèveront le niveau de la crue ni s'ils atténueront les impacts d'un débit du fleuve général plus faible sur la régénération des régions boisées.

## 6.2 Eaux à usage domestique



Jardins des femmes arrosés à partir de puits de surface

sédimentation et de salinisation bien au-delà de ceux actuellement prévus par les agences impliquées dans un plus ample développement du bassin du fleuve Sénégal.<sup>27</sup>

64. Finalement, les arbres qui peuvent pousser grâce aux inondations périodiques règlent aussi le débit des eaux de crues dans la plaine inondable.<sup>28</sup>

65. Même si le barrage est géré pour permettre des crues modestes ou si les

66. Nous avons discuté des impacts de l'interruption de la crue sur la culture de décrue, la pêche, l'élevage et les réserves de bois. Maintenant, nous nous tournons vers la question des réserves d'eaux à usage domestique: si la crue est diminuée, comment est-ce que les villageois obtiendront leur eau à usage domestique?

67. Notre découverte (Hollis 1990a et 1990b) que la nappe phréatique est alimentée principalement par l'infiltration des eaux de crue est appuyée par GERSAR/CACG. et alii (1988:14) dans le plan directeur pour Matam et par van Lavieren (1987?:38).<sup>29</sup> Cette nappe phréatique est exploitée par les villages de la plaine inondable grâce à des puits de surface où ils tirent l'eau pour la consommation humaine et animale et, surtout par les femmes des villages, pour l'arrosage manuel des jardins maraîchers. Une baisse de l'alimentation des nappes générée par la crue pourrait entraîner le tarissement de ces puits et forcer les usagers soit à parcourir des distances considérables pour aller tirer l'eau directement du fleuve et des marigots, avec tous les risques sanitaires et de santé qui pourraient s'ensuivre, soit à creuser des forages pour atteindre la nappe profonde. Fournir de nouvelles sources sûres d'eau potable à plusieurs centaines de milliers d'habitants de la Moyenne Vallée sera une entreprise extraordinairement coûteuse et qui n'a pas été bien considérée dans la documentation disponible sur la région.

68. Il est difficile de spécifier les coûts des forages sans aucune information solide sur leur profondeur.<sup>30</sup> En 1983-1988, un projet d'approvisionnement en eau potable en milieu rural au Sénégal

(Horsfield 1988), financé par la British Overseas Development Administration, creusa et équipa 18 forages pour apporter une eau saine et potable à environ 85.000 personnes, à un coût total de £6.107.000, soit £340.000 par forage. Chaque forage équipé desservait approximativement 4.700 personnes. Si nous faisons une estimation, modeste, du nombre de personnes devant recevoir une nouvelle source d'eau potable à 300.000 villageois sur la rive gauche, 64 puits devront être creusés pour un coût total estimé à £19.200.000 (soit approximativement 9.590.400.000 Fcfa). Si ces 300.000 villageois occupent 100.000 hectares de plaine inondable, le coût à l'hectare de la fourniture en eau potable saine et fiable, pour les années de service des puits, est d'environ 96.000 Fcfa plus les coûts annuel de maintenance et de réparation.

69. Si la durée de service d'un puits est estimée à 30 ans, le coût moyen par hectare par an serait de 3.200 Fcfa.

70. Pourtant, même l'exploitation des nappes profondes pourrait ne pas être une solution durable si, comme GERSAR/CACG. et alii (1988:14) l'indiquent, et la nappe phréatique et la nappe profonde sont alimentées par la crue: "L'alimentation de tous ces aquifères se fait en général plutôt par les eaux d'inondation que par les pluies."<sup>31</sup>

71. En conclusion, il semble que, si la crue du Bafing est interrompue, de nouveaux moyens coûteux d'approvisionnement les habitants de la Vallée du fleuve Sénégal et des larges régions voisines au Sénégal et en Mauritanie en sources d'eaux à usage domestique devront être trouvés.

## 7. Autres coûts

72. Les estimations quantitatives faites dans l'analyse ci-dessus peuvent ne pas être exactes dans le détail, ce qui n'enlève rien à la pertinence des conclusions qui peuvent en être tirées. Le poids cumulé des résultats de SRBMA fait définitivement pencher l'analyse de rentabilité loin de la décision d'interrompre la crue artificielle et vers une politique de gestion qui cherche à optimiser les bénéfices du contrôle de l'eau pour le plus grand éventail d'intéressés: les consommateurs d'électricité, les petits producteurs agricoles, ceux qui pratiquent l'irrigation, les éleveurs et les pêcheurs. Il fait passer la décision à une option qui augmenterait la vulnérabilité de l'environnement en aval vers une autre qui préconise un développement économique avec une base écologique solide et durable. Et il pose des questions d'importance sur les avantages que comporterait la poursuite d'une expansion rapide des périmètres irrigués aux dépens de la culture de décrue.

73. Nous pourrions arrêter notre argumentation ici, mais il y a d'autres questions pertinentes qui devraient être au moins considérées, bien que seulement l'une d'entre elles se prête à une analyse quantitative.

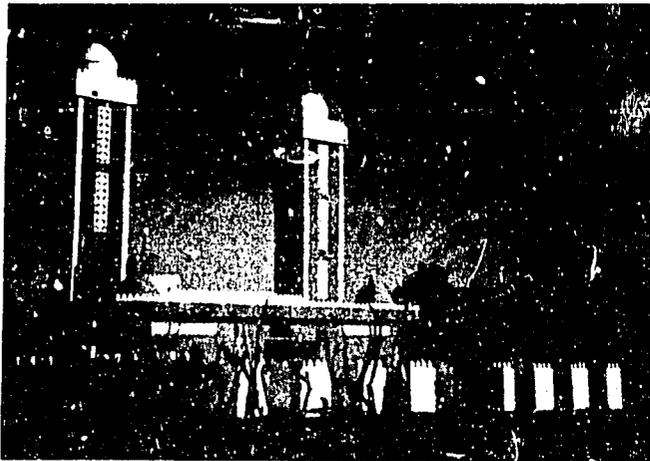
### 7.1 Le social et le politique

74. Nous avons souligné quelques-uns des coûts économiques d'une simplification abrupte du système de production complexe et diversifié qui existe actuellement dans les plaines inondables latérales de la Moyenne Vallée du fleuve

Sénégal. La domination progressive de l'irrigation sur toutes les autres activités de production--la culture de décrue, l'élevage, la pêche, la sylviculture--engendrera non seulement des coûts économiques qui excèdent les gains attendus mais aussi des coûts sociaux et politiques importants,<sup>32</sup> quand les groupes ethniques et sociaux qui jouissent pour le moment d'un accès *complémentaire* aux ressources (avec la succession de la pêche, de l'agriculture et de l'élevage) se trouveront en *compétition* intense pour une réserve de ressource qui va en diminuant. Notez qu'alors que l'expansion de l'irrigation est très lente, avec une augmentation nette actuelle de moins de 2.000 ha/an sur la rive gauche, les impacts de l'interruption de la crue sur toutes les autres composantes du système de production sont profonds et immédiats.

75. En 1989, nous avons vu les conséquences tragiques d'une telle compétition le long de la rive droite du fleuve quand les élites mauritaniennes, anticipant la simplification du système de production, ont agit violemment pour prendre le contrôle de ressources stratégiques, exproprier les habitants locaux de leurs terres et les expulser par la force (H o r o w i t z 1 9 8 9). Rétrospectivement, ces événements auraient dû être prévus. Bien qu'il n'existe pas au Sénégal, contrairement à son voisin du Nord, une tradition idéologique d'apartheid, nous ne sommes pas assez optimistes pour écarter la possibilité dans l'avenir d'un conflit violent sur la rive gauche.

76. L'impact de la réduction de la crue, et surtout l'élimination des crues exceptionnelles, sur l'équité sociale et économique au sein des populations



Mosquée du village financée par les envois  
monétaires des émigrants du travail

importantes. Quand les crues exceptionnellement fortes seront éliminées, les terres de ces agriculteurs qui n'appartiennent pas aux castes foncières seront inondées encore moins souvent que maintenant, ce qui affectera négativement leur capacité de production, ne serait-ce que pour l'autoconsommation. Le barrage pourrait donc intensifier la stratification existante en empirant la position économique de ceux qui ne jouissent pas de l'accès garanti aux meilleures terres agricoles. Par contre cet effet peut être compensé théoriquement ou tout au moins atténué par l'expansion de la culture irriguée, à condition que celle-ci soit d'un accès plus démocratique et soit redressée pour générer de façon durable des revenus substantiels pour les producteurs.

77. Il faut aussi prendre en considération les questions d'équité se portant sur l'âge et le sexe dans le passage prévu d'un système de production diversifié à un qui se concentre plus exclusivement sur l'irrigation. Comme nous l'avons fait remarquer plus tôt, les charges de production des périmètres et les apports relativement faibles pour la main-d'oeuvre investie dans les champs

riveraines sera peut-être moins spectaculaire mais tout aussi profond. La Moyenne Vallée du fleuve Sénégal, foyer des Haal pulaaren, est une région fortement stratifiée, dans laquelle le statut se reflète dans l'accès différentiel à la terre. L'élite des propriétaires fonciers contrôle les meilleures terres du *waalo*, c'est-à-dire celles qui reçoivent le plus souvent une crue productive. Les autres ont plus tendance à posséder des terres sur les élévations du bassin, inondées moins fréquemment parce qu'elles demandent des crues plus irriguées encouragent une forte émigration du travail loin de la Vallée. Cette migration attire les jeunes hommes qui cherchent de l'emploi dans les zones urbaines du Sénégal et à l'étranger et laissent derrière eux les enfants, les personnes âgées et les femmes, qui doivent alors prendre en charge une plus grande partie des activités agricoles. Puisque l'irrigation est la tâche agricole demandant le plus de main-d'oeuvre, et puisque ce sont surtout les femmes qui auront encore toutes leurs autres responsabilités domestiques, leur temps libre, ainsi que celui des enfants et des personnes âgées, deviendra de plus en plus rare. Les femmes ont aussi été sujettes à discrimination dans l'attribution des parcelles des périmètres. Les femmes âgées pourraient voir l'une de leurs opportunités d'emploi non agricoles, la vente dans les villages de poissons pêchés sur place, disparaître avec la baisse des rendements entraînés par la réduction de la crue.

78. Une crue trop faible entraînera non seulement une baisse progressive des revenus des ménages et de la capacité de production par l'environnement de

récoltes utiles mais aussi une accélération de l'exode rural dans la région. L'Europe fait déjà montre d'un manque d'enthousiasme pour accueillir les travailleurs du Tiers Monde dont les positions sont de plus en plus remplies par les migrants de l'Europe du Sud, Centrale et de l'Est. Après l'intégration de la Communauté Economique Européenne en 1992, l'Europe pourrait être effectivement fermée aux Africains. Pour les hommes soninke et haal pulaaren, Dakar sera la cible quasi exclusive de la destination après leur fuite de la vallée appauvrie économiquement et écologiquement par le barrage. Comment est-ce que Dakar les recevra? Quelles sont les possibilités d'expansion de l'emploi dans les centres urbains? Quels seront les effets de la migration sur la qualité de la vie en ville, sur le logement, la criminalité, la violence? Ne sont-ce pas des "coûts" à intégrer dans l'équation de Gibb?

79. Finalement, il est probable qu'il y aura des impacts négatifs sur les emplois non agricoles dans les petites villes et les villes secondaires de la région si l'ampleur et la durée de la crue se montrent insuffisantes pour supporter une économie agricole vigoureuse. Outre le fait d'être le lieu d'habitation de fonctionnaires, dont le nombre pourrait être réduit de façon marquée dans le cadre du programme d'ajustement structurel, ces petits centres urbains offrent de l'emploi aux commerçants et aux artisans dont le gagne-pain dépend largement des demandes des agriculteurs, des pêcheurs et des éleveurs.

## 7.2 L'Electricité bis: Sir Alexander Gibb & Partners<sup>33</sup>

80. Les stratégies de gestion du Barrage de Manantali ont été basées en grande partie sur les calculs hydrologiques de Sir Alexander Gibb & Partners. A partir de leurs données et de leurs calculs du volume d'eau nécessaire pour générer une crue qui permettrait la culture de 50.000 ha ("Hydrogramme A"), nous posons la question: combien d'années entre 1904 et 1984 (la période comprise dans les simulations de Gibb) y aurait-il eu assez d'eau pour permettre une crue de 50.000 ha *et* garantir 86 mégawatts d'énergie disponible? Cette question pourrait être partagées en différents segments:

(1) Combien d'années y aurait-il eu une crue de 50.000 ha ou plus sans aucune lâchure additionnelle à partir de Manantali?

Gibb (1987) présente les résultats d'une simulation conçue pour suivre le débit du fleuve et le niveau du réservoir tout en garantissant une production minimum de 86 mégawatts. Pour 62 des 81 années (76,5%), la moyenne mensuelle du débit à Bakel en août, septembre ou octobre est égale ou supérieure à  $7,5 \times 10^9$  m<sup>3</sup>, le volume nécessaire pour une crue dans l'Hydrogramme A. Une crue contrôlée aurait donc été nécessaire seulement pour 19 des 81 années (23,5%) (quoiqu'une telle lâchure aurait pu aider à inonder une surface encore plus importante de la plaine inondable).

(2) Combien d'eau aurait dû être lâchée ces années de déficit pour amener la crue à un minimum de 50.000 ha et quel aurait

été l'impact de cette lâchure sur la génération d'hydro-électricité?

Les 19 années de déficit sont:

|        |      |      |
|--------|------|------|
| 1907** | 1942 | 1978 |
| 1913   | 1944 | 1979 |
| 1914   | 1972 | 1980 |
| 1921** | 1973 | 1981 |
| 1940   | 1976 | 1982 |
| 1941   | 1977 | 1983 |
|        |      | 1984 |

Pour trois de ces années, seulement 100 m<sup>3</sup>/sec (\*\*) ou 200 m<sup>3</sup>/sec (\*) de plus n'importe quel mois du trimestre aurait créé la crue projetée.<sup>34</sup>

81. Bien que les maxima simulés pour ces 19 années n'aient pas été suffisamment élevés pour garantir une crue qui engendrerait la culture de 50.000 ha, les données mensuelles de la simulation montrent que, pour beaucoup de ces années, le réservoir aurait contenu suffisamment d'eau pour atteindre le débit nécessaire. En fait, l'analyse de la simulation pour 86 mégawatts montre que, sauf pour 1913, une année couverte d'infamie dans l'histoire de l'Afrique Occidentale pour la sévérité de sa sécheresse, *toutes les autres années de 1904 à 1977, le réservoir aurait été rempli avant la fin d'octobre et les eaux se seraient répandues par les déversoirs du barrage pendant la plupart des mois d'octobre et novembre.* Chaque goutte déversée en excès de la quantité nécessaire pour générer 86 mégawatts l'année aurait pu, si nécessaire, être redirigée par une lâchure contrôlée pour augmenter le maximum mensuel pendant la période primordiale de la crue. Pour seulement 8 des 81 années simulées (9,9%), le

réservoir n'a-t-il pas atteint son plein: 1913, 1977, 1979-1984.

82. Gibb se demande quelle serait la quantité d'énergie qui aurait pu être produite 100% du temps si le réservoir avait été utilisé pour amener le niveau du fleuve à celui d'une crue de 50.000 ha. Il en conclut que cette condition n'assurerait que 34 mégawatts, un niveau aussi faible qu'inacceptable. Autrement dit il existe donc selon lui un conflit irréconciliable entre la crue et la production d'énergie hydro-électrique désirée de 86 mégawatts.

83. Cette conclusion, répétée comme telle par Dames & Moore (1989), masque le fait que, *la plupart des 81 années, 86+ mégawatts auraient été générés sans difficulté.* Cette baisse catastrophique à 34 mégawatts est la conséquence d'essayer une crue pour 1983-1984, les années de pluviométrie les plus faibles enregistrées! En fait, une autre simulation par Gibb (Phase 1 - Volume 1B, pp.B/10-B/13) montre que 95,2% du temps (925 mois sur 972), Manantali aurait généré une production minimum de 74+ mégawatts et une crue contrôlée de 50.000 ha. L'énergie produite n'est tombée au-dessous de ce niveau que 47 mois (4,8%) et 37 de ces mois étaient pendant la sécheresse-record de 1980-1984.

84. La version la plus récente du PDRG (GERSAR/CACG. et alii 1990:57) reconnaît qu'il est insoutenable de demander une production à 100% garantie tous les ans:

*la forte discordance introduite dans la série hydrologique de référence (1904-1984) par les récentes années sèches fait qu'un critère de réussite*

*fixé à 100% pour l'obtention d'un objectif (débit régularisé, crue artificielle ou production d'énergie hydro-électrique) conduirait à pénaliser l'ensemble des projets. Pour cette raison, les objectifs ont été calés sur un taux de garantie de 95% (5 années sur cent d'échec). Ce préalable fixé, l'utilisation du stock de Munantali se pose en termes de concurrence comme déjà décrit dans ce rapport.*

*Prioritairement:*

- entre la crue artificielle et la production d'énergie*
- entre la crue artificielle et l'irrigation*

*Secondairement:*

*- entre la production hydro-électrique et l'irrigation, de façon temporaire et lorsque l'irrigation aura atteint un stade de développement proche du seuil des 100.000 ha.*

*En résumé, on peut dire que la présence d'une crue artificielle réduirait le débit régularisé garanti (à 95%) de plus de 60% (pour la plus petite des crues artificielles) et l'énergie hydro-électrique garantie (à 95%) de plus de 10%, ces taux de réduction augmentant notablement pour des crues artificielles plus conséquentes, de type B et C.*

*En tout état de cause, il serait possible de fournir un débit régulé moyen garanti (à 95%) de 150 à 200 m<sup>3</sup>/s pour des crues artificielles, respectivement, de type B et A. Ces*

*débits sont jugés suffisants pour couvrir l'ensemble des besoins en eau dans la vallée pour une surface irriguée totale (rives gauche et droite) de 100.000 ha.*

85. Nous sommes naturellement contents de voir nos inquiétudes au sujet des calculs de Gibb sur les impacts de la crue artificielle sur le potentiel hydro-électrique partagées par le consortium responsable de la rédaction du Plan Directeur pour la Rive Gauche.

## 8. Recommandations<sup>35</sup>

86. Les discussions menant à ces recommandations peuvent être trouvées dans ce rapport de synthèse et dans les sections du rapport définitif portant sur l'hydrologie, la pêche, l'agriculture et la pédologie, les relations villes-campagnes et les problèmes sociaux-économiques. Lors de la réalisation de ces recommandations, les institutions et nationaux sénégalais, y compris les habitants de la Vallée du Fleuve Sénégal, devraient être impliqués au maximum.

87. Pendant la Phase I du Suivi des Activités du Bassin du Fleuve Sénégal (SRBMA-I), les changements et besoins suivants ont commencé à influencer l'arène du développement pour la région:

- . une crise financière, qui a mené à la mise en place du programme d'ajustement structurel et de la Nouvelle Politique Agricole du Sénégal demandant le désengagement progressif de l'Etat de toute implication directe dans les opérations agricoles (y compris l'élimination des subventions pour les intrants agricoles pour les agriculteurs et la fin du rôle de l'Etat dans la commercialisation agricole);

- . une augmentation de l'intérêt dans le secteur "privé" dans le développement;

- . une plus grande prise de conscience sur la nécessité d'un développement sans dommage pour l'environnement;

- . un déclin dans la réceptivité des Européens envers les migrants du travail africains;

- . les conflits ethniques et la violence dans la région avec pour résultat, entre autres, l'expulsion de milliers de Noirs africains de la Mauritanie et leur installation le long de la rive gauche du fleuve;

- . un taux annuel de croissance de la population estimé à 2,6%;

- . les infestations récentes par les criquets et une période de sécheresse de 15 ans ainsi que des crues faibles ou absentes, qui ont décimé les cultures sous-pluie et de décrue; et

- . le besoin d'une plus grande sécurité alimentaire dans tout le pays.

Les recommandations qui naissent de la Phase Un des recherches de SRBMA sont offertes dans le contexte de ces événements.

88. Soutien d'un Système de Production Diversifié Durable. Nous recommandons que le barrage soit géré afin de soutenir un système de production diversifié dans lequel une croissance économique équitable et sans dommage pour l'environnement soit reconnue comme principe directeur. Cela implique que les responsables du barrage lâcheront le volume d'eau à partir du réservoir de Manantali qui maximisera une production de la plaine inondable, et ce sans dommage pour l'environnement et compatible avec les demandes de la production d'énergie hydro-électrique et de l'irrigation. Pour le moment, il n'y a pas de turbines à Manantali et les réserves d'eau sont suffisantes pour les périmètres existants. Il serait donc actuellement clairement prématuré d'initier une

stratégie de gestion basée sur le "scénario A" du PDRG, qui limite la surface inondée de la plaine inondable à 50.000 hectares.

89. Alimentation des Nappes Souterraines.<sup>36</sup> Une crue contrôlée devrait devenir une composante permanente de la gestion hydraulique dans la Vallée parce les eaux souterraines dans les nappes alluviales, phréatiques et profondes de la Vallée, et probablement celles de régions plus vastes dans le Nord du Sénégal, sont alimentées principalement par l'infiltration des eaux de crue dans la plaine inondable. Les puits tirant l'eau de la nappe aquifère sont primordiaux pour les réserves en eau des villages et du bétail et pour l'arrosage des jardins maraîchers gérés par les groupements de femmes. Les impacts de l'augmentation de l'alimentation de la nappe aquifère par la percolation des eaux d'irrigation sur la qualité de l'eau devraient être suivis par la Cellule Eaux Souterraines existante. Alors qu'il serait intéressant d'utiliser la nappe aquifère pour l'irrigation, de tels projets ne devraient pas être mis en place sans une compréhension préalable complète de leurs impacts sur la qualité et la disponibilité de l'eau. Quand les relations entre la nappe aquifère et le fleuve seront mieux comprises, l'utilisation conjoint des réserves en eaux souterraines et de surface devrait être considérée.

90. Suivi, Evaluation et Recherche. Afin de pallier les lacunes importantes dans les connaissances actuelles, nous recommandons l'établissement immédiat d'un suivi, d'une évaluation et d'une recherche intégrés des activités dans le Bassin du Fleuve Sénégal, coordonnés par

la Cellule Après-Barrages. Cela veut dire que la CAB aura besoin de plus de personnel dans les sciences sociales et de l'environnement ainsi que de plus grands moyens pour la documentation et la gestion des données. Des programmes de formation du personnel sénégalais devraient être institués, soit au Sénégal soit à l'étranger si nécessaire, là où les qualifications essentielles manquent.

91. Hydrologie et Gestion de la Crue Artificielle. Alors que le rapport de synthèse souligne des lacunes socio-économiques et écologiques importantes dans la compréhension des systèmes de production de la Vallée du fleuve Sénégal, il existe aussi des défauts dans notre compréhension hydrologique, et ils rendent extrêmement problématiques les tentatives actuelles de gestion des lâchures à partir de Manantali. Les règles de gestion pour Manantali devraient avoir pour but l'augmentation de la crue naturelle à partir des eaux incontrôlées du bassin versant plutôt que d'essayer de suivre la crue artificielle de l'"Hydrographe A." Cela demanderait moins d'eau, allongerait normalement la saison pour les récoltes de décrue et limiterait la fréquence des hydrographes indésirables à double sommet. Le modèle de prévision actuel à temps réel développé pour le fleuve est insuffisant pour guider l'augmentation des débits de la crue naturelle parce qu'il ne donne une prévision du débit à Bakel qu'un ou deux jours à l'avance. Un modèle de prévision hydrologique à temps réel, qui comprenne une composante pour les pluies et l'écoulement des eaux et une composante hydraulique basée sur les niveaux du fleuve, devrait être développé pour apporter des prévisions des débits à Bakel

deux à trois semaines à l'avance. Afin de construire un tel modèle, des liens doivent être établis avec la Guinée pour obtenir les données nécessaires sur la pluviométrie et les débits dans les hauteurs du bassin versant du fleuve Sénégal. De plus, la faisabilité de l'extension de la télémétrie existante des données climatiques à temps réel par METEOSAT devrait faire l'objet d'investigations.

## 92. Mécanisme d'Inondation dans les Cuvettes.

(1) Le blocage et la restriction du flux de l'eau dans les cuvettes et le long des défluent devraient être étudiés avant d'entamer des travaux peu coûteux d'agrandissement et d'excavation à des endroits clé. Ce programme facilitera non seulement à l'inondation des cuvettes mais aussi l'approvisionnement en eau pour l'irrigation. Les plans pour la construction et la gestion de barrages à vanne là où les adducteurs quittent le fleuve principal devraient avoir pour but la gestion intégrée des niveaux de l'eau pour le bénéfice de la pêche, la culture de décrue et l'irrigation.

(2) La complexité et la variabilité de la direction des flux dans la plaine inondable associées aux importants débits par endroits exigent que les digues ne soient pas construites de façon à obstruer les passages empruntés par les eaux. Situer les projets d'irrigation sur des terres plus en hauteur et plus sableuses sur les marges des cuvettes permettra de réduire les coûts des digues et les hausses du niveau de la crue. Les montées dans le niveau de la crue sont dues à une réduction de la capacité d'accumulation de la plaine inondable causée par les digues

construites autour des périmètres. La construction de routes temporaires au travers les défluent devrait être entreprise seulement là où elles n'auront aucun impact négatif en aval et là où toute la structure sera otée avant la crue suivante.

(3) Il existe suffisamment de données pour élaborer un modèle physique déterministe simulant les processus réels d'inondation de la plaine inondable de Bakel à Kaédi, et probablement jusqu'à Richard Toll. Ce modèle aura besoin d'être mis en opération quotidiennement.

93. Impacts de l'Irrigation sur la Plaine Inondable. Il est primordial que les grands casiers ne soient *pas* aménagés de façon que leur drainage dans les marigots en existence, et de là dans les cuvettes, cause une salinisation rapide de la cuvette, la nappe aquifère et, éventuellement, d'une grande partie du périmètre lui-même. Il est de plus recommandé que tout effort de remplacer les ponts sur la route Matam-Ourossogui par une digue continue soit vu avec énormément de circonspection. Un tel remplacement gênerait sérieusement la coulée des eaux de crue vers la plaine inondable. Le danger existe que, lors d'une crue forte, les eaux de crue traversent la ville de Matam qui est située plus bas que le sommet de la digue. Dans le projet actuellement en train d'être aménagé près de Boyenadji, il est recommandé que les marigots soient creusés afin que les eaux d'écoulement puissent se décharger dans le Diamel par des vannes à sens unique. Il est aussi recommandé qu'un large passage soit laissé au travers du périmètre afin que les eaux de crue des cuvettes de Dioulo, Navel et Tiemping puissent aller jusqu'au Diamel et au-delà.

#### 94. Etudes Hydrologiques.

(1) Priorité Absolue. Un modèle de prévision du débit à temps réel avec une marge de prévision d'au moins deux semaines doit être dressé pour Makana et Bakel.

(2) Très Haute Priorité. Des tests de lâchures à partir de Manantali avec des débits de base continus pour permettre des études du devenir de l'eau relâchée. Une attention toute spéciale devrait être prêtée aux niveaux de l'eau dans le fleuve entre les stations de jaugeage en existence, aux niveaux de l'eau dans les défluent et la mesure actuelle des débits à des points critiques.

(3) Haute Priorité. Des échelles limnimétriques ("*stage boards*") devraient être installées dans chacune des cuvettes sélectionnées pour une étude intensive et à des endroits stratégiques le long des défluent et des marigots. Ces échelles devraient être relevées quotidiennement pendant la saison de la crue, de préférence par des observateurs habitant dans les villages locaux. Ces échelles limnimétriques devraient être soigneusement positionnées pour donner des élévations en m IGN.

(4) Priorité Moyenne. Les volumes du débit dans les cuvettes et dans les longs canaux importants devraient être mesurés à plusieurs reprises pendant le passage des eaux de crue afin de permettre le calcul des volumes d'eau en déplacement et d'établir des relations entre la pente de la ligne des eaux entre les échelles limnimétriques et les écoulements.

(5) Priorité Moyenne. Un nouveau modèle physique de l'hydrologie de la Vallée a besoin d'être développé et calibré sur la base des nombreuses données pour le fleuve et des données limitées mais suffisantes sur les niveaux de l'eau dans les défluent et les cuvettes, les niveaux de la nappe aquifère et sur l'étendue de la crue. Ce nouveau modèle devra prendre en compte les processus d'inondation et de vidage dans chaque cuvette; les relations entre la nappe aquifère et les eaux de surface; les sorties d'eau prévues, y compris pour l'irrigation; et le retour des eaux vers le fleuve. Les buts principaux du modèle seront de déterminer les niveaux atteints par l'eau pendant la saison sèche selon différents scénarios de d'aménagement et l'étendue de l'inondation pendant la lâchure d'une crue artificielle ou amplifiée à partir de Manantali. Il y a suffisamment de données sur l'hydrologie physique du fleuve et de la plaine inondable pour commencer ce modèle immédiatement mais de nouvelles données seront nécessaires pour le tester et le vérifier.

(6) Haute Priorité. Le Projet des Eaux Souterraines, OMVS/USAID, devrait être continué et les données produites intégrées à la base de données existante.

(7) Haute Priorité. Un rapport sur les réserves de la nappe aquifère dans la Moyenne Vallée devrait être préparé en utilisant la base de données du Projet Eaux Souterraines, OMVS/USAID. L'étude devrait prendre en considération les impacts des changements dans le régime de la crue sur la nappe aquifère dans la région dans son ensemble.

(8) Priorité Faible. L'humidité des sols dans les terres du *waalo* devrait être étudiée, en se concentrant sur les relations entre l'alimentation des nappes et le drainage, l'importance de la pluviométrie (quantité et période) et les processus d'évapotranspiration.

(9) Priorité Moyenne. Bien que les débits des zones incontrôlées du bassin supérieur soient sensés avoir dépassé la Crue Artificielle "A" 52 des 68 années de 1903-1971, certaines données confirment que les années récentes de sécheresse ont considérablement abaissé la proportion des débits à Bakel venant des rivières Falémé et Bakoye. Une étude de la variation dans le temps des relations entre les pluies et les écoulements et entre la contribution relative de chaque tributaire est nécessaire. Cette étude devrait accompagner les études actuelles des impacts des différents régimes d'exploitation pour Manantali sur le débit réel à Bakel.

(10) Priorité Faible. Une revue des déplacements du limon devrait être préparée parce que peu d'attention semble avoir été accordé à leur transport dans la plaine inondable et aux dépôts de limon et d'éléments nutritifs dans les cuvettes de la Moyenne Vallée.

95. Téledétection et GIS. Nous manquons de documentation ferme sur la relation entre le volume et la durée des eaux de crue et la surface inondée. Les divers "hydrogrammes" proposés pour la gestion du Barrage de Manantali sont le produit de simulations et ne semblent pas avoir été vérifiés empiriquement non plus que la relation présumée entre la surface inondée de la plaine inondable et la

surface en fait cultivée en décrue. Quelques-unes de ces questions pourraient être résolues par un examen rétrospectif des images par satellite, comprenant par exemple la participation du Centre de Suivi Ecologique et la vérification sur le terrain. Nous faisons les recommandations suivantes:

(1) Le travail actuel de cartographie de l'étendue de la crue à partir d'imagerie SPOT devrait être continué en 1990 et ce pour au moins 5 ans de plus. Les images par satellite de la Vallée pour 1989 devraient être obtenues et analysées. Les analyses devraient faire une distinction claire entre les zones inondées par la crue et celles inondées par les pluies et les écoulements locaux.

(2) L'analyse des images LANDSAT datant d'à partir de 1972 devrait être considérée pour permettre une meilleure compréhension du processus d'inondation de la plaine alluviale et des relations entre les débits et les surfaces inondées. Il serait aussi utile de faire la distinction entre les zones inondées et celles en fait cultivées.

(3) Un modèle numérique des terrains de la Vallée devrait être créé en utilisant ARC-INFO. Cela servirait de base à la fois pour le système d'information géographique (GIS) de l'OMVS et pour la réalisation du modèle hydrologique proposé.

96. Simulations de Lâchures à partir du Barrage. Nous recommandons la simulation de lâchures de différents volumes à partir du barrage et leur comparaison aux données réelles dans le passé pour indiquer quels seraient leurs

impacts sur la capacité du réservoir l'année suivante.

#### 97. Recherche Agronomique.

(1) Il est essentiel d'entreprendre une recherche agronomique afin d'augmenter la productivité de la terre, de la main-d'oeuvre et des charges de production - surtout pour améliorer les rendements par hectare dans les champs de décrue. Elle pourrait être le mieux réalisée par l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA), en collaboration avec la SAED. Il existe un consensus général sur les avantages d'améliorer la productivité de la plaine inondable mais peu d'efforts concrets ont été entrepris dans ce but. Dans la liste des sujets de recherche à réaliser du PDRG (GERSAR/CACG. et alii 1990:77), aucun ne s'adresse à la culture du *waalo*. Pourtant, il existe un consensus considérable parmi les scientifiques qu'une telle recherche rapporterait beaucoup:

Malgré les risques de pertes des récoltes, la culture des marécages et des terres inondables endommage moins l'environnement que la plupart des cultures sous-pluie parce que les sels sont lavés par les eaux de crue et que des limons fertiles sont souvent déposés . . . Il semblerait qu'il y a une large marge d'action pour améliorer la culture de décrue et augmenter les surfaces ainsi cultivées. Les plaines inondables et les marécages peuvent être drainés plus vite en creusant de canaux de drainage, ce qui allongerait la saison et augmenterait la sécurité des récoltes et, si les canaux restent

pleins, offrirait une source d'eau pour l'irrigation pendant les périodes sèches (Barrow 1987:192-193).

(2) GERSAR/CACG. et alii (1989:13) reconnaissent que les rendements dans le *waalo* peuvent être augmentés de 550 kg/ha en 1990 à 900 kg/ha en l'an 2000 et 1.000 kg/ha en 2015. De même, van Lavieren (1987?:20), notant que l'irrigation ne donne que rarement deux campagnes agricoles par an dans la Vallée du fleuve Sénégal et qu'il est possible d'augmenter les rendements de la culture de décrue jusqu'à 800-1.000 kg/ha, se demande "*s'il faut appliquer ces changements agricoles rigoureux de façon absolue. Il semble opportun de reconsidérer l'importance de la culture dans le Walo, qui est adaptée au milieu naturel ainsi qu'aux traditions de la population.*" Il est intéressant de noter qu'avant la grande expansion de l'irrigation dans la Vallée du fleuve Sénégal des années 70, il y avait beaucoup d'intérêt pour l'amélioration des rendements des cultures de décrue et sous pluie (Chevreau et Poulain 1972; Poulain et alii 1967; Sapin et Reynard 1968; et, plus récemment, Watt 1986). Quelques-unes des études agronomiques à entreprendre comprennent:

- . l'amélioration génétique des plantes, afin de développer des variétés plus résistantes au stress et aux insectes et demandant moins d'eau; et/ou des variétés à cycle plus court qui murissent avant le début de la contre-saison chaude.

- . la réponse aux fertilisants, si une méthode peut être développée pour administrer les fertilisants, étant donné le

fait que la plantation doit attendre le retrait des eaux de surface;

. des infrastructures de petite envergure afin d'augmenter l'efficacité des eaux (par exemple, des barrages à vanne dans les marigots, des digues);

. une meilleure intégration du bétail dans les champs du *waalo*; et

. des techniques culturales pour augmenter l'efficacité de la main-d'oeuvre, l'espacement entre les plants, les cultures intercalaires (pour la fixation de l'urée, l'ombrage).

98. Recherche sur l'Environnement. Une recherche et un suivi de l'environnement devraient aussi être entrepris, peut-être avec la participation d'un consortium sénégalais (par exemple la SAED, l'ISRA) et d'autres organisations (telles que le Centre de Suivi Ecologique [CSE], l'ENDA, l'ORSTOM), et coordonnés de nouveau par la Cellule Après-Barrages. Par exemple, le PDRG (GERSAR/CACG. et alii 1990:26) parle de la "nécessité" de diminuer le nombre d'animaux dans la Vallée du fleuve Sénégal et pourtant aucune preuve n'est présentée qui indique que la taille des troupeaux dépasse beaucoup et de façon constante la capacité de charge que la productivité des herbages est menacée. D'un autre côté, le CSE a affirmé qu'il n'existe aucune évidence qui montre une désertification de la région. Un bon suivi se concentrerait sur les sols, l'eau et les arbres. Le suivi de la croissance des arbres est spécialement primordial puisque les différents régimes de la crue affecteront probablement la production

durable du bois de chauffe, de construction et celle du fourrage aérien.

99. Suivi et Recherche des Problèmes Socio-économiques. Finalement, et peut-être le point le plus important, un suivi à l'échelle de la Vallée des problèmes socio-économiques des ménages de petits producteurs devrait être entrepris, qui considèrerait les tenures foncières, les demandes en main-d'oeuvre, les politiques de prix pour les produits agricoles et ruraux de consommation, les relations entre la campagne et les petits centres administratifs et commerciaux. En collaboration étroite avec la CAB, l'Institute for Development Anthropology développera la formule de suivi appropriée pendant 1990-1991. La mise en place à long terme de cette formule ainsi que l'analyse des résultats devraient être réalisées par les diverses organisations nationales et internationales concernées.

100. Conclusion. Si les leçons du 20ème siècle donnent une indication fiable du futur, notre analyse suggère une stratégie de gestion pour le barrage qui permette une lâchure à partir de Manantali tous les ans sauf pour les quelques années où les niveaux du réservoir et les débits du fleuve sont trop faibles en août et septembre. Il existe peu de raison pour que le barrage de Manantali ne puisse pas être géré pour générer l'énergie hydro-électrique aux taux désirés, pour permettre un niveau d'irrigation raisonnable dans la Vallée, améliorer les conditions écologiques, accroître la productivité, les revenus et l'emploi et promouvoir une plus grande justice sociale en aval.

## **Bibliographie**

al-Bakri, Abu 'Ubayd 'Abd Allah b. 'Abd al-'Aziz

1981 [Selections from] *Kitab al-masalik wa-'l-mamalik*. In N. Levtzion and J. F. P. Hopkins, *Corpus of Early Arabic Sources for West African History*. Cambridge: Cambridge University Press.

Andersen, Dennis

1987 Scope of tariff and project justification studies. Unpublished report prepared by the World Bank (WAPDR) for the OMVS.

Barrett, Scott

1989 *On the Overgrazing Problem*. LEEC Paper 89-07. London: International Institute for Environment and Development.

Barrow, Chris

1987 *Water Resources and Agricultural Development in the Tropics*. Essex: Longman.

Cernea, Michael M., ed.

1985 *Putting People First: Sociological Variables in Rural Development*. New York: Oxford University Press for the World Bank.

Chevreau, M., and M. Poulain

1972 *Dix années d'expérimentation sur la culture traditionnelle du sorgho de décrue dans la vallée du Gorgol (Mauritanie): Inventaire des essais techniques culturales sur le sorgho de décrue dans le oualo du Gorgol, Kaédi 1960-1970*. Kaédi: Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières.

Dames & Moore

1989 *Senegal River Upper Valley Master Plan*. Preliminary Report, Phase I, December.

1990 *Senegal River Upper Valley Master Plan*. Provisional Report, Phase II, July.

Davies, B. R.

1979 *Stream Regulation in Africa: a Review*. In J. V. Ward and J. A. Stanford, eds., *The Ecology of Regulated Streams*. Pp. 113-142. New York: Plenum.

De Leeuw, P. N., and J. C. Tothill

1990 *The Concept of Rangeland Carrying Capacity in Sub-Saharan Africa - Myth or Reality*. Pastoral Development Network Paper 29b, London: Overseas Development Institute.

de Wilde, John C., ed.  
1967 Experiences with Agricultural Development in Tropical Africa. Vol. I. The Synthesis.  
Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

Diarra, L.  
1988 Changes in *Vetiveria nigriflora* and *Eragrostis barteri* grasslands in the Niger floodplain,  
central Mali. Bamako: ILCA.

Dunn, Ian  
1990 The Effect on the Senegal River Fisheries of the Management of the Manantali Dam  
under Two Possible Scenarios. Report for the Senegal River Basin Monitoring Activity.  
Binghamton, NY: Institute for Development Anthropology.

Food and Agriculture Organization (FAO)  
1988 Guidelines: Land Evaluation for Extensive Grazing. Soil Bulletin No. 58, Rome: FAO.

Gannett Fleming Corddry and Carpenter, Inc.  
1978 Assessment of Environmental Effects of the Proposed Developments in the Senegal  
River Basin. Partial Report for Fisheries. Dakar: OMVS.

GERSAR/CACG., Euroconsult, Sir Alexander Gibb & Partners, SONED-Afrique  
1989 Plan Directeur de Développement Intégré pour la Rive Gauche de la Vallée du Fleuve  
Sénégal. Rapport d'Etape. Décembre.

1990 Plan Directeur de Développement Intégré pour la Rive Gauche de la Vallée du Fleuve  
Sénégal. Document Provisoire. Juin.

Gibb, Sir Alexander & Partners, Electricité de France International, et Euroconsult  
1987 Scénarios d'Utilisation de l'Eau. Rapport Définitif. Etude de la Gestion des Ouvrages  
Communs, Rapports Phase 2 - Volume 2A.

Gritzner, Jeffrey Allman  
1988 The West African Sahel: Human Agency and Environmental Change. Geography  
Research Paper No. 226, The University of Chicago.

Grosenick, G., A. Djegal, J. W. King, E. Karsh, and P. Warshall  
1990 Senegal Natural Resources Management Assessment, Final Report. Prepared by the  
Development Economics Group of Louis Berger International, Inc. and by the Institute for  
Development Anthropology under IQC: PDC-5517-I-13-7136-00.

Guinard, André  
1988 Les activités agricoles dans la basse et moyenne vallée du Sénégal: problèmes et  
solutions. Report for the Senegal River Basin Monitoring Activity. Binghamton, NY:  
Institute for Development Anthropology.

Hollis, George E.

1990a Hydrological Issues: Part One. Report for the Senegal River Basin Monitoring Activity. Binghamton, NY: Institute for Development Anthropology.

1990b Hydrological Issues: Part Two. Report for the Senegal River Basin Monitoring Activity. Binghamton, NY: Institute for Development Anthropology.

Horowitz, Michael M

1989 Victims of Development. *Development Anthropology Network* 7(2):1-8.

Horowitz, Michael M, and Peter D. Little

1987 African Pastoralism and Poverty: Some Implications for Drought and Famine. *In* M. H. Glantz, ed., *Drought and Hunger in Africa*. Cambridge: Cambridge University Press.

Horsfield, A.

1988 A Senegal Village Water Supply Project. *Journal of the Institution of Water and Environmental Management* 2(4):391-398.

King, Jack Jr.

1990 A Report on Soils and Agricultural Production in the Middle Senegal Valley. Binghamton, NY: Institute for Development Anthropology.

Lavieren, B. van, and J. C. J. van Wetten

1987? Profil de l'Environnement de la Vallée du Fleuve Sénégal. Draft document. Arnhem, The Netherlands: Euroconsult.

1990 Profil de l'Environnement de la Vallée du Fleuve Sénégal. Arnhem, The Netherlands: Euroconsult and Institut National de Recherche pour la Conservation de la Nature (RIN).

Lele, Uma

1975 *The Design of Rural Development: Lessons from Africa*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

Lericollais, André, Monica Sella, John Magistro, Madiodio Niassé, and C. Nuttall

1990 *Les Relations Villes-Campagnes dans le Département de Matam*. Binghamton, NY: Institute for Development Anthropology.

National Academy of Sciences (NAS)

1980 *Firewood Crops: Shrubs and Tree Species for Energy Production*. Washington, DC: NAS.

Niassé, Madiodio

1990 Village Irrigated Perimeters at Doumga Rindiaw, Senegal. *Development Anthropology Network* 8(1).

#### OMVS/ISTI

1990 OMVS/USAID Project 625-0958 Groundwater Monitoring Project, Final Report, Volume I, "Objectives and Outputs." Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal/DIR/PES and International Science and Technology Institute, Inc., Washington, DC.

Poulain, J. F., P. Sapin, and A. Reynard

1968 Contribution à l'étude de l'amélioration des rendements du mil et du sorgho par la fumure minérale dans la vallée du fleuve Sénégal. Paper presented at the Colloque sur la Fertilité des Sols Tropicaux, Tananarive, Madagascar, 19-25 November 1967.

Reizer, Christian

1988 Les Pêches Continentales du Fleuve Sénégal: Environnement et Impact des Aménagements. Annales Sciences Zoologiques Vol. 254. Tervuren: Musée Royal de l'Afrique Centrale.

Sapin, P., and A. Reynard

1968 La culture de décrue du sorgho dans la vallée du fleuve Sénégal: Quelques techniques culturales simples pour son amélioration. L'Agronomie Tropicale 8:863-871.

Sénégal, République du (GOS)

1989 Conseil Interministériel sur l'Après-Barrages, Bilan d'Exécution du Programme d'Action, Problèmes Majeurs et Perspectives, Ministère du Plan et de la Coopération, Janvier.

Scudder, Thayer

1988 The African Experience with River Basin Development: Achievements to Date, the Role of Institutions and Strategies for the Future. Draft paper prepared for the Africa Bureau, Agency for International Development, and published by the Institute for Development Anthropology and Clark University under the Cooperative Agreement in Settlement and Resource Systems Analysis.

South Dakota State University

1982 Resource Inventory of Southwestern Mauritania: Geology, Soils, Forestry, Pasture. Report prepared for USAID. Brookings, SD.

USAID

1979 Country Development Strategy Statement FY 1981: Senegal. Dakar.

1989 OMVS 21st Meeting of the Consultative Committee. USAID/Bamako Unclassified Cable No. 8400, 15 December.

Ward, J. V., and J. A. Stanford

1989 Riverine Ecosystems: the Influence of Man on Catchment Dynamics and Fish Ecology. In D. P. Dodge, ed., Proceedings of the International Large River Symposium. Canadian Special Publication in Fisheries and Aquatic Sciences 106:56-64.

Watt, A.

1986 Le semis du sorgho de décrue au Fuuta: une Technologie traditionnelle de semis en zone sèche. Initiation aux Technologies Populaires No. 4. Dakar: ENDA.

Welcomme, Robin L.

1979 Fisheries Ecology of Floodplain Rivers. London and New York: Longman.

Whitely, J. R., and R. S. Campbell

1974 Some Aspects of Water Quality and Biology of the Missouri River. Transactions of the Missouri Academy of Sciences 8:60-72.

Woodhouse, Philip, and Ibrahima Ndiaye

1990 Structural Adjustment and Irrigated Food Farming in Africa: the "Disengagement" of the State in the Senegal River Valley. Development Policy and Practice Research Group Working Paper No. 20. Technology Faculty, The Open University, Milton Keynes, United Kingdom.

World Bank

1987 World Bank Experience with Rural Development 1965-1986. Operations Evaluation Department. Washington, DC: The World Bank.

1989 The World Bank and Senegal, 1960-87. Operations Evaluation Department. Washington, DC: The World Bank.

## Notes

1. Les auteurs sont respectivement Professeur d'Anthropologie à l'Université de l'Etat de New York à Binghamton et Directeur de Recherche à l'Institute for Development Anthropology. Ils dirigent avec Thayer Scudder le Suivi des Activités du Bassin du Fleuve Sénégal (SRBMA), financé par l'Agence Américaine pour le Développement International (USAID)/Dakar dans le cadre du Cooperative Agreement on Settlement and Resource System Analysis. SRBMA était une étude intensive sur le terrain de deux ans dans trois principaux sites villageois et de leurs ressources productives réalisée par J. Magistro, M. Niasse et C. Nuttall. Il a compris en plus des études à court terme portant sur l'agronomie et la pédologie (par G. Dhillon, A. Guinard et J. King), l'hydrologie (G.E. Hollis et H. Morel-Seytoux), les pêcheries (I. Dunn) et les sciences sociales (A. Bâ, R. Gervais, C. Howe, O. Kane, A. Lericollais et J. Schmitz). Au sein de l'IDA, l'aide pour la recherche a été apportée par Curt Grimm et Monica Sella. Les auteurs reconnaissent avec gratitude la contribution de leurs collègues à cette étude. Les opinions exprimées ici ne reflètent pas nécessairement celles de l'Agence Américaine pour le Développement International, du Gouvernement du Sénégal ou de toute autre personne, organisation ou gouvernement. Les auteurs peuvent être contactés à IDA, 99 Colliers Street, Binghamton, New York 13902-2207, USA (tél. 607-772-6244, fax. 607-773-8993, télex. 932433).

2. GERSAR/CACG. et alii (1990, Annexes:29) affirme que la Crue "A" inondera 144.000 hectares, dont 98.000 sur la rive gauche. Ils affirment aussi (1990, Annexes:19) que la Crue "A" permettra la culture de 50.000 pour toute la Vallée. Avec un ratio rive gauche/rive droite=2:1, une Crue "A" permettrait la culture d'environ 33.000 ha du waalo au Sénégal.

3. L'hydrologue d'IDA (Hollis 1990a et 1990b) démontre qu'une crue augmentée lâchée pour coïncider avec la crue naturelle des rivières Falémé et Bakoye exigerait un volume d'eau lâché à partir du réservoir plus petit que ce que Sir Alexander Gibb calcule pour la crue artificielle "A." L'analyse de Hollis montre que de 1954 à 1964, le volume d'eau lâché aurait baissé de 66% et, de 1986 à 1989, les lâchures auraient baissé de 19%. Cela représente une économie d'eau significative et aurait permis une augmentation de la génération d'hydro-électricité à partir du barrage de Manantali.

4. Le terme "artificielle" est utilisé ici dans les sens de "produit du génie humain" et non seulement celui de la nature. Il ne veut pas dire "irréelle" ou "imitée."

5. Sir Alexander Gibb & Partners est l'un des membres du consortium GERSAR/CACG. et alii chargé de rédiger le Plan Directeur pour la Rive Gauche.

6. Jusqu'aussi récemment que l'an passé, la Banque Mondiale (World Bank 1989:89) notait-- bien qu'ayant encouragé le Gouvernement du Sénégal à investir dans des projets rizicoles dans la Vallée du fleuve Sénégal en projetant des résultats favorables--qu'il y avait peu d'indications que ces résultats aient été basés sur des études détaillées des coûts de production ou de l'impact probable des coûts de développement sur le coût économique d'une production rizicole supplémentaire."

Quelques données instructives sont disponibles pour la rive droite du fleuve. En 1984, la Mauritanie a inauguré un vigoureux programme d'investissements privés dans l'irrigation et plus de 4.500 hectares de nouveaux périmètres ont été aménagés. "Ces efforts menèrent à une augmentation énorme de la production rizicole, de l'ordre de 14.000 tonnes de riz paddy pour la période 1987-1988. Cependant, le coefficient d'intensité agricole est passé de 1,06 en 1985-1986 à 0,69 en 1987-1988, alors que les surfaces aménagées mais non cultivées augmentaient de 316 ha, jusqu'à 2.114 ha" (Dames et Moore 1990:2-4, dans une citation de SAAGRER/IRM).

7. Même avec les subventions du gouvernement pour les intrants agricoles et le pompage, la dette des agriculteurs pour les terres gérées par la SAED est très élevée. En 1984, les dettes non acquittées atteignaient 255.000.000 Fcfa (SAED 1986), "avec un taux général de dette encore plus élevé dans les grands casiers. Cette énorme dette non acquittée devint à son tour un facteur de persuasion pour l'état dans sa décision de se désengager de la fourniture des intrants et des crédits dans le cadre du programme d'ajustement structurel" (Woodhouse et Ndiaye 1990:7).

8. A Matam, les coûts pour un nouveau projet irrigué tournent autour de 840.000 Fcfa/ha pour un PIV et entre 4.210.000 et 5.580.000 Fcfa/ha pour un aménagement intermédiaire.

9. Dans la version la plus récente du PDGR (GERSAR/CACG. et alii 1990:57), la possibilité du transport fluvial est écartée entre parenthèses: "(l'utilisation débit garanti aux fins de la navigation n'est pas abordée dans cette étude)."

10. Les agglomérations urbaines principales dans la Vallée, St.Louis et Richard Toll, comprennent près de 86% de la population non-urbaine de la rive gauche.

11. Le terme waalo se réfère à la fois à la plaine inondable et à l'agriculture de décrue. Le waalo est lui-même divisé en trois types géomorphologiques, chacun d'eux spécifique à un mode particulier d'agriculture: (1) les hollalde, les zones basses des cuvettes inondées presque tous les ans, emblavés de sorgho et de haricot niébé; (2) le falo, sur les berges du

fleuve et des marigots, aux riches sols alluviaux, semé de maïs, de patates douces et d'autres produits maraîchers demandant un sol riche; et (3) le foonde sur les levées aux sols sablo-argileux, inondé seulement en cas de crues exceptionnellement fortes. Les terres du jeeri ne sont pas inondées.

Pédologie de la Moyenne Vallée (d'après van Lavieren et van Betten, 1990:8)

12. Lericollais et alii (1990) notent que lorsque les quantités de poissons d'eau douce ont baissé brusquement pendant la sécheresse, les poissons de mer importés en camion de St.Louis, sur la côte, les ont remplacés. Ils pensent que cela pourrait créer des difficultés pour les pêcheurs locaux qui tenteront de récupérer le marché quand un régime normal de crue entraînera la réapparition en nombres des espèces fluviales. Pour une explication du processus de la reproduction des poissons dans la plaine inondable, voir Dunn (1990).

13. Voir note 4. En fait, il n'y a pas eu de crue contrôlée tous les mois de septembre. Depuis la fermeture du barrage, il y a eu quelques lâchures modestes en 1987, une lâchure incontrôlée en réponse à l'arrivée d'eaux de crue en 1988 et aucune lâchure en 1990. Les lâchures contrôlées ont rarement dépassé les entrées d'eau à Makana. Le mois de septembre a été choisi comme étant le moment le plus tard possible pour une crue afin que les eaux relâchées soient celles déjà retenues par le réservoir. Hollis (1990a et 1990b) a démontré qu'une crue du type "A" aurait presque toujours lieu après le débit maximum dans les rivières Falémé et Bakoye. Une telle lâchure n'augmenterait donc pas le sommet naturel de ces deux tributaires. Telle que prévue pour le moment, une crue de type "A" aura normalement lieu pendant la baisse des niveaux de la crue des autres tributaires.

14. Nous ne prétendons pas qu'il n'existe qu'une seule position adoptée par toutes les organisations impliquées dans le développement du bassin du fleuve Sénégal. Alors que l'OMVS se concentre sur la contribution des barrages à l'énergie hydro-électrique, l'irrigation, la navigation et l'eau pour les villes, le Gouvernement du Sénégal, la BIRD et bien d'autres organismes considèrent aussi les conséquences pour l'environnement et la capacité de la région de soutenir une population prévue de plus de 1.000.000 personnes sur la rive gauche avant la fin du siècle et de plus de 1,5 million d'ici l'an 2015 (GERSAR/CACG. et alii 1990:21, 110).

15. Notre réexamen des calculs (tirés de Hollis 1990a) est semblable à celui dans GERSAR/CACG. et alii (1990).

16. Cette section se base sur la recherche sur le terrain réalisée en 1988-1990. Les auteurs tiennent spécialement à mentionner les travaux de John Magistro, en amont de Matam à Thiemping, Madiodio Niassé, en aval de Matam à Doumga Rindiauw, et de Monica Sella, pour son aide dans l'analyse des données.

17. Le PDRG (GERSAR/CACG. et alii 1990:82) rejette catégoriquement la possibilité que la disponibilité de la main-d'oeuvre puisse être une contrainte pour l'irrigation. Comme la croissance de la population dépasse le taux prévu d'aménagement de périmètres neufs, il insiste sur le fait qu'"aucun risque de manque de main-d'oeuvre n'est à craindre." Pourtant, le PDRG admet aussi (ibid:118) que la culture de décrue attire les agriculteurs à cause de ses économies en capital et main-d'oeuvre: "Les cultures pluviales et les cultures de décrue n'engendrent pas de charges monétaires, ce qui permet de les engager sans risques. En outre, elles sont peu exigeantes en main-d'oeuvre..."

18. Les chiffres pour la production se réfèrent au riz décortiqué et non au paddy. Les données portent sur la campagne agricole de 1988 à Doumga Rindiauw et de 1989 à Thially. Les chiffres pour le sorgho sont pour 1989. Deux niveaux de prix ont été utilisés aussi bien pour le sorgho que pour le riz afin de prendre en compte les variations en fonction du type d'acheteur et du moment de la vente des céréales. La production nette est calculée en soustrayant les charges foncières et les intrants monétaires de la production brute par hectare. Aucune valeur n'a été assignée à la main-d'oeuvre. Cette approche se base sur les prix et les coûts réels payés par les agriculteurs et laisse donc moins de marge aux biais que ne le font les calculs traditionnels qui assignent une valeur aux intrants non payés. Les ratios de la production par les intrants monétaires sont calculés en divisant la valeur de la production brute/hectare par les charges de production/hectare. La production nette par unité de main-d'oeuvre est calculée en divisant la production nette/hectare par le nombre de journées de travail/hectare.

19. Boyenadji Roumde, en aval de Matam, a été étudié par Christophe Nuttall.

20. Le PDRG note des taux d'intensification variés, allant d'un haut de 88% (p.86) à un bas-"le taux actuel de mise en valeur des aménagements"--de 70-80%. Les données de la SAED pour les taux d'intensification à Matam sont bien plus faibles. En 1978, sur 1.095 hectares aménagés pour l'irrigation, seulement 299, soit 27%, ont été en fait cultivés. En 1979, 42% ont été cultivés; en 1980, 64% (un pourcentage qui n'a jamais été atteint de nouveau); en 1981, 59%; 1982, 43%; 1983, 44%; 1984, 44%; 1985, 40%; et en 1986, sur 4.997 hectares aménagés pour l'irrigation, seulement 1.740 hectares, soit 35%, ont été en fait emblavés.

21. "Dans les cuvettes de plaine d'inondation des graminées pérennes comme *Oryza longistemma*, *Echinochloa stagnina* et *Vossia cuspidata* constituent une ressource alimentaire très importante pour le bétail. Ces cuvettes, ressemblant à des 'bourgoutières', sont aussi d'une grande importance pour les poissons et pour l'avifaune" (van Lavieren 1987:16).

22. Le concept de "capacité de charge" (CC) est sujet à controverse et les estimations pour une région donnée varient énormément à cause de suppositions (souvent) non vérifiées concernant son contenu. De Leeuw et Tothill (1990:2, basé sur FAO 1988) le définit "comme le nombre maximum possible d'herbivores qu'un espace donné peut supporter de façon durable... Les estimations de la CC se basent communément sur la supposition que le bétail demande une quantité quotidienne de matière sèche (MS) équivalant à 2,5 à 3,0% de leur poids. Ainsi, pour une UBT de 250 kg, 2,3 à 2,7 t de matière sèche sont nécessaires par an. Pour calculer un équilibre approprié entre les réserves de pâturages et la demande, trois multiplicateurs sont en plus nécessaires afin prendre en compte: (1) l'efficacité de l'alimentation (la proportion d'herbage totale que le bétail peut brouter); (2) les pertes de fourrage (dus au piétinement, aux excréments, à la décomposition, etc.); (3) une bonne utilisation, c'est-à-dire le maximum de fourrage qui peut être consommé sans causer de détérioration à l'herbage... Bien que chacun de ces trois facteurs doive être considéré, la plupart des estimations n'utilisent qu'un seul multiplicateur qui regroupe les ajustements de tous." Pour une revue de la controverse sur le sens et l'utilité d'une "capacité de charge" comme guide d'actions à suivre, voir Horowitz et Little (1987; voir aussi Barrett, 1989).

23. Les débits incontrôlés des tributaires Falémé et Bakoye continueront et ils sont parfois suffisants pour donner une bonne crue. Pendant les périodes pluvieuses, comme celle de 1954-1964, les débits combinés de ces tributaires non régularisés dépasseraient une crue artificielle de type "A" presque tous les ans. Pendant les périodes sèches, leurs débits sont trop faibles. La sécheresse qui sévit depuis 1972 a diminué la contribution des deux tributaires au débit combiné à Bakel.

24. Nous n'avons pas une compréhension claire de la valeur du fumier en tant que fertilisant dans les champs cultivés sénégalais, quoique dans une région du Mali, "Wilson (1984) estime que les rendements ont augmenté d'un ratio de trois à cinq par rapport aux champs non fumés laissés périodiquement en jachère..." (Grosenick et alii 1990:115). La teneur en urée du fumier est plus élevée quand les animaux ont récemment consommé du fourrage frais de haute qualité, tel que les fanes de sorgho encore vertes dans les champs du waalo qui viennent d'être récoltés. Ce fumage est le seul fertilisant externe que ces champs reçoivent. Le bétail -troupeaux agro-pastoraux transhumants et locaux- contribue probablement de manière importante à la productivité de la culture de décrue, bien que son ampleur ait besoin d'être étudiée de façon empirique.

Les troupeaux contribuent aussi à la productivité de la pêche dans les plaines inondables. "Les bouses déposées par le bétail, estimées à environ 500 kg hm<sup>-2</sup> an, ...transforme le gros de la production primaire de la saison sèche en éléments nutritifs organiques et minéraux facilement dissous et qui ont un impact important sur la composition chimique des eaux de crue..." (Welcomme 1979:238).

25. "...la régénération naturelle des Gonakiés exige une inondation temporaire de graines" (van Lavieren et van Wetten, 1987?, p.43).

26. "...dans les zones arides de l'Inde, [*A. nilotica* forme] le régime alimentaire principal des caprins et des ovins. Les gousses contiennent jusqu'à 15% de protéines brutes" (NAS 1980:98).

27. Bien que la "biodiversité" ne soit pas un sujet que SRBMA ait été capable d'étudier, il est manifeste que les forêts d'*A. nilotica* contribuent favorablement à la diversité impressionnante de la faune sauvage dans la région: "*L'importance des peuplements de gonakiés comme habitat recherché par plusieurs espèces de faune, mammifères aussi bien qu'oiseaux, est indéniable. La majorité des espèces de mammifères qui survivent dans la région du fleuve y trouvent abri et nourriture. Plusieurs espèces d'oiseaux font leurs nids dans les arbres. Le déclin des surfaces de peuplements de gonakiés a donc également un impact négatif sur la faune de la région*" (van Lavieren et van wetten, 1990, p.42). D'un autre côté, on pourrait spéculer que si la crue réduite entraînait une réduction de la végétation naturelle de la plaine inondable, les oiseaux restants n'auraient d'autres recours que de s'attaquer aux céréales sur pied, ce qui augmenterait les pertes avant la récolte. Gritzner (1988; p.71) fait remarquer que de larges quantités de riz dans les principaux projets d'irrigation de la Vallée du fleuve Sénégal ont été consommées par "les travailleurs à bec rouge, les merles métalliques à longue queue . . . les canards casqués et d'autres oiseaux granivores, ainsi que par les insectes et les rongeurs..."

28. Selon Hollis (1990b), l'incorporation des données portant sur le haut bassin versant en Guinée est primordial pour une gestion efficace du Bassin du Fleuve Sénégal. Il est important par exemple de comprendre les taux de déforestation et leurs impacts dans les Plateaux de la Guinée et le Fouta Djallon. "Les montées et baisses des sommets de la crue sont abruptes en l'absence de l'effet régularisateur fourni par un bassin hydrographique boisé" (Ward et Stanford 1989:60).

29. Nous avons espéré que la Cellule Eaux Souterraines de l'OMVS, qui a fonctionné de janvier 1985 à juin 1990 avec un réseau d'observations hydrogéologiques de quelques 500 puits villageois et 569 piézomètres situés dans la Vallée du fleuve Sénégal à l'Ouest de Bakel, offrirait des conclusions solides concernant la façon dont ces nappes souterraines sont alimentées. Bien que beaucoup de données brutes aient été recueillies, selon le rapport final du projet, il n'y a pas eu assez de temps pour les analyser si ce n'est pour les régions du Delta et de Manantali. Ce rapport continue en remarquant qu'une des questions qui reste à étudier est "l'alimentation naturelle des nappes phréatiques alluviales et profondes qui gisent dans le sol de la Vallée du fleuve Sénégal" (OMVS/ISTI 1990:1). Puisque les données et un logiciel pour ordinateur approprié sont disponibles à l'OMVS à St.Louis, nous espérons qu'une telle étude sera entreprise dans un futur proche.

30. GERSAR/CACG. et alii (1990, p.69) notent que le coût en milliards de Fcfa pour l'équipement en forages des villages de la région de Podor est de 4,5, 5,0 dans la région de Matam et 1,3 dans celle de Bakel. Leur total se monte à  $11,8 \times 10^9$  Fcfa.

31. Les impacts de l'interruption de la crue du fleuve Sénégal sur les réserves d'eau potable pourraient être ressentis d'abord dans la région du Delta, par exemple dans la ville de St.Louis, où la nappe phréatique est saline et où la "douceur" de la nappe profonde pourrait dépendre de la pression créée par la crue.

32. Nous n'avons pas considéré dans ce rapport les coûts de santé et de nutrition du changement de régime hydraulique. Il est clair dans toute l'Afrique tropicale que l'expansion de l'irrigation a entraîné une augmentation du paludisme et de la filariose -"les casiers d'agriculture irriguée constituent un habitat idéal et permanent pour la prolifération des moustiques" (van Lavieren 1987?:12)- et peut-être la malnutrition, surtout chez les nouveaux-nés et les femmes enceintes ou allaitant, si les projets effectent négativement les réserves alimentaires. Il est important que non seulement la relation entre les vecteurs des maladies et le développement du bassin du fleuve soit comprise mais que des actions effectives et immédiates soient entreprises pour en tempérer les effets. Malheureusement, les Etats et les donateurs qui sont si prompts à investir dans les infrastructures de l'irrigation sont beaucoup moins enthousiastes pour doter ces projets d'équipements sanitaires ou

s'assurer que la monoculture et une lourde dépendance par rapport aux produits chimiques agricoles n'affectent pas négativement la nutrition et la santé.

33. Cette revue du matériel présenté par Sir Alexander Gibb découle en grande partie des travaux de Curt Grimm, Adjoint de Recherche à IDA, et de Dr. G.E.Hollis, conseiller hydrologue pour IDA.

34. A noter que, tout comme Gibb, nous travaillons avec des moyennes mensuelles. Il est possible que les données sur les niveaux quotidiens démontrent que les hauteurs maximales pour ces mois étaient en fait suffisantes pour la crue, bien que les données cumulées pour le même mois apparaissent insuffisantes.

35. Les recommandations faites ci-dessous ne considèrent pas les approches techniques pour augmenter la productivité de la culture irriguée, non pas parce que nous croyons qu'il n'y a rien à faire à ce propos mais plutôt parce que l'irrigation fait déjà l'objet d'une grande quantité de recherches dans la vallée. Nous insistons cependant sur le fait que les dimensions sociologiques et institutionnelles de la culture irriguée ont été généralement ignorées et qu'elles méritent plus d'attention dans l'avenir.

36. Pour une discussion détaillée des recommandations hydrologiques, voir Hollis (1990).