

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

**EVALUATION DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT
D'AMENAGEMENTS PREVUS
DANS LE BASSIN DU FLEUVE SENEGAL**

SYNTHESE

RAPPORT FINAL

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

En association avec

**ORGATEC Société Africaine d'Études Techniques
Dakar, Sénégal**

AP 10-075

PN-ABA-387

SYNTHESIS

TABLE DES MATIERES

| | <u>Page</u> |
|---|-------------|
| Liste des Figures et des Tableaux | |
| A. Introduction | 1 |
| A. 1. Etendue et activités de l'Etude. | 4 |
| A. 2. Remerciements | 7 |
| A. 3. Présentation du Rapport | 12 |
| B. Projects de Mise en Valeur | 14 |
| B. 1. Introduction | 14 |
| B. 2. Barrage de Diama et aménagement du Delta | 14 |
| B. 3. Barrage de Manantali | 18 |
| B. 4. Les aménagements agricoles | 20 |
| B. 5. Les aménagements pour la navigation | 21 |
| B. 6. Les aménagements municipaux et industriels | 24 |
| C. Résumé des Rapports | 29 |
| C. 1. Le fleuve et son estuaire | 30 |
| C.1.1. Conditions actuelles | 30 |
| C.1.2. Impacts sur l'environnement | 32 |
| C.1.2.1. Modifications du débit | 32C |
| C.1.2.2. Modifications des profils de sédimentation et d'érosion | 43 |

a

| | <u>Page</u> |
|---|-------------|
| C.1.2.3. Impacts liés aux travaux de construction | 49 |
| C.1.3. Mesures correctives proposées | 51 |
| C.1.3.1. Régularisation des débits | 51 |
| C.1.3.2. Modifications des profils de sédimentation et d'érosion | 52 |
| C.1.3.3. Mesures correctives liées à la construction | 52 |
| | |
| C. 2. Eaux souterraines | 58 |
| C.2.1. Ressources en eaux souterraines | 58 |
| C.2.2. Prévision des impacts dûs aux futurs aménagement | 59 |
| C.2.3. Mesures correctives proposées | 61 |
| | |
| C. 3. Climatologie | 66 |
| C.3.1. Conditions climatiques actuelles | 66 |
| C.3.2. Impacts des future aménagements | 67 |
| C.3.3. Mesures visant à amortir les impacts | 68 |
| | |
| C. 4. l'Etude sur la qualité des Eaux | 69 |
| C.4.1. Situation actuelle | 69 |
| C.4.2. Changements prévisibles | 72 |
| | |
| C. 5. Aménagements agricoles | 78 |
| C.5.1. Conditions actuelles | 78 |
| C.5.2. Les impacts sur l'environnement | 80 |
| C.5.2.1. Le barrage de Diama | 80 |
| C.5.2.2. Le barrage de Manantali | 81 |
| C.5.2.3. Le développement agricole | 82 |
| C.5.2.4. Impacts sur l'élevage | 85 |
| C.5.3. Mesures proposées pour amortir les impacts négatifs | 86 |
| C.5.3.1. Le développement agricole | 86 |
| C.5.3.2. Elevage | 90 |

| | <u>Page</u> |
|--|-------------|
| C. 6. Navigation | 95 |
| C.6.1. Situation actuelle | 95 |
| C.6.2. Impacts des aménagements prévus | 95 |
| C.6.3. Mesures correctives proposées | 96 |
| | |
| C. 7. Aménagements municipaux et industriels | 101 |
| C.7.1. Situation actuelle | 101 |
| C.7.2. Impacts du programme de l'O.M.V.S. | 103 |
| C.7.3. Mesures correctives proposées | 106 |
| | |
| C. 8. Etude Socio-Economique | 113 |
| C.8.1. Situation actuelle | 113 |
| C.8.1.1. Migrations vers le bassin du fleuve Sénégal et en dehors du Bassin | 113 |
| C.8.1.2. L'élevage et les schémas de migration interne qui en découlent | 114 |
| C.8.1.3. L'emploi et les revenus | 115 |
| C.8.1.4. Situation socio-culturelle actuelle | 117 |
| C.8.2. Impacts causés par le programme de l'O.M.V.S. | 118 |
| C.8.2.1. Impacts sur la migration des populations du bassin du fleuve Sénégal | 118 |
| C.8.2.2. Migration interne | 120 |
| C.8.2.3. Mouvements internes de populations | 121 |
| C.8.2.4. Impacts sur l'emploi et les revenus | 121 |
| C.8.2.5. Changements dans la structure sociale | 124 |
| C.8.3. Mesures d'amortissement proposées | 129 |
| | |
| C. 9. La Santé Publique | 139 |
| C.9.1. Situation sanitaire actuelle | 139 |
| C.9.2. L'impact des projets de développement | 142 |
| C.9.3. Mesures visant à amortir les impacts | 144 |

| | <u>Page</u> |
|--|-------------|
| C.10. Pêches | 153 |
| C.10.1 Situation actuelle | 153 |
| C.10.1.1. Pêche fluviale | 153 |
| C.10.1.2. Commercialisation du poisson de mer dans le bassin du fleuve Sénégal | 156 |
| C.10.2. Impacts des aménagements prévus sur la pêche | 157 |
| C.10.2.1. Impacts sur la pêche dans le fleuve Sénégal | 157 |
| C.10.2.2. Impacts sur la future consommation de poisson | 161 |
| C.10.3. Mesures visant à atténuer les impacts | 161 |
| C.10.3.1. Baisse de la production halieutique et accroisse- ment de la demande en produits consommables | 161 |
| C.10.3.2. Mesures visant à atténuer la perte d'une partie de l'estuaire | 167 |
| | |
| C.11. Flore aquatique | 170 |
| C.11.1. Conditions actuelles | 170 |
| C.11.2. Impacts dus aux futurs aménagements | 172 |
| C.11.3. Mesures visant à atténuer les impacts | 174 |
| | |
| C.12. Les forêts | 177 |
| C.12.1. Conditions actuelles | 177 |
| C.12.2. Impacts des aménagements prévus | 179 |
| C.12.3. Mesures correctives prévues | 181 |
| | |
| C.13. Mammalogie et Herpétologie | 184 |
| C.13.1. Conditions actuelles | 184 |
| C.13.2. Impacts sur l'environnement | 185 |
| C.13.3. Mesures prévues pour atténuer les impacts | 188 |
| | |
| C.14. Ornithologie | 192 |
| C.14.1. Situation actuelle | 192 |
| C.14.2. Impacts sur l'environnement | 195 |
| C.14.3. Mesures proposées pour atténuer les pertes d'habitat et les impacts sur le Djoudj | 197 |
| C.14.4. Mesures proposées pour lutter contre les oiseaux nuisibles | 198 |

| | <u>Page</u> |
|--|-------------|
| D. Evaluation globale des impacts sur l'environnement dûs à la réalisation du Programme de l'O.M.V.S. pour la mise en valeur du Bassin du Fleuve Sénégal | 201 |
| D. 1. Environnement et ressources naturelles | 201 |
| D.1.1. Les ressources du sol | 202 |
| D.1.1.1. Désertification de la vallée du fleuve Sénégal en aval de Bakel | 202 |
| D.1.1.2. Pertes de terres autour du réservoir de Manantali | 205 |
| D.1.1.3. Aménagements dans la partie sud de l'estuaire du fleuve Sénégal | 205 |
| D.1.2. Ressources hydriques | 206 |
| D.1.2.1. Les eaux de surface | 206 |
| D.1.2.2. Les eaux souterraines | 208 |
| D.1.3. Les ressources faunistiques | 209 |
| D.1.3.1. Zone du réservoir de Diama | 210 |
| D.1.3.2. La région du réservoir de Manantali | 212 |
| D.1.3.3. La vallée du fleuve Sénégal | 213 |
| D. 2. Le bien-être social et économique | 214 |
| D.2.1. L'alimentation et la nutrition | 215 |
| D.2.2. La Santé Publique | 223 |
| D.2.2.1. La disponibilité en eau et en produits alimentaires | 224 |
| D.2.3. Les migrations humaines | 225 |
| D.2.4. L'emploi | 226 |
| D.2.5. Changements dans les structures sociales tradition- nelles et au niveau du patrimoine culturel | 226 |

2

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

| | <u>Page</u> |
|---|-------------|
| Figure Carte du bassin du fleuve Sénégal montrant la location des barrages proposés. | 15 |
| B.2-1 Caractéristiques de la retenue de Diama aux côtes d'exploitation de 1,50 et 2,50 m. IGN | 17 |
| B.3-1 Caractéristiques du futur réservoir de Manantali | 19 |
| B.5-1 Projets de développement associés à la navigation - Estuaire du fleuve Sénégal | 23 |
| B.6-1 Résumé des projets de développement industriel dans le bassin du fleuve Sénégal | 25-26 |
| B.6-2 Résumé des activités minières projetées dans le bassin du fleuve Sénégal | 27 |
| C.1-1 Débits annuels à certaines stations sélectionnées du bassin du fleuve Sénégal | 31 |
| C.1-2 Scénarios du programme de l'O.M.V.S. | 36 |
| C.1-3 Actuels et futurs débits de pointe dans le bassin du fleuve Sénégal | 37 |
| C.1-4 Superficies maxima inondées par région dans la plaine d'inondation du fleuve Sénégal pour cinq crues représentatives | 39-40 |
| C.1-5 Niveaux Maxima d'Eau (NME) à travers la plaine d'inondation du fleuve Sénégal au stade de développement prévu pour l'année 2028 | 42 |

| | <u>Page</u> |
|--|-------------|
| C.1-6 Moyennes mensuelles des débits d'entrée et de sortie du réservoir de Diama pour les années 1984/1985 | 44 |
| C.1-7 Impacts sur l'environnement et mesures destinées à amortir les impacts négatifs dûs à la réalisation des projets de développement dans le bassin du fleuve Sénégal - Le fleuve et son estuaire | 55-57 |
| C.2-1 Formations aquifères principales | 58 |
| C.2-2 Impacts sur l'environnement et mesures destinées à amortir les impacts négatifs dûs à la réalisation des projets de développement dans le bassin du fleuve Sénégal - Eaux Souterraines | 65 |
| C.4-1 Modifications dans la qualité des eaux dues aux projets de développement dans le bassin du fleuve Sénégal | 76 |
| C.5-1 Impacts sur l'environnement et mesures destinées à amortir les impacts négatifs dûs à la réalisation des projets de développement dans le bassin du fleuve Sénégal - Aménagements Agricoles | 92-94 |
| C.6-1 Impacts sur l'environnement dûs au programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et proposition de mesures correctives - Navigation | 100 |
| C.7-1 Industries actuelles dans le bassin du fleuve Sénégal | 103 |
| C.7-2 Impacts sur l'environnement dûs à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs - Aménagements municipaux et industriels | 112 |

| | | |
|--------|--|---------|
| C.8-1 | Impacts sur l'environnement dûs à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs - Socio-économie | 132-138 |
| C.9-1 | Impacts sur l'environnement dûs à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs - Santé Publique | 149-152 |
| C.10-1 | Production halieutique annuelle dans le bassin du fleuve Sénégal en année de crue moyenne, avant et après la réalisation de différents projets de développement. | 154 |
| C.10-2 | Gains et pertes nets de poisson dans le bassin du fleuve Sénégal aux différents niveaux de développement prévus, pour une hypothèse de crue moyenne. | 158 |
| C.10-3 | Situation actuelle et future de la demande en produits de la pêche aux différentes étapes de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal. | 162 |
| C.10-4 | Situation de l'offre et de la demande en produits de la pêche fluviale en années de crue moyenne, aux différentes étapes de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal | 163 |
| C.10-5 | Impacts sur l'environnement dûs à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs - Pêches | 168-169 |
| C.11-1 | Impacts sur l'environnement et mesures destinées à amortir les impacts négatifs dûs à la réalisation des projets de développement du bassin du fleuve Sénégal - Flore Aquatique | 176 |

h

| | Page |
|--|---------|
| C.12-1 Impacts sur l'environnement dûs à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs - Forêts | 182-183 |
| C.13-1 Impacts sur l'environnement et mesures destinées à amortir les impacts négatifs dûs à la réalisation du programme d'aménagement dans le bassin du fleuve Sénégal - Mammalogie et Herpétologie | 190-191 |
| C.14-1 Impacts sur l'environnement dûs à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs - Ornithologie | 200 |
| D.2-1 Résumé des prévisions de disponibilités annuelles en éléments nutritifs apportés par la production agricole aux différentes étapes d'aménagement du bassin du fleuve Sénégal | 218 |
| D.2-2 Résumé des prévisions sur les disponibilités annuelles en calories et protéines pour la population du bassin du fleuve Sénégal, aux différentes étapes d'aménagement | 219 |

LISTE DES PARTICIPANTS DANS LE PROJET

Les participants cités étaient soit des employés à plein temps de la société Gannett Fleming Corrdry and Carpenter, Inc., soit des employés de sous-traitants qui ont collaborés au projet.

| <u>Discipline</u> | <u>Nom</u> | <u>Position/Spécialisation</u> |
|---------------------|---------------------------|---|
| Direction du Projet | D. Hudgins | Directeur du Projet |
| | K. Sall | Directeur Adjoint |
| | J. Bigosinski, Ph.D. | Economiste |
| | P. Bierstein | Consultant |
| | A. Wolman, Sc.D. | Consultant |
| | A. Magnuson | Consultant |
| | T. Mooney | Chef des Equipes de Travail |
| | D. Bilodeau | Chef, Section Traductions |
| Santé Publique | M. J. Miller, M.D. | Chef d'Equipe |
| | J. P. Chaine, M.P.H. | Chef, Section Enquêtes Médicales |
| | R. Winshall, M.D. | Sous-Chef, Section Enquêtes Médicales |
| | H. G. Scott, Ph.D. | Chef, Section Maladies transmises par les Arthropodes et les Rongeurs |
| | E. A. Malek, Ph.D. | Spécialiste de la Bilharziose |
| | R. O. Hayes, Ph.D. | Specialiste de l'Entomologie Médicale |
| | E. B. Levy-Lambert, Ph.D. | Microbiologiste |
| | W. Hubbert, D.V.M. | Spécialiste de l'Entomologie Vétérinaire |
| | S. Gabrielian | Technicien en Santé Publique |
| | D. Diop | Technicien en Santé Publique |

| <u>Discipline</u> | <u>Nom</u> | <u>Position/Spécialisation</u> |
|--|----------------------------|--|
| Le Fleuve et son Estuaire | W. Stottmann, Ph.D. | Chef d'Equipe |
| | D. B. Babcock | Hydraulicien |
| | A. W. Johnsen | Ingénieur des Transports |
| | W. P. Wickwire, Jr. | Ingénieur Civil |
| | L. E. Benander | Hydraulicien |
| Qualité des Eaux eaux souterraines | M. S. Gould, Ph.D. | Chef d'Equipe |
| | B. Sall | Biochimiste |
| | D. N'Diaye | Spécialiste de l'Informatique |
| | M. Healey | Laborantin |
| | H. Thiam | Laborantin |
| Aménagements Municipaux et Industriels | W. Watt | Spécialiste de l'Informatique |
| | W. Firestone | Chef d'Equipe |
| | H. Ly | Agronome |
| | R. W. Duell, Ph.D. | Pédologue |
| Aménagements Agricoles | J. F. Griffiths | Météorologue/Climatologue |
| | P. Schnurrenberger, D.V.M. | Spécialiste de l'Elevage |
| | D. Dorfman, Ph.D. | Chef d'Equipe |
| | M. L. Soumah | Biologiste-Ichtyologiste |
| | D. P. Reagan, Ph.D. | Mammalogiste-Herpétologiste |
| Biotope Aquatique et Terrestre | D. A. James, Ph.D. | Ornithologiste |
| | D. J. Watt | Ornithologiste |
| | R. Pellek | Spécialiste de la Végétation Aquatique et Terrestre |
| | A. Sagna | Biologiste - Ichtyologiste |
| | P. A. DeGeorges | Biologiste - Ichtyologiste |

K

Etude Socio-
Économique

A. Waldstein
B. Liallo
Y. Diallo

Chef d'Equipe
Economiste
Economiste

Siège Social
(Support Technique
et Coordination)

J. W. Lipscomb
R. L. Brown
T. M. Rachford
F. J. Swit
T. V. Traino
N. M. Dininni
J. A. Gadek
J. E. Wilk

Vice-Président
Coordinateur du Projet
Coordinateur du Projet
Spécialiste de l'Environnement
Administrateur du Projet
Planificateur
Ingénieur d'assainissement
Chef, Section Dessinateurs

CHAPITRE A

INTRODUCTION

Dans une grande partie du bassin du fleuve Sénégal, la pénurie d'eau ou sa répartition inégale ont empêché d'atteindre un niveau satisfaisant de qualité de vie et ont par ailleurs gêné la croissance et la stabilité économique. Cela s'est particulièrement fait ressentir dans les régions du fleuve situées au Mali, en Mauritanie et au Sénégal. En ce qui concerne la satisfaction des besoins les plus élémentaires de la population, la demande excède les possibilités offertes par les ressources du bassin du fleuve en leur état actuel de mise en valeur. Ce déficit a été particulièrement grave lors des récents cycles climatiques défavorables marqués par une sécheresse assez prolongée qui a réduit les habitants du bassin du fleuve à un niveau inacceptable de subsistance. Ces conditions ont également freiné ou purement empêché les investissements des secteurs économiques agricoles et industriels dans le bassin du fleuve.

Afin de résoudre ces problèmes, les gouvernements du Mali, de la Mauritanie et du Sénégal ont créé, en 1972, l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (O.M.V.S.). Cette organisation assume la responsabilité de la planification, de la coordination et de la réalisation de projets dans le bassin du fleuve Sénégal. Les projets doivent être axés vers le développement, le contrôle et l'utilisation des ressources du bassin du fleuve en vue du bien-être des populations. Pour atteindre les objectifs de développement, l'O.M.V.S. a plus spécifiquement la responsabilité de la mise en oeuvre de programmes qui:

- o procurent et améliorent les revenus,
- o stabilisent l'équilibre entre l'homme et son environnement,
- o permettent aux économies des états-membres d'être moins sujettes aux aléas climatiques et autres facteurs externes,
- o accélèrent le développement économique et la coopération inter-états.

Dans la poursuite de ces objectifs, l'O.M.V.S. a conçu et est actuellement engagée dans la réalisation d'un plan de développement intégré qui comprend la réalisation des projets ci-après ou son rôle consiste à fournir un support administratif et technique:

- o Barrages de Manantali et de Diama
- o Système de navigation du fleuve
- o Périmètres agricoles
- o Installations industrielles
- o Développement urbain

Après une évaluation préliminaire des programmes prévus, le Conseil des Ministres, qui est responsable de la mise en oeuvre des projets de l'O.M.V.S., a pris conscience du fait que le Programme d'aménagement de l'O.M.V.S. pourrait avoir des impacts positifs et négatifs sur l'environnement du bassin du fleuve et sur le style de vie des populations du bassin. Les sérieuses conséquences d'aménagements similaires observées ailleurs sur le continent africain confirment la nécessité d'une analyse minutieuse des divers aspects de l'environnement avant de décider de la réalisation des programmes de mise en valeur des ressources hydriques. Il fut convenu d'entreprendre des études détaillées afin d'évaluer les impacts réciproques sur l'environnement et de comparer les avantages et les pertes pour l'environnement afin que le Conseil des Ministres dispose des données nécessaires à la formulation des projets. Ces études devraient également permettre d'identifier les programmes susceptibles d'intensifier les effets positifs des projets de l'O.M.V.S. afin d'assurer le plus de bénéfices possibles à ceux qui en ont le plus besoin.

Lors de la réunion des sources de financement organisée en juillet 1974 par l'O.M.V.S. à Nouakchott (Mauritanie), l'U.S.A.I.D. (United States Agency for International Development) avait proposé une évaluation détaillée pour mieux cerner les conséquences éventuelles que le programme de développement intégré pourrait avoir pour l'environnement du bassin fluvial et pour sa population.

De l'avis de l'U.S.A.I.D., une approche équilibrée entre d'une part les contraintes du développement économique et d'autre part la protection de l'environnement, devrait être adoptée par tous les donateurs éventuels afin de maximiser les bénéfices à long terme que doit assurer le programme de développement de l'O.M.V.S.

En identifiant à temps les impacts défavorables il serait possible de mettre en oeuvre des mesures correctives avant la détérioration de l'environnement. Une telle étude aurait, par ailleurs, pour objectif essentiel d'éviter tout dommage irréversible pour les ressources nationales, humaines et naturelles. Enfin l'U.S.A.I.D. avait souligné que ce type d'étude serait conforme au Titre 40 de la loi " National Environmental Policy Act " de 1969 promulguée par les Etats-Unis ce qui permettrait la participation du Gouvernement des Etats-Unis au programme de développement de l'O.M.V.S. Cette proposition fut appuyée tant par les autres sources de financement que par l'O.M.V.S., chacun étant désireux d'éviter les problèmes auxquels se sont heurtés d'autres projets de mise en valeur des ressources hydriques réalisés en des régions tropicales ou subtropicales identiques à celle du bassin fluvial.

La convention de financement de l'étude proposée pour l'évaluation de l'environnement a été signée par l'U.S.A.I.D. et l'O.M.V.S. le 25 février 1976. Cette étude avait pour objectifs :

- o L'évaluation des effets sur l'environnement liés à la mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal.
- o L'optimisation des bénéfices à long terme, avec identification des facteurs écologiques et sociaux et leur inclusion dans l'analyse des coûts et bénéfices des projets individuels.
- o La mise à la disposition des états-membres de l'O.M.V.S. d'un plan d'action en vue de la formulation de programmes et de projets destinés à amortir les impacts négatifs sur l'environnement et à renforcer les impacts positifs.

Cette évaluation, consignée dans un rapport en plusieurs volumes, a été réalisée aux termes d'un contrat signé le 21 Janvier 1977 entre l'O.M.V.S et la Société Gannett Fleming Corddry and Carpenter, Inc. de Harrisburg, Pennsylvanie, Etats-Unis, associée à ORGATEC-Société Africaine d'Etudes Techniques, dont le siège est à Dakar, Sénégal.

Les termes de référence de l'étude précisent que le Consultant devra adopter les approches de base définies au paragraphe 1500.8 des documents intitulés "Guidelines, Preparation of Environmental Impact Statements" Council on Environmental Quality, Federal Register, Vol. 38, N° 147, 1er août 1973 et "Environmental Assessment Guidelines Manual" AID, Septembre 1974, ainsi que sa révision parue au Registre Fédéral Vol. 41, N° 127 du 30 Juin 1976.

A.1 Etendue et Activités de l'Etude

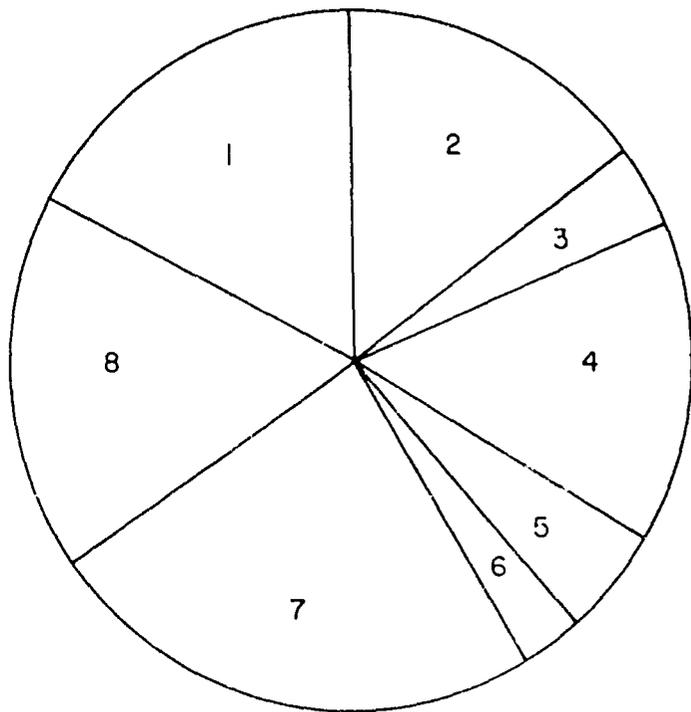
Après réception de la Notification de début des travaux transmise par l'O.M.V.S., la société a, le 1er avril 1977, fait débiter ses activités au titre du projet, et a établi son bureau des opérations à Dakar, Sénégal, afin de faciliter ses contacts avec le siège de l'O.M.V.S. ainsi que le règlement de ses problèmes techniques et administratifs. La position centrale de la ville de Dakar facilite également les communications avec le terrain.

Les buts du projet ont pu être atteints en répartissant les tâches entre neuf groupes respectivement chargés des études ci-après:

- o Le Fleuve et son estuaire
- o Eaux souterraines
- o Qualité des eaux
- o Agriculture
- o Aménagements municipaux et industriels
- o Conditions socio-économiques
- o Santé Publique
- o Biotope aquatique
- o Biotope terrestre

La répartition relative à l'effort professionnelle et technique de 400 hommes/mois consacrée à chaque discipline est présentée dans le graphique suivant:

- 1. AMENAGEMENTS AGRICOLES
- 2. QUALITE DES EAUX ET EAUX SOUTERRAINES
- 3. AMENAGEMENTS MUNICIPAUX ET INDUSTRIELS
- 4. BIOTOPE AQUATIQUE
- 5. BIOTOPE TERRESTRE
- 6. ETUDES SOCIO-ECONOMIQUES
- 7. SANTE PUBLIQUE
- 8. REGIME DU FLEUVE ET SON ESTUAIRE



REPARTITION DE L'EFFORT RELATIF A CHAQUE DISCIPLINE

Chaque groupe d'étude était composé d'experts techniques secondés par des techniciens (de laboratoire, biologistes, et d'ingénierie), des programmeurs, des interprètes et traducteurs, et du personnel de complément nécessaire à la réalisation du programme. En outre le siège de la société à Harrisburg, Pennsylvanie, lui a apporté une assistance technique et administrative.

L'étude a été scindée en plusieurs phases. La première a consisté en une étude des publications et des données disponibles afin d'établir le profil du bassin dans son contexte actuel et de déterminer le volume de travaux de terrain nécessaires pour compléter l'information existante. Durant la seconde phase, les différentes équipes d'étude ont effectué des recherches sur le terrain pour compléter la base de données. Plus de 150 missions distinctes, d'une durée de quelques jours à quelques mois, ont été effectuées en saison sèche et en hivernage afin d'assurer une couverture totale. Lors de ces missions les experts ont bénéficié de tout l'appui technique et matériel (en équipement notamment) nécessaire. Parmi les installations disponibles au bureau de Dakar il convient de signaler des laboratoires d'analyse médical et d'analyse de l'eau.

En dernière étape, les travaux ont consisté en une synthèse et une analyse des données et en une évaluation de l'environnement avec, entre autres, l'identification des impacts, la proposition de mesures destinées à atténuer ou à favoriser ces impacts, et la présentation d'un plan d'action.

L'analyse des données, d'importance variable selon la discipline, comportait une analyse statistique par ordinateur et une modélisation mathématique pour l'étude de la qualité des eaux et de les caractéristiques des débits. Le modèle mis au point par SOGREAH a été élargi afin de déterminer les futures caractéristiques de débit du fleuve aux différents étages d'aménagement du bassin fluvial. L'interprétation des résultats de ces analyses a été faite en appliquant différentes méthodes d'évaluation de l'environnement et en procédant à différents recoupements, et contrôles.

Les autres modèles utilisés concernaient les domaines d'études suivants:

- . Assimilation de la pollution par le fleuve Sénégal
- . Gradient de salinité de l'estuaire.

Chacun de ces modèles fut exploité à l'aide de l'ordinateur du Ministère Sénégalais des Finances à Dakar. Ces modèles ont été transférés à l'O.M.V.S., qui peut d'ores et déjà les utiliser pour évaluer la réponse du fleuve aux changements des facteurs climatiques et des caractéristiques du bassin du fleuve ainsi qu'aux modifications provoquées par les futurs programmes d'aménagement du bassin du fleuve. Ces modèles constitueront un outil pour l'O.M.V.S. qui pourra les utiliser pour évaluer les résultats des actions à entreprendre car ils peuvent informer sur la réponse du bassin à de nombreuses conditions. Les informations ainsi obtenues serviront également de base pour le contrôle des facteurs de l'environnement qui auront été affectés par la construction et la mise en service des infrastructures du programme de développement.

A.2 Remerciements

En plus de leurs contacts avec les services gouvernementaux des trois états-membres, avec ceux de l'O.M.V.S., avec les organismes privés et internationaux présents dans les trois états, les experts de la société ont également effectué des missions hors de la région, auprès de projets et organisations dans des pays tropicaux et sub-tropicaux dont les conditions sont proches de celles du bassin du fleuve Sénégal. Les projets et organismes ci-après ont été visités durant la période de l'étude, cette liste n'étant cependant pas limitative:

- Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome.

- Organisation Modiale de la Santé, Genève, Rome, Mali, Haute Volta.
- l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature, Suisse
- World Wildlife Fund, Suisse.
- Centres de documentation de l'O.M.V.S., St.-Louis et Dakar, Sénégal.
- USAID, Dakar
- Ministère des Finances du Sénégal (Centre d'Informatique), Dakar.
- Direction des Eaux et Forêts, Dakar, Sénégal, Mali, Mauritanie.
- Université de Dakar
- Siège de la SAED
- ASECNA (Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne).
- Bibliothèque de l'UNESCO, Niamey, Niger.
- Centre Régional de Formation et Application en Agrométéorologie et Hydrologie Opérationnelle, Niamey, Niger.
- Center for Overseas Pest Control, Londres.
- Royal Geographical Society, Londres.

- IFAN, Dakar
- Centre de Pêche de M'Bane, Sénégal.
- Smithsonian Institution, Washington, D.C.
- SOGREAH, Grenoble, France
- ORSTOM, Sénégal, France
- Laboratoire de biologie du SCR, St.-Louis, Sénégal
- Direction de la Statistique, Ministère des Finances et des Affaires Economiques
- Bureau National de Recensement
- Banque mondiale
- Programme des Nations Unies pour le Développement
- Services de la Statistique, Mali
- Centre National de l'Enseignement Secondaire, Mali.
- US Bureau of Reclamation
- US Geological Survey
- Coopérative des Pêcheurs de Gandiole
- Pêches Maritimes de St.-Louis

- Compagnie Sucrière, Richard Toll.
- Bureau Africain pour le Développement et la Coopération
- SONED
- Groupement Manantali
- ORANA (Organisme de Recherches sur l'Alimentation et la Nutrition Africaines)
- Service de l'Hydraulique du Mali
- Institut Pasteur, Dakar
- Laboratoire National de l'Elevage et de Recherches vétérinaires, Dakar.
- Lackner, Dorsch, Electrowatt
- Service de l'Entretien des Routes, Sénégal.
- UNICEF, Dakar
- National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) E-U.
- New Jersey Marine Science Consortium
- American Museum of Natural History, New York.
- Rutgers University, E-U.
- SONEES

- Energie du Mali
- Agence de l'Institut Géographique National
- U S Peace Corps
- ADRAO
- Ministère de la Santé, Sénégal, Mali, Mauritanie
- Ministère du Développement Rural, Sénégal, Mali, Mauritanie.
- Ministère du Plan, Sénégal, Mali, Mauritanie.
- Ministère de la Protection de la Nature, Mali.
- Ministère de l'Industrie et des Mines, Mali
- SONADER, Mauritanie
- OPI, Mali
- FED, Mali
- Mission de la République Populaire de Chine, Guédi Chantiers, Sénégal.
- Station de Recherches agronomiques de l'ISRA, Bambey.
- British Museum of National History, Londres.
- Direction de l'Océanographie et de la Pêche Maritime, Sénégal.

Nous sommes reconnaissant pour la contribution des ces organismes et d'autres organismes et individus trop nombreux pour être cités ici.

A.3 Présentation du Rapport

Ce tome du Rapport Final présente une synthèse des Rapports Partiels de chaque discipline de l'Etude. Un deuxième tome, le Plan d'Action, servira d'instrument de planification et fournira les données de base nécessaires aux différents services des opérations qui dans les trois états-membres seront chargés de la planification, de la gestion et du contrôle de l'environnement, leurs permettant de minimiser les impacts défavorables dûs au programme de développement de l'O.M.V.S.

Les différents rapports préparés dans le cadre de cette Etude sont organisés comme suit:

- Rapports Finals: Synthèse
 Plan d'Action
- Rapports Partiels: Le Fleuve et son Estuaire (plus Annexe)
 Eaux Souterraines
 Qualité des Eaux
 Développement Agricole (plus Annexe)
 Tome 1: Aménagements Agricoles
 Tome 2: Climatologie
 Navigation
 Aménagements Municipaux et Industriels
 Etude Socio-économique
 Santé Publique (plus Annexe)
 Biotope Aquatique et Terrestre
 Tome 1: Flore Aquatique
 Tome 2: Forêts
 Tome 3: Pêches
 Tome 4: Mammalogie et Herpétologie
 Tome 5: Ornithologie

Pour des explications détaillées sur ces disciplines, le lecteur peut se référer aux Rapports Partiels; pour une vue globale de l'Etude, il est conseillé de voir la Synthèse du Rapport Final. Le Plan d'Action du Rapport Final est visé aux administrateurs et aux planificateurs.

CHAPITRE B

PROJECTS DE MISE EN VALEUR

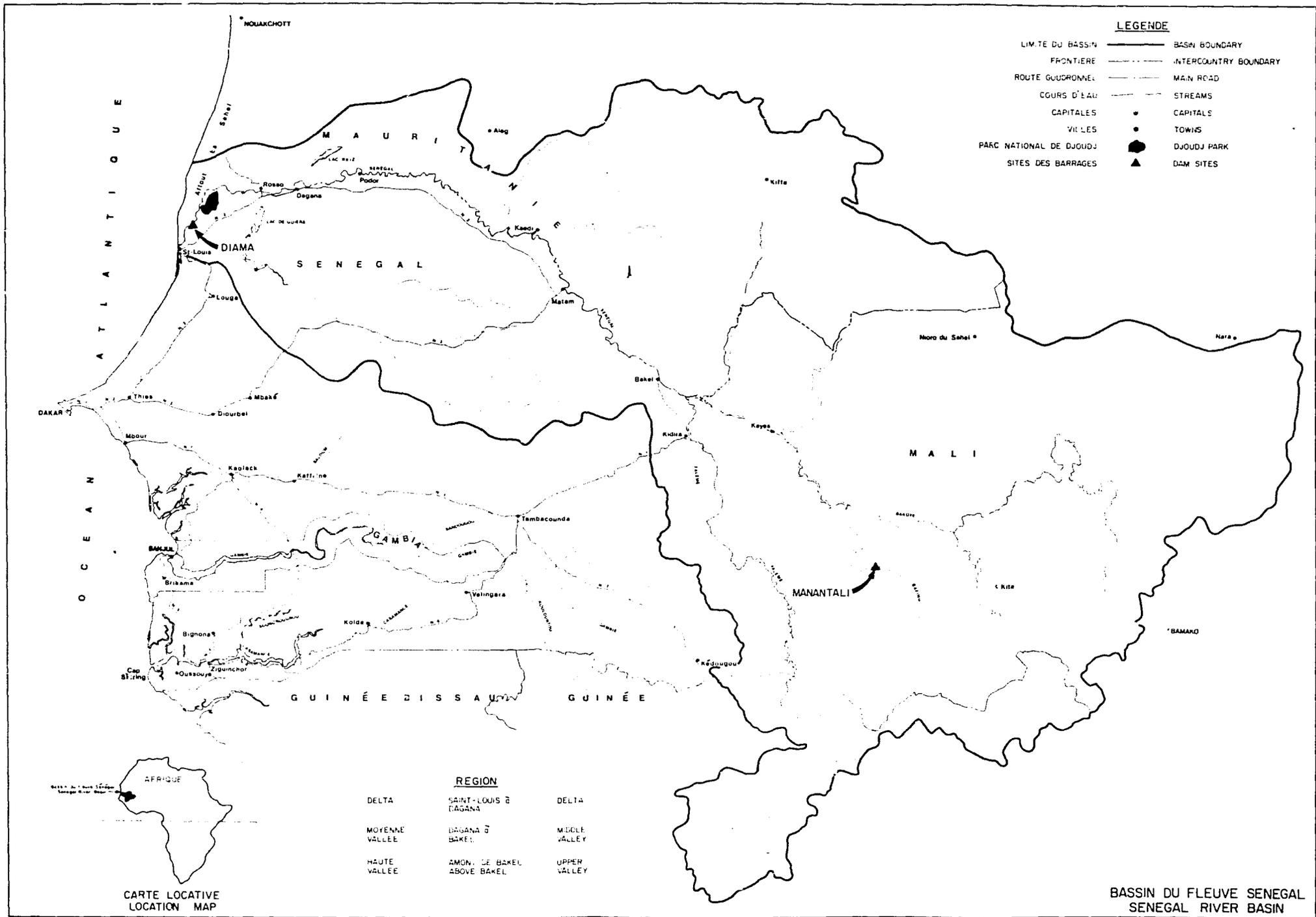
B.1 - Introduction

Dans le bassin du fleuve Sénégal, la croissance économique a toujours été gênée par une pénurie d'eau, des crises alimentaires et l'absence d'investissements. Afin d'éliminer ces facteurs limitants, l'O.M.V.S. a élaboré un programme de développement intégré qui prévoit: la construction des deux barrages de Diama et de Manantali, celle d'un port en eau profonde à St.-Louis et d'infrastructures de navigation tout le long du fleuve jusqu'à Kayes au Mali, l'aménagement en périmètres irrigués de 255 000 hectares de terres agricoles, et le développement d'industries dans divers centres répartis dans le bassin fluvial. Le barrage de Diama, qui sera construit à 27 km en amont de St.-Louis, est destiné à empêcher l'intrusion de l'eau de mer en amont de l'ouvrage. Le barrage de Manantali, à 1200 km en amont de St.-Louis aura pour fonctions d'assurer des débits d'étiage suffisants pour la navigation, de fournir l'eau d'irrigation en permanence et de produire de l'énergie hydroélectrique.

L'emplacement des barrage et des futures industries a été reporté sur la carte de la Figure.

B.2 Barrage de Diama et Aménagement du Delta

Pour la première phase de mise en valeur du bassin fluvial, l'OMVS a prévu la construction du barrage de Diama et d'endiguements sur les deux rives du fleuve entre Diama et Rosso. Le barrage de Diama aura



pour fonction d'empêcher la remontée, en saison sèche, de l'eau de mer en amont de l'ouvrage. Le niveau de l'eau dans la retenue sera à la cote 1 m 50 IGN (SOGREAH, 1977). L'ensemble barrage - endiguements permettra:

- a) le transfert de l'eau du fleuve vers le lac de Guiers pendant une plus longue période de l'année.
- b) d'assurer en permanence l'alimentation en eau douce des périmètres irrigués, des municipalités et des industries du delta.
- c) de fournir l'eau de surface nécessaire à la recharge du lac R'Kiz et de l'Aftout es Sahel.

Au début de l'année 1979 l'O.M.V.S. a procédé à la sélection des entreprises soumissionnaires pour la construction du barrage de Diama, ce qui laisse prévoir que les travaux seront achevés vers le milieu des années 80. Les caractéristiques de la retenue du barrage sont énumérées au Tableau B.2-1. Il sera possible d'augmenter, si besoin, le volume d'eau stockée dans le réservoir, le barrage étant conçu pour une exploitation à une cote de retenue de 2 m 50 IGN.

TALLEAU B.2-1

Caractéristiques de la retenue de Diama aux côtes d'exploitation de 1,50 et 2,50 m. IGN.

| | <u>Côte 1m50 IGN</u> | <u>Côte 2m50 IGN</u> |
|----------------------------------|---|--|
| Longueur du Réservoir | 360 km jusqu'à la région de Guede Boghe | 380 km jusqu'à la région de Boghe Cascas |
| Largeur du Réservoir | 0,3 à 5,0 km | 0,3 à 5,0 km |
| Superficie interne de la retenue | 235 km ² | 440 km ² |
| Volume d'eau stockée | 0,25 milliard de mètres cubes | 0,58 milliard de mètres cubes |

Selon SOGREA (1977) la côte maxima de la retenue de Diama atteindra 3 m 20 IGN en cas de crue millénaire. La crête du barrage sera à la côte de 4 m 00 IGN.

La construction du barrage entraînera une modification du tracé du lit du fleuve, grâce à un système de vannes et de déversoirs. Il est prévu une écluse de 190 m x 25 m, avec apontement, permettant le passage des bateaux. La future route devant relier St.-Louis à Nouakchott, passera sur le barrage.

La digue qui sera construite entre Diama et Rosso en rive mauritanienne est conçue pour endiguer la retenue à la côte maxima atteinte par la crue centennale avec en plus une revanche de 0 m 75 (SOGREA,

1977). La largeur de crête de la digue sera de six mètres, sauf sur le tronçon utilisé par la future route St.-Louis - Nouakchott où cette largeur sera portée à 13 m. Les digues déjà construites sur la rive sénégalaise seront surélevées à la même hauteur et auront la même largeur que les nouvelles digues à construire. Des vannes seront incorporées aux endiguements pour permettre la recharge de certains marigots de part et d'autre de la retenue.

B.3 Le barrage de Manantali

L'un des grands objectifs du programme de l'O.M.V.S. est d'augmenter les débits d'étiage pour assurer à longueur d'année l'approvisionnement des municipalités, des industries et des périmètres agricoles situés le long du fleuve. L'OMVS a projeté la construction d'un barrage à quelques 1200 km en amont de St. Louis sur le Bafing. La retenue de ce barrage permettra:

- a) l'irrigation à longueur d'année de 255 000 hectares de terres agricoles entre Manantali et St.-Louis.
- b) un débit excédentaire en permanence de 100 m³/seconde pour la navigation.
- c) la production annuelle de 800 GwH d'énergie électrique par l'usine hydroélectrique à construire au pied du barrage.

Les caractéristiques qui permettront au barrage de remplir ces diverses fonctions sont énumérées au Tableau B.3-1. La crête de l'évacuateur de crues sera à la côte 208 m 0 IGN; à cette côte, le réservoir aura une longueur de 125 km environ en amont du barrage. Le barrage est conçu pour le contrôle des crues décennales; la côte de retenue correspondant à des crues de cette amplitude est de 211 m 10 IGN. La crête du barrage sera à la côte 212 m 0 IGN.

TABLEAU B.3-1

Caractéristiques de futur réservoir de Manantali

| | A la côte de l'évacuateur | Au niveau d'eau maximum autorisé lorsque le <u>réservoir est en service</u> |
|---|------------------------------|---|
| Niveau de l'eau (en m. IGN) | 208,0 | 187,0 |
| Superficie correspon- dante du réservoir (Km ²) | 477 | 275 |
| Volume d'eau dans le réservoir (m ³) | 11,3 milliards | 3,4 milliards |

Volume maximum utile = (11,3 - 3,4) milliards m³ = 7,9 milliards m³

Les données présentées au Tableau B.3-1 ont été obtenues à partir des calculs du Groupement de Manantali (1977); on a pris pour hypothèse que la couverture des besoins en eau en aval de Manantali ne sera pas totalement assurée une année sur dix. Les principes de base devant régir l'exploitation du barrage de Manantali ont été précisés par le Groupement de Manantali et inclus dans le plan de développement de l'O.M.V.S. Les lâchures contrôlées seront effectuées en saison sèche et en saison des crues jusqu'au remplissage du réservoir. Après le remplissage, les écoulements non contrôlés seront déversés pardessus l'évacuateur jusqu'au moment où les apports au réservoir seront inférieurs aux lâchures nécessaires pour couvrir les besoins en eau en aval.

Outre les lâchures destinées à régulariser les débits d'étiage il est prévu durant une période de transition de 15 à 20 années après l'achèvement du barrage, la lâchure d'une crue artificielle entre le 15 août et le 15 septembre de chaque année, avec des débits de 2500 m³/sec. à Bakel, en attendant la reconversion de l'agriculture de décrue à l'agriculture irriguée. En effet cette crue artificielle inondera quelques 100 000 hectares qui pourront continuer à être cultivés en décrue.

Les travaux du projet de Manantali devraient être terminés six ans après le début des travaux de construction.

B.4 Les Aménagements Agricoles

Pour accroître la production agricole dans le bassin du fleuve Sénégal, le programme de l'O.M.V.S. prévoit une profonde modification de l'agriculture traditionnelle, qui se pratique actuellement sous forme de cultures de décrue (sur les terres inondées par les crues du fleuve) et de cultures pluviales (sur les sols de diéri). La forte réduction du champ d'inondation par suite de la régularisation des débits du fleuve diminuera considérablement les terres consacrées aux cultures de décrue, lesquelles seront aménagées en périmètres irrigués. Selon les projections à l'an 2028, les terres de diéri seront utilisées comme pâturage, tandis que les périmètres hydro-agricoles devraient recouvrir une superficie totale de 255 000 hectares. L'introduction d'une agriculture intensive irriguée permettra d'obtenir une double récolte annuelle grâce aux lâchures d'eau, en saison sèche, depuis le barrage de Manantali. Les rythmes de développement prévus sont les suivants:

| <u>Années</u> | <u>Superficies aménagées</u> |
|---------------|------------------------------|
| | (ha/an) |
| 1977 à 1986 | 4 800 |
| 1987 à 1996 | 4 400 |
| 1997 à 2006 | 4 800 |
| 2007 à 2016 | 5 300 |
| 2017 à 2026 | 5 800 |

En ce qui concerne les 50 prochaines années il est prévu l'aménagement d'ici 1987 de 8 200 hectares de terres irriguées au Mali, et d'ici l'an 2028 de 185 000 hectares au Sénégal et 62 000 hectares en Mauritanie.

B.5 Les Aménagements pour la navigation

On considère que la navigation perenne entre l'Océan Atlantique et le Mali est indispensable au développement du bassin fluvial en général, et à celui du Mali en particulier. Or le fleuve deviendra navigable jusqu'à Kayes grâce aux lachûres depuis le barrage de Manantali et à certains aménagements de la voie navigable.

Les éléments ci-après sont prévus dans le cadre du projet de navigation:

- a) aménagement de la voie navigable jusqu'à Kayes, au Mali; la largeur minima du chenal sera de 55 mètres et le rayon de courbure minimum de 700 mètres.
- b) maintien d'un débit suffisant pour avoir en permanence une hauteur d'eau de 2 mètres dans le chenal de navigation.

- c) création ou amélioration des installations portuaires à Rosso, Richard Toll, Dagana, Podor, Boghé, Kaédi, Matam, Bakel, Ambidébi et Kayes.
- d) construction d'un chenal d'entrée entre l'estuaire et l'océan Atlantique, à 7 km en aval du pont Faidherbe. Il est également prévu la construction d'une digue de protection allant du rivage jusque dans l'océan, sur 2 km depuis le rivage.
- e) un chenal d'accès à l'estuaire, reliant le chenal d'entrée aux installations portuaires prévues.
- f) un port en eau profonde le long de la rive gauche du fleuve, au sud de St.-Louis, pour le transbordement des marchandises entre bateaux maritimes et fluviaux.
- g) la modification du pont Faidherbe de St.-Louis, pour faciliter le passage des bateaux.

Avec l'hypothèse d'un débit régularisé à 300 m³/sec. à Kayes et à 150 m³/sec. à Podor, les aménagements à prévoir dans le lit du fleuve comprendront l'excavation de quelques 200 000 m³ de roche et de 175 000 m³ de sable. Lackner, Dorsch et Electrowatt (1978) ont également recommandé certaines améliorations de la voie navigable entre Podor et Kayes, y compris, en plus du déroctage et du dragage, la construction de jetées, de digues parallèles au fleuve et la stabilisation des rives. Aucune modification n'est nécessaire en aval du marigot Doué.

Les données présentées au Tableau B.5-1 concernent les chenaux, les brise-lames et le port au sud de St.-Louis. Toutefois il est prévu, pour tous ces aménagements, une étude d'actualisation qui sera financée par l'Agence Canadienne pour le Développement International (ACDI); néanmoins, dans son principe même, la stratégie de développement décrite dans ce chapitre devrait rester inchangée.

Tableau B.5-1

Projets de développement associés à la navigation - Estuaire du Fleuve Sénégal

| Projets de développement | Objectif | Emplacement | Données |
|---|--|---|--|
| Chenal d'approche construit au large dans l'océan atlantique. | Donner aux bateaux venant du large accès au chenal d'entrée. | Extension dans l'océan du chenal d'entrée prévu, perpendiculairement à la rive. | Longueur : 1 500 mètres Largeur : 150 mètres Profondeur : 8,5 mètres. |
| Brise-lames | Protéger le chenal d'approche construit au large et le chenal d'entrée contre l'action des vagues et des dépôts sableux. Brise-lames nord : trappe à sable Brise-lames sud : prévention du remplissage du chenal par les courants occasionnels venant du nord. | Côté océan de la <u>Langue de Barbarie</u> , parallèlement au chenal d'approche construit au large. | Initialement 800 mètres, prolongé au fur et à mesure de l'accumulation de sable. Initialement 250 mètres, prolongé selon les besoins. |
| Chenal d'entrée et chenal d'accès aux installations portuaires. | Donner aux bateaux venant du chenal d'approche accès au fleuve Sénégal. | A 7 kilomètres au sud du Pont Faidherbe. | Longueur : 2 000 mètres Largeur : 150 mètres Profondeur : 10 mètres. |
| Installations portuaires dans l'estuaire. | Transbordement des marchandises des bateaux maritimes aux bateaux fluviaux. | | Longueur : 1 500 mètres Largeur : 300 mètres Profondeur : 8,5 mètres. |
| Modifications du pont Faidherbe. | Rendre navigable la partie du fleuve située plus en amont. | Le fleuve Sénégal à Saint-Louis. | Non disponibles. |

Source : Groupement IDE (1978).

Le développement et l'amélioration portuaires le long du fleuve est nécessairement inscrit dans le plan de développement de la navigation. La construction d'un port principal à Kayes fera de cette ville le premier point d'accès du Mali à l'Océan. Des escales portuaires sont prévues à Rosso, Richard Toll, Dagana, Podor, Boghé, Kaédi, Matam, Bakel et Ambidébi; elles seront dotées de deux quais et de réservoirs de stockage des carburants.

B.6 Les aménagements municipaux et industriels

Les aménagements municipaux et le développement industriel dans le bassin du fleuve sont étroitement liés à la construction des deux barrages et à la création des périmètres irrigués. Les plans nationaux de développement de chacun des trois Etats-membres reposent d'ailleurs en grande partie sur la construction de ces barrages et périmètres. Le Tableau B.6-1 résume les plans actuels de création d'industries dans le bassin du fleuve; il révèle le rôle important que les futures agro-industries (basées sur les productions animale et végétale) joueront dans le développement économique de la région.

Diverses prospections minières ont déjà été entreprises dans le bassin du fleuve Sénégal. Certains offices nationaux tels que la MIFERSO au Sénégal, la SONAREM au Mali et la SNIM en Mauritanie ont effectué des études jusqu'au stade de la factibilité, en vue de l'exploitation des ressources minérales de leurs pays respectifs. Le Tableau B.6-2 indique l'emplacement et la situation actuelle des divers gisements prospectés. De nombreux projets d'exploitation minière ne seront viables que si l'énergie et les moyens de transport deviennent disponibles grâce à la réalisation du programme de l'O.M.V.S.

Les prochaines 50 années devraient être marquées par une forte croissance démographique, sous l'effet conjugué de la croissance naturelle et de l'extension des infrastructures nécessaires à la réalisation du

Tableau B.6-1

Résumé des projets de développement industriel dans le bassin du fleuve Sénégal

| Industrie | Emplacement prévu pour l'usine | Calendrier prévisionnel |
|---------------------------------|--|---|
| Transformation de la bauxite | Manantali, Mali Moussali, Mali Kayes, Mali | Après 1990 Après 1990 Après 1990 |
| Brasserie | Kayes, Mali | N.D. |
| Fabrication de briques | Rosso, Mauritanie | N.D. |
| Usine d'égrenage du coton | Kayes, Mali Boghé, Mauritanie Maghama, Mauritanie Leggah, Mauritanie | N.D. N.D. N.D. N.D. |
| Industrie laitière | Rosso, Mauritanie | N.D. |
| Raffinerie d'huiles comestibles | Rosso, Mauritanie | N.D. |
| Usine d'engrais | Kaédi, Mauritanie | N.D. |
| Meunerie | Matam, Sénégal | Mise en service en 1985/1989. |
| Fabrication de chaux | Diamou, Mali | Début des constructions 1978/1979. |
| Raffinerie d'huile d'arachide | Kita, Mali | Fait partie du plan quinquennal actuel pour la région de Kayes. |
| Abattoir réfrigéré | Rosso, Mauritanie | N.D. |
| Usines de décorticage du riz | Kayes, Mali Matam, Sénégal Thilogne, Sénégal Aéré Lao, Sénégal Podor, Sénégal | Opérationnels en 1985. |
| Usine de chaussures | Kayes, Mali | N.D. |
| Traitement de la canne à sucre | Same, Mali Vallée de la Gorgole, Mauritanie Matam, Sénégal Oriental Richard Toll, Sénégal | Début des constructions 1984-1985 Opérationnel en 1983. N.D. |
| Tannerie | Trapoma, Mali Kayes, Mali Kaédi, Mauritanie | Première production en 1979. N.D. Aggrandissement de la tannerie existante : premier stade de pro- duction en 1983. |

Tableau B.6-1 (Suite)

Résumé des projets de développement industriel dans le bassin du fleuve Sénégal.

| Industrie | Emplacement prévu pour l'usine | Calendrier prévisionnel |
|-------------------------|--------------------------------|---|
| Usines textiles | Kayes, Mali | N.D. |
| | Rosso, Mauritanie | N.D. |
| | Saint-Louis, Sénégal | N.D. |
| Conserveries de tomates | Rosso, Mauritanie | Début des constructions en 1979. |
| | Matam, Sénégal | Premier stade de production en 1983. |

Tableau B.6-2.

Résumé des activités minières projetées dans le bassin du fleuve Sénégal

| Minerais | Pays | Emplacement | Estimation de la quantité | Commentaires |
|-----------|------------|----------------------|-----------------------------|---|
| Cuivre | Sénégal | Région de Bakel | Inconnue | Il ya des indications de présence de chrome dans cette région. |
| Fer | Sénégal | Faranglia | 105 millions de tonnes | Ces quatre sites sont dans la région de Kédougou. Il existe dans cette région des dépôts de marbre qui sont exploités et aussi de petites quantités d'or. |
| Fer | Sénégal | Goto | 175 millions de tonnes | |
| Fer | Sénégal | Kouroudiako | 22 millions de tonnes | |
| Fer | Sénégal | Koudékourou | 75 millions de tonnes | |
| Fer | Mali | Bafing-Bakoye (Bale) | 500-600 millions de tonnes. | Il est prévu de commencer l'exploitation en 1985-1990 si l'on dispose d'assez d'énergie et si l'extraction est économiquement rentable. |
| Magnétite | Mali | Djidian-Kéniéba | 10 millions de tonnes | Des études de factibilité de l'exploitation sont en cours. |
| Fer | Mali | Diamou-Baufoulabé | 150 millions de tonnes | On considère que ces deux sites sont moins importants que Bale. |
| Fer | Mali | Nioro | 10 millions de tonnes | |
| Bauxite | Mali | Saléa | 400 millions de tonnes | Il semblerait que les gisements ne soient pas assez riches pour justifier leur exploitation actuelle. |
| Bauxite | Mali | Bamako-Ouest | 175 millions de tonnes | De qualité supérieure, contenant 40 à 44 % de Al_2O_3 . |
| Bauxite | Mali | Kéniéba-Sud | 165 millions de tonnes | Il semblerait que les gisements ne soient pas assez riches pour justifier leur exploitation actuelle. |
| Cuivre | Mauritanie | Diaguili | - | Aucune couche exploitable n'a encore été trouvée. |
| Cuivre | Mauritanie | Marsif de l'Affole | - | Aucun filon exploitable n'a encore été trouvé. |
| Phosphate | Mauritanie | Cive | 4 millions de tonnes | De très bonne qualité mais l'exploitation n'est pas encore possible. |
| Phosphate | Mauritanie | Aleg | 30 millions de tonnes | D'autres prospections ont débuté vers la mi-1977. Si les résultats se révèlent favorables, l'exploitation pourrait débuter en 1983. |

programme de l'O.M.V.S. C'est ainsi que la population urbaine devrait passer de 241 200 habitants en 1980 à 1 490 000 habitants en l'an 2028; cette croissance aura surtout pour origine les activités liées à la navigation et aux agro-industries.

Les municipalités implantées le long du fleuve auront à résoudre le problème des infrastructures d'accueil, telles que logements, réseaux de distribution d'eau, évacuation des ordures, services de police et de lutte contre les incendies, électrification, transport. A l'heure actuelle chaque état assume la responsabilité des plans d'urbanisation applicables au bassin fluvial. Ces états ont admis la nécessité d'établir très à l'avance les plans d'urbanisation afin de faire face aux besoins d'une population urbaine en forte expansion.

CHAPITRE C

RESUME DES RAPPORTS

Ce chapitre présente les résumés de tous les Rapports Partiels détaillés publiés dans cette étude. Chaque résumé décrit la situation actuelle, les impacts probables des futures aménagements, les mesures visant à amortir ou à renforcer les impacts, et qui sont préconisées dans les plans d'action des rapports détaillés correspondants. Chaque résumé est suivi d'un tableau qui présente, sous une forme condensée, les impacts et les mesures correctives.

C.1 Le Fleuve et son estuaire

C.1.1. Conditions actuelles

Le Sénégal est l'un des plus grands fleuves d'Afrique de l'Ouest; son bassin versant d'une superficie d'environ 290 000 kilomètres carrés s'étend sur les zones climatiques différentes, ce qui explique les fluctuations extrêmes de la pluviométrie d'une zone à l'autre.

Dans la partie nord du bassin, la pluviométrie moyenne annuelle est de 300 mm; la saison des pluies s'étale de juillet à septembre. Dans la partie sud, la pluviométrie moyenne annuelle est de 2 000 mm et les précipitations durent de mai à octobre. Les variations pluviométriques inter-annuelles sont également extrêmes, surtout dans le cours inférieur du fleuve. Les extrêmes pluviométriques enregistrées à Rosso, par exemple, pendant la période 1930-1965 vont d'une moyenne annuelle de 110 mm à 610 mm.

Ces caractéristiques pluviométriques du bassin font que l'essentiel des apports au fleuve provient de la partie sud du bassin, située dans les montagnes du Fouta Djallon en Guinée. Les trois principaux affluents du fleuve Sénégal sont le Bafing, le Bakoye et le Falémé. Le Bafing fournit plus de 50 pour-cent du débit du fleuve Sénégal, bien qu'il ne couvre pas plus de 13 pour-cent de la totalité de son bassin versant. Les variations inter-annuelles des débits sont importantes et reflètent celles de la pluviométrie. Les débits annuels maxima, minima, et moyens enregistrés dans certaines stations sélectionnées du bassin du fleuve Sénégal sont résumés au Tableau C.1-1. Les caractéristiques saisonnières de la pluviométrie déterminent la configuration de la plaine d'inondation du fleuve Sénégal, avec une seule onde de crue par an qui inonde la plaine entre Bakel et St.-Louis. A mesure que l'onde

Tableau C.1-1

Débits annuels à certaines stations sélectionnées du bassin du fleuve Sénégal

| Station | Cours d'eau | Superficie du bassin versant (Km ²) | Débits annuels (m ³ /s) | | | Période d'enregistrement |
|------------|----------------|---|---------------------------------------|------|-------|-----------------------------|
| | | | Moyenne | Min. | Max. | |
| Soukoutali | Bafing | 27 800 | 380 | 227 | 584 | 1903-1975 |
| Oualia | Bakoye | 84 700 | 168 | 29 | 302 | 1903-1975 |
| Salonge | Sénégal | 128 400 | 606 | 246 | 974 | 1903-1975 |
| Kayes | Sénégal | 157 400 | 612 | 210 | 987 | 1903-1975 |
| Kidira | Falémé | 28 900 | 187 | 21 | 540 | 1903-1975 |
| Bakel | Sénégal | 218 000 | 757 | 266 | 1 247 | 1903-1975 |
| Matam | Sénégal | 253 000 | 776 | 283 | 1 394 | 1903-1965 |
| Dagana | Sénégal | 268 000 | 691 | 292 | 969 | 1903-1965 |

de crue traverse la moyenne vallée et le delta, elle s'atténue considérablement du fait principalement des pertes par évaporation et par infiltration, ainsi que du remplissage de certaines dépressions. La décrue s'amorce à la fin de la saison des pluies. En fin de saison sèche, (avril à mi-juin), on observe des débits d'étiage pouvant baisser jusqu'à 10 mètres cubes/seconde à Bakel. Les débits solides dans le fleuve Sénégal suivent un schéma dicté par le cycle des crues annuelles. Plus de 90 pour-cent des concentrations totales annuelles de sédiments sont transportés en aval du fleuve, lors de la crue annuelle. Selon les estimations, le débit solide passant à Bakel est de 2 100 000 tonnes/an en année de crue moyenne dont 1 200 000 tonnes seulement atteignent St.-Louis. Par conséquent, chaque année, environ 900 000 tonnes de matières en suspension sont déposées sur la plaine d'inondation entre Bakel et St.-Louis.

C.1.2. Impacts sur l'environnement

La construction des réservoirs de Diama et de Manantali, l'aménagement des périmètres irrigués dans la plaine d'inondation du fleuve Sénégal et la future modification de l'estuaire auront un impact profond sur le débit et sur le processus d'érosion et de sédimentation du fleuve Sénégal. Ces aménagements auront également des impacts sur la qualité des eaux, le biotope aquatique et terrestre. Ces impacts ou changements sont analysés dans cette section, aux paragraphes suivants:

- a) Modification du débit
- b) Changements du profil de sédimentation et d'érosion.
- c) Impacts dus aux réalisations

C.1.2.1. Modifications du débit

Fluctuations du niveau d'eau dans le réservoir de Manantali et inondations

Les années de crue d'amplitude moyenne, le niveau de l'eau dans le réservoir de Manantali variera entre 196 m IGN et 208 m IGN. Les années de très faible crue, ce niveau pourra baisser jusqu'à 187 m IGN.

Par conséquent, si une année à très faible bilan hydrique était suivie d'une année à fort bilan hydrique, il se produirait une fluctuation maxima d'environ 20 m du niveau de l'eau pour un cycle annuel de crue.

Le remplissage annuel du réservoir et les lâchures d'eau vers l'aval feront qu'une partie de la terre qui entoure le réservoir sera alternativement inondée puis exondée; la superficie inondée par le réservoir sera de 272 kilomètres carrés à la côte d'exploitation de 187 m IGN et de 500 km² en cas de crue d'amplitude exceptionnelle. Par conséquent, une superficie de 228 kilomètres carrés pourrait être exondée puis inondée en un seul cycle annuel de crue. Pendant un cycle moyen, avec une fluctuation du niveau de l'eau entre 208 m IGN et 196 m IGN, quelques 111 kilomètres carrés de terre seraient d'abord exondés puis inondés.

Modification de l'hydrogramme des crues dans le Bafing en aval du barrage de Manantali

Pour montrer l'effet du réservoir de Manantali sur le débit du Bafing, la courbe des future débits régularisés observés à Soukoutali (près du barrage de Manantali) a été établie pour cinq crues annuelles d'amplitude variable et comparée à celle des débits non régularisés observés à la même station. Nous verrons, dans les pages suivantes, que l'effet du réservoir de Manantali sur la courbe des débits en aval du Bafing dépend de l'importance de sa crue annuelle et du niveau d'exploitation du réservoir de Manantali en fin de saison sèche.

Pour le maintien d'une crue artificielle, le réservoir de Manantali sera programmé en vue de l'évacuation d'un volume d'eau suffisant pour garantir un débit de 2500 mètres cubes par seconde à Bakel du 15 août au 15 septembre. Lors de très fortes crues, on n'observera

une différence entre les débits régularisés et les débits non régularisés qu'au début de la période de crue, à mesure que l'eau du Bafing emplira le réservoir. Une fois le réservoir rempli, les débits régularisés et non régularisés seront presque identiques. A mesure que l'amplitude de la crue annuelle diminue, la différence entre les débits régularisés et non régularisés augmente. Pendant les années de crue moyenne, les lâchures depuis le barrage seront relativement importantes pour permettre un débit de 2500 mètres cubes par seconde à Bakel. De ce fait, les volumes stockés dans le réservoir au 15 septembre ne seront pas beaucoup supérieurs aux volumes stockés avant l'arrivée des crues. Par conséquent, pendant le restant de la saison des crues la majeure partie du débit du Bafing devra être retenu pour assurer le remplissage du réservoir. Les années de crues faibles, le volume des lâchures depuis le barrage de Manantali devra être considérable pour augmenter suffisamment le débit naturel du Bafing, afin d'obtenir le débit nécessaire à Bakel pour le maintien d'une crue artificielle. Les années de faible crue, l'essentiel des lâchures de la crue artificielle sera assuré grâce à l'eau stockée les années précédentes.

En phase finale d'aménagement du bassin et après l'arrêt de la crue artificielle, l'hydrogramme des crues du Bafing devrait se modifier. Les années de très forte crue, les changements entre la courbe des débits régularisés et celle des débits non régularisés ne seront sensibles qu'au début de la période de crue. A mesure que l'amplitude de la crue annuelle diminue, l'écart entre les débits régularisés et non régularisés se réduira. En année de crue moyenne, les débits régularisés en aval de Manantali ne représenteront qu'une fraction des débits naturels antérieurs à la construction du réservoir. Celui-ci sera rempli vers la fin de la saison de crue et les débits régularisés seront sensiblement égaux au débit naturel. Lors de très faibles crues, le réservoir ne tournera de l'eau que pour satisfaire les besoins minima de la production d'énergie et de l'irrigation; les crues du Bafing seront alors pratiquement supprimées.

Modification du profil des crues en aval de Bakel

Un modèle mathématique mis au point par SOGREAH a été utilisé pour évaluer les futures modifications de débit, de niveau d'inondation dans la vallée du fleuve Sénégal entre Bakel et St.-Louis. La simulation a porté sur le régime actuel et futur avec différents scénarios de développement (cf. Tableau C.1-2). Les débits du Bakoye et de la Falémé ne seront pas régularisés par le programme d'aménagement. Le réservoir de Manantali régularisera les débits du Bafing en aval de Manantali et les débits du fleuve Sénégal. Etant donné ces débits non régularisés, la superficie d'inondation et le niveau d'eau ne seront pas complètement contrôlé par le barrage de Manantali.

Pointes de crue

Le Tableau C.1-3 résume la modification prévue des pointes de crue qui dépendra en partie de l'amplitude de la crue annuelle et du stade d'aménagement de la plaine d'inondation. Néanmoins, la modification des pointes de crue ne sera perceptible qu'en aval de Bakel du fait des changements de la configuration physique de la plaine d'inondation, des prélèvements d'eau pour l'irrigation et de la perte d'eau de crue pendant la période initiale de mise en eau du réservoir de Manantali. En 2003, première année de la phase finale d'exploitation du réservoir de Manantali, en cas de crue supérieure à la moyenne l'écrêtement des crues à Kaédi, à Podor et à Diama, sera respectivement de 4 pour-cent, 14 pour-cent et 15 pour-cent. Entre l'an 2003 et 2028, il est prévu une légère hausse de la pointe de crue à Podor et à Diama par suite de la diminution de la surface d'écoulement, à mesure qu'une importante superficie de terres inondables est convertie en périmètres irrigués.

TABLEAU C.1.2

Scénarios du programme de l'O. M. V. S.

| Scénario | Année | Barrage de Digma | Barrage de Manantali | Aménagement des périmètres (hectares) |
|----------|----------|------------------|----------------------|---|
| 1 | Actuelle | - | - | 12 000 |
| 2 | 1986 | opérationnel | - | 47 000 |
| 3 | 1987 | opérationnel | Phase de Transition* | 47 000 |
| 4 | 2002 | opérationnel | Phase de transition* | 117 000 |
| 5 | 2003 | opérationnel | Phase finale ** | 117 000 |
| 6 | 2028 | opérationnel | Phase finale ** | 247 000 |

* Phase de transition = lâchure d'une crue artificielle.

** Phase finale = interruption de la crue artificielle.

Tableau C.1-3

Actuels et futurs débits de pointe dans le bassin du Fleuve Sénégal
 Résultats du modèle SOGREAH

| Scénario | Crue | Débits de pointe en m ³ /s. | | | |
|----------|---------------------|--|-------|-------|-------|
| | | Bakel | Kaédi | Podor | Diama |
| Actuel | Maxima | 5 880 | 5 220 | 4 780 | 4 100 |
| | Quinquennale forte | 7 160 | 5 270 | 4 430 | 3 500 |
| | Moyenne | 4 100 | 2 260 | 2 810 | 2 400 |
| | Quinquennale faible | 2 060 | 1 830 | 1 700 | 1 440 |
| | Minima enregistré | 1 380 | 1 200 | 1 100 | 1 020 |
| 1986 | Maxima | 5 870 | 5 200 | 4 630 | 4 070 |
| | Quinquennale forte | 7 150 | 5 690 | 4 180 | 3 490 |
| | Moyenne | 4 020 | 3 100 | 2 680 | 2 310 |
| | Quinquennale faible | 2 050 | 1 830 | 1 660 | 1 510 |
| | Minima enregistré | 1 360 | 1 220 | 1 070 | 860 |
| 1987 | Maxima | 5 870 | 5 200 | 4 470 | 3 850 |
| | Quinquennale forte | 5 470 | 3 610 | 3 080 | 2 570 |
| | Moyenne | 2 500 | 2 260 | 2 010 | 1 720 |
| | Quinquennale faible | 2 500 | 2 270 | 1 980 | 1 770 |
| | Minima enregistré | 2 500 | 2 160 | 1 890 | 1 540 |
| 2002 | Maxima | 5 870 | 4 800 | 3 900 | 3 400 |
| | Quinquennale forte | 5 490 | 3 300 | 2 700 | 2 280 |
| | Moyenne | 2 500 | 2 000 | 1 800 | 1 600 |
| | Quinquennale faible | 2 500 | 2 180 | 1 730 | 1 490 |
| | Minima enregistré | 2 500 | 2 100 | 1 700 | 1 400 |
| 2003 | Maxima | 5 870 | 4 800 | 3 900 | 3 400 |
| | Quinquennale forte | 6 070 | 3 740 | 2 960 | 2 490 |
| | Moyenne | 2 300 | 1 800 | 1 600 | 1 500 |
| | Quinquennale faible | 1 460 | 1 220 | 1 130 | 1 070 |
| | Minima enregistré | 750 | 560 | 530 | 330 |
| 2028 | Maxima | 5 870 | 4 800 | 4 100 | 3 500 |
| | Quinquennale forte | 6 060 | 3 790 | 3 050 | 2 500 |
| | Moyenne | 2 300 | 1 800 | 1 600 | 1 400 |
| | Quinquennale faible | 1 460 | 1 200 | 1 100 | 980 |
| | Minima enregistré | 750 | 470 | 400 | 320 |

Note : Ce tableau figure dans le rapport sur le Fleuve et son Estuaire.

En années de crue moyenne, on devrait observer une forte réduction des débits de pointe. Le premier changement notable se produira en 1987, car durant cette phase transitoire d'exploitation du réservoir de Manantali, les pointes de crue à Bakel seront limitées à 2500 m³/seconde. Pendant les années de crue faible, la lâchure de la crue artificielle depuis Manantali augmentera les débits. En comparant la courbe des débits de pointe actuels et de ceux prévus pour 1987 en cas de crue d'amplitude minima, on constate des accroissements de 50 pour-cent à 80 pour-cent aux stations mentionnées au Tableau C.1-3.

Après l'arrêt de la crue artificielle en 2002, l'écrêtement des crues sera encore plus prononcé dans toute la vallée du fleuve Sénégal. En 2028, en cas de crue minima, la réduction des pointes de crue par rapport aux conditions actuelles sera respectivement de 46 pour-cent, 61 pour-cent, 64 pour-cent et 69 pour-cent à Bakel, Kaédi, Podor et Diama (Tableau C.1-3).

Inondation

Le Tableau C.1-4 présente un résumé des résultats de la modélisation des futurs schémas d'inondation dans la vallée du fleuve Sénégal en aval de Bakel.

Les années de crues moyennes ou supérieures à la moyenne, la régularisation du débit du fleuve Sénégal et l'extension des périmètres irrigués sur des terres précédemment inondées devraient provoquer une diminution notable des superficies inondées en aval de Bakel. En cas de crue maxima et dans les conditions actuelles, la superficie inondée serait de 640 000 hectares. Au stade d'aménagement de l'an 2028, cette superficie ne serait que de 560 000 hectares, soit une réduction de 33 pour-cent. En cas de crue moyenne, la superficie inondée passera de 459 000 hectares dans les conditions actuelles de développement à 190 000 hectares en 2028, soit une réduction de 65 pour-cent.

Tableau C.1-4.

Superficies maxima inondées par région dans la plaine d'inondation du Fleuve Sénégal
pour cinq crues représentatives

| | | Superficies maxima inondées, en 1000 ha. | | | | | |
|---|---------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Crue | Région* | Scénario 1 actuellement | Scénario 2 1986 | Scénario 3 1987 | Scénario 4 2002 | Scénario 5 2003 | Scénario 6 2028 |
| Crue historique maxima (1924) | MVS | 141 | 139 | 140 | 130 | 133 | 99 |
| | MVC | 291 | 269 | 270 | 230 | 234 | 157 |
| | MVI | 257 | 252 | 246 | 220 | 223 | 180 |
| | Delta | 174 | 153 | 150 | 130 | 133 | 142 |
| | Total | 838 | 797 | 777 | 680 | 690 | 560 |
| Crue forte quinquennale (1964) | MVS | 139 | 138 | 119 | 110 | 125 | 99 |
| | MVC | 286 | 263 | 211 | 210 | 221 | 156 |
| | MVI | 240 | 236 | 185 | 160 | 178 | 143 |
| | Delta | 168 | 143 | 130 | 110 | 117 | 120 |
| | Total | 766 | 733 | 605 | 550 | 565 | 470 |
| Crue moyenne (1969) | MVS | 105 | 102 | 50 | 48 | 28 | 20 |
| | MVC | 212 | 187 | 119 | 114 | 66 | 50 |
| | MVI | 160 | 160 | 91 | 79 | 51 | 41 |
| | Delta | 143 | 124 | 110 | 98 | 91 | 92 |
| | Total | 549 | 525 | 340 | 320 | 230 | 190 |

Tableau C.1-4 (Suite)
 Superficies maxima inondées par région dans la plaine d'inondation du Fleuve Sénégal
 pour cinq crues représentatives

| Crue | Région* | Superficies maxima inondées, en 1000 ha. | | | | | |
|--|---------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | Scénario 1 actuellement | Scénario 2 1986 | Scénario 3 1987 | Scénario 4 2002 | Scénario 5 2003 | Scénario 6 2028 |
| Faible Inondation quinquennale (1926) | MVS | 25 | 25 | 50 | 48 | 10 | 9 |
| | MVC | 66 | 61 | 113 | 108 | 22 | 19 |
| | MVI | 47 | 53 | 78 | 70 | 16 | 13 |
| | Delta | 84 | 99 | 108 | 98 | 85 | 89 |
| | Total | 215 | 232 | 328 | 300 | 130 | 130 |
| Inondation minimum enregistrée (1972) | MVS | 10 | 10 | 50 | 47 | 9 | 8 |
| | MVC | 22 | 21 | 100 | 93 | 16 | 14 |
| | MVI | 15 | 18 | 65 | 57 | 12 | 11 |
| | Delta | 60 | 84 | 103 | 91 | 77 | 81 |
| | Total | 104 | 130 | 300 | 280 | 107 | 110 |

* MVS : Moyenne Vallée Supérieure ; Matam - Bakel
 MVC : Moyenne Vallée Centrale ; Boghé - Matam
 MVI : Moyenne Vallée Inférieure ; Dagana - Boghé
 Delta : Saint-Louis - Dagana

Notes : 1/. Les inondations comprennent celles des chenaux principaux du fleuve Sénégal et du Marigot Doué.
 2/. Le total des inondations n'équivaut pas à la somme des superficies inondées dans les quatre régions, étant donné que la date d'inondation maxima diffère par région.

Au début de la phase transitoire d'exploitation du réservoir de Manantali, l'inondation dans la vallée du fleuve sera considérablement réduite entre Dagana et Bakel. En cas de crue moyenne, on enregistrera une réduction de moitié de la plaine d'inondation entre Matam et Bakel et entre l'an 2003 et 2038, une perte éventuelle d'environ 50 000 hectares sur le tronçon Boghé-Matam, du fait de l'arrêt de la crue artificielle et de la construction des périmètres irrigués. Dans le delta, la perte en superficies inondables sera moins importante à cause de l'influence du réservoir de Diama.

Pendant les années de crues inférieures à la moyenne, les lâchures de la crue artificielles augmenteront l'inondation dans toutes les régions en aval de Bakel (comparer les scénarios 2 et 3 du Tableau C.1-4). En cas de crue minima, la superficie inondée sera quintuplée (passant de 10 000 hectares à 50 000 hectares) dans la région entre Matam et Bakel, du fait des lâchures de la crue artificielle. Entre Bakel et Dagana, après l'arrêt de la crue artificielle, la plaine d'inondation sera pratiquement inexistante lors de crues inférieures à la moyenne.

Niveaux d'eau

Les niveaux d'eau actuels et ceux qui seront atteints en l'an 2028 sont comparés au Tableau C.1-5. En cas de crues inférieures à la moyenne, la lâchure de la crue artificielle rehaussera les niveaux de pointe dans tout le bassin. En cas de crue moyenne ou légèrement supérieure à la moyenne, l'effet contraire devrait se produire. Les années de très forte crue, (comme le démontre la plus forte crue enregistrée depuis 1903), les résultats de la modélisation montrent une hausse des niveaux à toutes les stations entre Podor et Bakel (Tableau C.1-5) bien qu'il soit prévu des débits de pointe plus faibles. (Tableau C.1-3). Ce fait peut s'expliquer par la construction des périmètres,

Tableau C.1-5

Niveaux Maxima d'Eau (NME) à travers la plaine d'inondation du Fleuve Sénégal
au stade de développement prévu pour l'année 2028

Résultats du modèle SGGREAH

| | Crue Maxima Enregistrée | | Crue quinquennale forte | | Crue Moyenne | | Crue quinquennale faible | | Crue Maxima Enregistrée | |
|-------------|-------------------------|--|-------------------------|--|--------------|--|--------------------------|--|-------------------------|--|
| | NME, m.IGN | Changement de NME : Scénario de la période 1979 à 2028 | NME, m.IGN | Changement de NME : Scénario de la période 1979 à 2028 | NME, m.IGN | Changement de NME : Scénario de la période 1979 à 2028 | NME, m.IGN | Changement de NME : Scénario de la période 1979 à 2028 | NME, m.IGN | Changement de NME : Scénario de la période 1979 à 2028 |
| BAKEL | 23,5 | + 0,6 | 23,2 | - 0,1 | 18,0 | - 2,8 | 16,3 | - 1,4 | 14,9 | - 1,5 |
| MATAH | 18,0 | + 2,0 | 16,9 | + 0,9 | 13,3 | - 1,6 | 11,7 | - 1,1 | 10,0 | - 1,4 |
| KAEDI | 15,2 | + 2,4 | 13,9 | + 1,2 | 10,7 | - 1,1 | 9,1 | - 1,2 | 8,4 | - 0,7 |
| SALDE | 13,3 | + 1,8 | 12,3 | + 1,0 | 8,8 | - 1,5 | 7,3 | - 1,3 | 5,3 | - 2,1 |
| BOGHE | 10,6 | + 1,4 | 9,7 | + 0,7 | 7,1 | - 1,0 | 5,5 | - 1,4 | 3,6 | - 2,0 |
| PODOR | 6,9 | + 0,4 | 6,3 | + 0,1 | 4,8 | - 0,7 | 3,6 | - 1,0 | 2,0 | - 1,3 |
| DAGANA | 4,1 | - 0,1 | 3,5 | - 0,5 | 2,4 | - 0,9 | 2,0 | - 0,4 | 1,6 | + 0,2 |
| ROSSO | 3,3 | - 0,4 | 2,9 | - 0,5 | 2,0 | - 0,8 | 1,7 | - 0,1 | 1,6 | + 0,4 |
| DIAMA | 1,8 | - 0,3 | 1,6 | - 0,3 | 1,5 | 0,0 | 1,5 | + 0,4 | 1,5 | + 0,6 |
| SAINT-LOUIS | 1,1 | - 0,1 | 1,0 | - 0,1 | 0,8 | - 0,2 | 0,8 | 0,0 | 0,8 | 0,0 |

d'où une diminution de la superficie disponible pour l'écoulement des eaux et une modification de la répartition de l'eau à travers la plaine d'inondation. En effet, du fait de la création de ces périmètres, le trajet des écoulements sera obstrué et des volumes accrus d'eau seront dérivés, ce qui provoquera des écoulements et des niveaux d'eau élevés dans le lit du fleuve.

Réservoir de Diama

Les calculs du bilan hydrique mensuel, d'après les données de SOGREAH, fournissent quelques aperçus intéressants sur le fonctionnement du réservoir de Diama avant la construction du barrage de Manantali. La fonction de stockage du réservoir de Diama sera si peu importante que même pendant les années de faible crue, il y aura échange complet d'eau pendant la saison des pluies; la plupart des volumes d'eau qui entrent dans le réservoir seront évacués en aval (cf. Tableau C.1-6). Cet effet de chasse persistera même après la régularisation du débit du fleuve Sénégal par le réservoir de Manantali.

C.1.2.2 Modification des profils de sédimentation et d'érosion

Les profils actuels de sédimentation et d'érosion dans le bassin du fleuve Sénégal changeront sous l'influence du programme de développement de l'O.M.V.S. Une estimation quantitative de cette modification est quasiment impossible à cause de la complexité extrême des processus de sédimentation et d'érosion qui ont lieu dans un système fluvial tel que celui du Sénégal. Le manque de données complique encore cette tâche. L'analyse et la description ci-après de la modification des profils de sédimentation et d'érosion ne peuvent donc être que qualitatives.

Tableau C.1-6

Moyennes mensuelles des débits d'entrée et de sortie du réservoir de Diamana
Prévisions pour la demande des années 1984/1985

| | Crue moyenne | | | Crue faible | | |
|-----------|---------------------------------------|--|--|---------------------------------------|--|--|
| | Débits d'entrée m ³ /s. | Débits de sortie m ³ /s. | Débits de sortie en % des débits d'entrée. | Débits d'entrée m ³ /s. | Débits de sortie m ³ /s. | Débits de sortie en % des débits d'entrée. |
| Juillet | 420 | 250 | 59,5 | 420 | 221 | 52,6 |
| Août | 1 250 | 950 | 76,0 | 840 | 550 | 65,5 |
| Septembre | 2 000 | 1 665 | 83,3 | 1 570 | 1 260 | 80,3 |
| Octobre | 2 300 | 2 075 | 90,2 | 1 470 | 1 370 | 93,2 |
| Novembre | 1 900 | 1 895 | 99,7 | 455 | 385 | 84,6 |
| Décembre | 440 | 370 | 84,1 | 210 | 138 | 65,7 |
| Janvier | 180 | 139 | 77,2 | 120 | 62 | 51,7 |
| Février | 106 | 58 | 54,7 | 67 | 2 | 3,0 |
| Mars | 59 | 11 | 18,6 | 35 | 0 | 0 |
| Avril | 30 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 |
| Mai | 14 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| Juin | 10 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 |
| Moyenne | 730 | 620 | 84,9 | 430 | 330 | 76,7 |

Exhaussement des niveaux du lit de la rivière Bafing en amont du réservoir de Manantali

Le faible charriage de fond de la rivière Bafing et les fortes variations de niveau d'eau au point de rencontre entre le Bafing et le réservoir de Manantali laissent prévoir l'absence de tout risque de sédimentation dans le chenal du Bafing.

Sédimentation dans le réservoir de Manantali

Le réservoir de Manantali recevra peu de débits solides. On estime à 530 000 tonnes l'apport annuel au réservoir de solides en suspension; ces solides seront de très fine granulométrie: 50 % de particules de moins de 0,002 millimètres de diamètre. La capacité d'emménagement d'eau morte du réservoir de Manantali ne pourrait donc être atteinte dans ces conditions que d'ici 450 années au minimum.

La rivière Bafing en aval de Manantali

Les faibles débits solides et charriages de fond dans la rivière Bafing indiquent que la charge de ruissellement vers le Bafing est surtout due à des sédiments venus de l'amont et non à la capacité de transport de sédiments du cours d'eau. Si l'on considère que la rivière Bafing est creusée dans une roche résistante à l'érosion, il est probable que ni la régularisation du débit, ni l'interception des débits solides par le réservoir de Manantali n'auront un effet négatif sur la stabilité de son lit.

Le Fleuve Sénégal entre Bafoulabé et Bakel

Entre Bafoulabé et Bakel, le fleuve Sénégal reçoit beaucoup de charriages de fond et de solides en suspension, transportés par ses affluents et surtout par le Ketiou-ko, le Kolimbiné, le Parpara, le

Bakoye et la Falémé. Etant donné qu'une infime partie seulement des matériaux aboutissant dans ce tronçon du fleuve provient du bassin versant de la rivière Bafing, les charriages de fond et les processus d'érosion et de sédimentation qui y sont associés ne seront pas affectés par les dépôts dans le réservoir de Manantali. Par contre, la stabilité du chenal du fleuve Sénégal sera fortement altérée par la perte de capacité de transport des sédiments du fleuve, due à la régularisation du débit depuis Manantali. Les plus faibles débits en saison des pluies provoqueront une accumulation de sédiments dans le lit du fleuve. Cette instabilité sera particulièrement forte près des points de confluence des affluents du fleuve qui, nullement influencés par la régularisation des débits, continueront à charrier leurs sédiments vers le fleuve Sénégal; ce dernier étant régularisé, n'aura plus la force de charrier ces sédiments vers l'aval. Un autre facteur à considérer est que le niveau d'eau du fleuve Sénégal baissera, accentuant ainsi le gradient dans le cours inférieur des affluents, d'où une augmentation de l'érosion du chenal et des rives tant qu'un certain équilibre ne sera pas atteint.

Le fleuve Sénégal entre Bakel et Boghé

Le fleuve Sénégal ne recevant aucun affluent important entre Bakel et Boghé, par conséquent les problèmes mentionnés ci-dessus ne se poseront pas dans ce tronçon du fleuve. Lors des années à crues moyennes et inférieures à la moyenne, la régularisation du débit réduira la force tractrice du chenal du fleuve Sénégal diminuant ainsi l'érosion et le sapement des berges. Par contre, le dépôt de sédiments dans le chenal et son ensablement augmenteront au fur et à mesure que le fleuve Sénégal ne pourra plus évacuer les sédiments venant de l'amont, des ses berges et de ses petits affluents. Lors des années à crues supérieures à la moyenne, l'augmentation du débit et des niveaux d'eau provoquera une plus forte érosion, qui entraînera les sédiments accumulés pendant les années à plus faible crue; ce qui aura pour conséquence d'endommager gravement les berges du fleuve.

Le fleuve Sénégal entre Boghé et Diama

L'effet du barrage de Diama se fera ressentir à partir de Boghé. Avant la construction du barrage de Manantali, la diminution de la vitesse des débits dans la retenue de Diama provoquera un dépôt de sédiments, surtout au début de la période de crue. Pendant la seconde moitié de l'onde de crue, seuls quelques sédiments déposés précédemment seront évacués par le courant qui traversera le réservoir. De ce fait, le réservoir de Diama sera graduellement rempli par les sédiments. Seul le chenal principal ne sera pas obstrué, grâce à l'évacuation annuelle des sédiments par la crue.

Après la construction du réservoir de Manantali, les débits d'entrée dans le réservoir de Diama seront régularisés et mieux répartis sur l'année. Sauf en cas de très forte crue, l'évacuation annuelle des sédiments sous l'effet des courants sera réduite. On peut donc considérer que la régularisation des débits depuis Manantali accélèrera la sédimentation dans le réservoir de Diama, malgré les quantités moindres de matériaux qui y pénétreront.

Le Fleuve Sénégal entre Diama et St.-Louis

Peu de changements sont prévus dans les processus de sédimentation et d'érosion entre Diama et St.-Louis. La régularisation du débit par les barrages de Diama et de Manantali diminuera l'érosion et l'affouillement en aval du barrage de Diama car lors de l'ouverture des vannes en saison des pluies, le charriage de fond et la charge en suspension ne seront pas interrompus.

L'estuaire en aval de St.-Louis

La construction du chenal d'entrée à travers la Langue de Barbarie aura deux effets importants sur la sédimentation et l'érosion dans l'estuaire et sur le littoral des deux côtés du chenal; il s'agit de:

- a) La formation d'une lagune permanente dans l'estuaire au sud du chenal d'entrée;
- b) L'accrétion de sable sur le littoral juste au nord des brise-lames et l'érosion du littoral au sud du chenal d'entrée.

Une prévision exacte de l'érosion du littoral et de la sédimentation est impossible par la méthode analytique, étant donné la complexité de ces deux processus. Seule une modélisation hydraulique peut aboutir à une évaluation réaliste de ce qui adviendra et permettra la mise au point de mesures correctives efficaces. L'O.M.V.S. a reconnu l'insuffisance des données sur l'estuaire et envisage une étude plus approfondie, en coopération avec l'Agence Canadienne pour le Développement International, l'objectif visé étant notamment de réviser les plans du chenal d'entrée et du port, et d'en évaluer la faisabilité technique au moyen d'une étude sur modèle hydraulique. L'étude OMVS/ACDI permettra une évaluation définitive des effets sur l'environnement ainsi que l'élaboration des mesures qui s'imposent. Dès l'achèvement de la construction du chenal d'entrée à travers la Langue de Barbarie, l'embouchure actuelle du fleuve Sénégal se fermera et la partie située au sud du chenal d'entrée deviendra une lagune où la circulation de l'eau sera fortement réduite et de ce fait, la lagune sera extrêmement exposée à la pollution par le port de St.-Louis. Le tronçon le plus au sud de la lagune constitue actuellement le Parc National de la Langue de Barbarie qui constitue un important habitat estuarien et marécageux. Si les polluants pétroliers ou chimiques déversés par les bateaux venaient à atteindre cette région, cela mettrait gravement en danger les populations aviaires et ichtycoles qui s'y abritent. A long terme, la construction du chenal d'entrée provoquera le colmatage graduel de la lagune. Les brise-lames destinés à protéger le nouveau chenal de navigation empêcheront le transport du sable par le courant côtier, ce qui provoquera le dépôt de sable au nord et l'érosion du littoral au sud des brise-lames. Selon des estimations

préliminaires, on enregistrera, pendant les premières années, une érosion intensive du littoral (200 mètres cubes par mètre de littoral) sur éventuellement une distance de cinq kilomètres au sud du chenal d'entrée. Dix à vingt ans après la construction des brise-lames, l'érosion s'étendra jusqu'à 20 kilomètres du chenal d'entrée. Il y a donc danger d'érosion totale de la Langue de Barbarie, ce qui favoriserait l'intrusion d'eau de mer dans la lagune.

C.1.2.3. Impacts liés aux travaux de construction

La construction des barrages, des ports et du chenal d'entrée dans le bassin du fleuve Sénégal va fortement perturber le sol et son couvert naturel, aggravant ainsi l'érosion du sol et provoquant une pollution sédimentaire accrue des cours d'eau. Fort heureusement, ces impacts ne se feront ressentir qu'aux alentours immédiats des chantiers et ne dureront pas au-delà de la période des travaux de construction. Les projets de construction cités après dans le bassin du fleuve Sénégal risquent d'avoir des effets négatifs et à court terme sur l'environnement:

- a) Barrages de Manantali et de Diama;
- b) Aménagement de la voie navigable;
- c) Port dans l'estuaire et le chenal d'entrée.

Barrages de Manantali et de Diama

Les travaux de construction des deux barrages altéreront obligatoirement la qualité des eaux, du fait du transport dans la rivière Bafing et dans le fleuve Sénégal de matériaux provenant de l'érosion. L'érosion devrait être plus importante à Manantali qu'à Diama car la pluviométrie y est plus forte et les pentes plus abruptes. Pour les deux sites de construction, la pollution sédimentaire sera surtout imputable à la dérivation du fleuve, à la mise à nu des sols, aux chantiers, à la construction des routes, aux carrières et à l'amoncellement de matériaux excavés. Le degré de pollution dépendra des méthodes de construction, de l'aménagement des chantiers et des mesures prises pour éviter l'érosion.

Chenal de la voie navigable

Pour que la profondeur de la voie navigable dans le fleuve Sénégal puisse atteindre 2 mètres entre Kayes et St.-Louis, il sera nécessaire d'excaver et d'évacuer des volumes considérables de sable et de roche. Les travaux de dragage dans le fleuve auront moins d'impact sur l'environnement, car les matériaux du fond du lit sont exempts de matières polluantes et de produits chimiques et ne sont formés que de particules fines ou de taille moyenne qui se déposeront rapidement après la fin des travaux. Par contre, l'évacuation des matériaux excavés posera des problèmes, mais on peut envisager deux solutions satisfaisantes sur le plan économique: l'évacuation des matériaux dans les Thalwegs ou leur dépôt sur les berges. L'évacuation dans les Thalwegs, c'est-à-dire le déversement des déblais dans les poches profondes du chenal principal peut ne pas être partout réalisable et exige des travaux supplémentaires de dragage de maintenance. L'évacuation sur les berges, mais sans les coûteuses mesures de rétention des boues, serait possible dans presque toute la vallée du fleuve Sénégal. La solution la plus valable pour amoindrir les impacts négatifs sur l'environnement dus à l'évacuation des déblais est de choisir judicieusement les sites de dépôt.

Port de l'estuaire et chenal d'entrée

D'après les plans initiaux d'aménagement de l'estuaire, quelques 3 700 000 mètres cubes de sable et de limon y seront dragués. Environ 1 000 000 de mètres cubes de sable seront déposés sur le site du futur port afin de créer de meilleures conditions pour les fondations. Les travaux de dragage proprement dits ne devraient pas avoir d'effets majeurs sur l'environnement. A signaler un impact négatif sur la faune aquatique mais qui cessera peu après la fin des travaux de dragage et ne sera restreint qu'au lieu de dragage. L'importance des impacts sur l'environnement dus à l'évacuation des déblais de dragage dépendra des

méthodes d'évacuation. Si l'on évacue soigneusement les déchets excavés dans l'océan ou dans la partie sud de l'estuaire, les effets sur la faune aquatique ne seront que mineurs et à court terme. Et si le remblayage du site de construction du port est bien fait, l'environnement de l'estuaire ne subira aucun dégât important.

C.1.3. Méthodes correctives

C.1.3.1. Régularisation des débits

La régularisation des débits est partie intégrante du programme de développement de l'O.M.V.S. Un des principaux problèmes sera dû à l'augmentation des débits de pointe dans la moyenne vallée, pendant les années de crues fortes après qu'une grande partie de la plaine d'inondation aura été aménagée. Bien que dans un proche avenir il ne soit prévu que les niveaux d'eau augmentent de façon appréciable, ce point doit être pris en considération lors de la planification des périmètres qui seront situés dans la plaine d'inondation du fleuve Sénégal. Il faudra ensuite veiller à ce que les trajets suivis par les eaux d'écoulement à travers la plaine d'inondation ne soient pas obstrués ou bouleversés. L'un des aspects essentiels à considérer, au niveau de la planification et du choix de l'emplacement des périmètres irrigués est de respecter le réseau d'écoulement naturel dans la plaine d'inondation.

Il est recommandé que l'O.M.V.S. participe à l'aménagement des périmètres irrigués afin qu'il soit tenu compte des aspects hydrauliques lors de la planification et du choix de l'emplacement de ces périmètres. Afin d'accomplir cette tâche, l'O.M.V.S. est encouragée à continuer à vérifier sur le modèle SOGREAH l'impact des futures périmètres irrigués sur les débits et les niveaux de l'eau. La simulation à l'aide de ce modèle permettra d'identifier avant la construction les impacts préjudiciables et d'évaluer les solutions de rechange.

C.1.3.2. Modification des profils de sédimentation et d'érosion

Aucune mesure corrective n'est encore proposée car la modification prévue du processus de sédimentation et d'érosion ne devrait pas avoir d'impact négatif immédiat sur l'environnement humain ni affecter les terres agricoles. Cependant, un système de contrôle de l'érosion à travers toute la vallée du fleuve est vivement recommandé. Les dégâts les plus importants provoqués par chaque crue annuelle, pourraient être identifiés et portés à la connaissance des autorités, sans coût supplémentaire par l'équipe de maintenance de la Direction de la Voie Navigable dont la responsabilité est de vérifier chaque année l'état du chenal de navigation. Les observations de l'équipe devront être transmises à l'O.M.V.S. sous forme de rapport annuel. D'après ces rapports, l'O.M.V.S. pourra identifier les problèmes d'érosion au fur et à mesure de leur apparition, et, si nécessaire, prendre les mesures correctives appropriées.

Les mesures de lutte contre l'érosion du littoral sur la Langue de Barbarie dépendront de l'étendue des problèmes qui seront identifiés dans le cadre de l'étude prévue sur l'estuaire et ses installations portuaires. Il est recommandé que l'O.M.V.S. engage cette étude dès que possible.

C.1.3.3. Mesures correctives liées à la construction

L'O.M.V.S. devrait veiller à ce que les mesures de lutte contre l'érosion soient incluses dans les contrats de construction et qu'elles soient mises en application pendant toute la durée des travaux.

Barrages de Manantali et de Diama

Il est recommandé que l'O.M.V.S. applique les trois mesures ci-après pour minimiser l'érosion due aux travaux de construction du réservoir:

- a) Inclure dans le document d'appel d'offres des dispositions pour l'application de mesures détaillées de lutte contre la pollution sédimentaire et l'érosion, en tant que partie intégrante des travaux de construction.
- b) Adopter comme l'un des critères de sélection de l'entrepreneur, le respect des mesures de lutte contre l'érosion et la pollution sédimentaire;
- c) Exiger des ingénieurs supervisant les travaux qu'ils s'assurent que les mesures prévues sont appliquées pendant toute la période de construction.

Port de l'Estuaire et Chenal d'Entrée

Aucun plan n'a encore été mis au point pour l'évacuation de plusieurs millions de mètres cubes de sable et de limons qui seront excavés. Il est donc recommandé que l'O.M.V.S. établisse pour l'estuaire un plan directeur pour l'évacuation des déchets de dragage. L'application de ce plan devrait être stipulée dans les termes de référence de l'étude prévue sur le port et l'estuaire et l'O.M.V.S. devrait prendre toutes dispositions pour que l'entrepreneur en respecte les modalités pendant la durée des travaux de dragage et d'évacuation des déchets.

Le Chenal de la voie Navigable

Les impacts négatifs sur l'environnement dûs au dragage dans le fleuve Sénégal peuvent être atténués par l'utilisation de dragues mécaniques et l'application de méthodes de dragage adéquates. L'O.M.V.S. devra s'assurer que l'entrepreneur sélectionné applique des méthodes de dragage satisfaisantes qui devront être précisées dans l'appel d'offres et contrôlées strictement au cours de la construction. La mesure la plus importante sera l'identification d'un site d'évacuation des déchets de dragage excavés du fleuve Sénégal, qui soit sans danger pour l'environnement.

Il incombera à l'O.M.V.S. et à l'entreprise chargée des travaux de dragage de désigner le site de décharge le plus approprié. Le choix du site sera basé sur les observations faites sur le terrain et sur les directives présentées dans le rapport partiel sur le fleuve et son estuaire.

(Voir Tableau C.1-7., pour les impacts sur l'environnement et mesures destinées à amortir les impacts négatifs dûs à la réalisation des projets de développement dans le bassin du fleuve Sénégal).

Tableau C.1-7.

Impacts sur l'environnement et mesures destinées à amortir les impacts négatifs
dûs à la réalisation des Projets de développement dans le bassin du Fleuve Sénégal

Le Fleuve et son Estuaire

| Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effet de l'impact | Mesures correctives |
|--|--|---|--|
| Construction du barrage de Manantali | Erosion et pollution sédimentaire dans le Bafing en aval du barrage. | Léger à important, négatif à court terme, dépend des mesures correctives entreprises. | Préparation et mise en application de mesures de lutte contre l'érosion et la pollution. |
| Construction du barrage de Diama | Erosion et pollution sédimentaire dans le fleuve Sénégal en aval du barrage. | Comme ci-dessus. | Comme ci-dessus. |
| Construction du port de Saint-Louis et du chenal d'entrée à travers la Langue de Barbarie. | | | |
| . Opérations de dragage | Langue de turbidité et destruction du fond du chenal aux alentours des sites de dragage. | Léger, négatif, à court terme. | Emploi de "bonnes techniques" de dragage ; préparation et mise en application d'un plan directeur pour la décharge des déchets de dragage dans l'estuaire. |
| . décharge des déchets de dragage dans l'océan ou dans l'estuaire sud. | Langue de turbidité et destruction du fond du chenal aux sites de décharge. | Moderé, négatif, à court terme. | |
| . dragage de maintenance | Langue de turbidité et destruction du fond du chenal aux sites de décharge. | Léger, négatif, à court terme. | Comme ci-dessus. |
| Construction du chenal de navigation fluviale. | | | |
| . Dragage et dératage et dragage de maintenance | Langue de turbidité et destruction du fond du chenal aux sites de dragage. | Léger, négatif, à court terme. | Emploi de "bonnes techniques" de dragage. |

Tableau C.1-7 (Suite)

Impacts sur l'environnement et mesures destinées à amortir les impacts négatifs
dûs à la réalisation des projets de développement dans le bassin du Fleuve Sénégal

Le Fleuve et son Estuaire

| Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effet de l'impact | Mesures correctives |
|--|--|---|---|
| Décharge des déchets de dragage | Recouvrement des berges avec les déchets, pollution sédimentaire du fleuve Sénégal et destruction du fond du chenal. | Modéré, négatif, à court terme. | Sélection de sites et de méthodes de décharge appropriés (talweg ou berges) |
| Construction de ports fluviaux. | Erosion et pollution sédimentaire. | Léger, négatif, à court terme. | Supervision des activités de construction. |
| Mise en service des réservoirs et aménagement de la plaine d'inondation. | Inondations de terres : Réservoirs de Manantali et de Diama, Lac de Guiers, Aftout es Sanel, et Lac R'Kiz. | Important, à long terme, irréversible et significatif surtout en saison sèche. | Aucune. |
| | Modification des débits et du schéma d'inondation | Important, à long terme, varie selon l'importance de la crue annuelle et les modalités d'exploitation du réservoir de Manantali. | Aucune. |
| | Augmentation du niveau d'eau entre Bakel et Podor suite à la construction des périmètres. | Potentiellement important selon la mise en application des mesures correctives, à long terme, se manifeste périodiquement lors des années à forte crue. | Eviter toute obstruction des chenaux d'irrigation. |
| Mise en service des réservoirs et modification des débits du fleuve. | Changement dans le schéma de sédimentation et d'érosion. | | |
| | Exhaussement des niveaux du lit lors des crues moyennes et inférieures à la moyenne. | Modéré, négatif, à long terme | |
| | Stabilité croissante des berges | Léger, positif, à long terme | Surveillance des variations de la sédimentation et de l'érosion. |
| | Instabilité du chenal aux alentours de la zone d'influence des affluents. | Modéré, négatif, à long terme. | |
| Aménagement du chenal de navigation et augmentation des débits d'éclage. | Stabilisation du chenal de navigation. | Modéré, positif, à long terme | Entretien et amélioration du chenal. |

Tableau C.1-7 (Suite)

Impacts sur l'environnement et mesures destinées à amortir les impacts négatifs
dûs à la réalisation des projets de développement dans le bassin du fleuve Sénégal

Le Fleuve et son Estuaire

| Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effet de l'impact | Mesures correctives |
|---|--|--|---|
| | Augmentation des débits d'étiage. | Exceptionnel pour les aménagements agricoles, positif et à long terme en saison sèche. | Aucune. |
| Aménagement du chenal d'entrée à travers la Langue de Barbarie. | Création d'une lagune dans l'estuaire sud. | | |
| | . Diminution du mouvement de l'eau, ce qui augmente le potentiel de pollution. | Modéré à important, négatif, l'effet à long terme n'est pas connu, à déterminer par une modélisation de l'estuaire. | Réalisation d'études sur l'estuaire et le port. Prévention de la pollution causée par Saint-Louis et par le port. |
| | . Sédimentation de la lagune | Modéré, à long terme, l'importance de la sédimentation n'est pas connue, sera à déterminer par une modélisation de l'estuaire. | Réalisation d'études sur l'estuaire et le port. |
| | Erosion du littoral au sud du chenal d'entrée. | Potentiellement important, négatif, l'effet à long terme de l'érosion sera à déterminer par une modélisation de l'estuaire. | Réalisation d'études sur l'estuaire et le port. Evaluation grâce à une modélisation hydraulique des mesures correctives potentielles et du plan du chenal d'entrée. |

Note : La modification des débits du fleuve, du champ d'inondation et de la sédimentation peut avoir des effets positifs et négatifs sur la population et sur les ressources naturelles du bassin.

C.2. Eaux souterraines

C.2.1. Ressources en eaux souterraines

Au total il existe dans le bassin du fleuve Sénégal neuf formations géologiques avec nappes d'eau souterraines. Pour six d'entre elles, l'eau n'est présente que dans les zones de rupture des roches ou dans des poches de sable et d'argile; on peut citer notamment la formation gréseuse cambrienne qui entoure le site du réservoir de Manantali et qui renferme de telles poches d'eau. Les trois autres formations aquifères contiennent d'abondantes réserves hydriques utilisables; leur recharge étant surtout assurée depuis le fleuve Sénégal, ce sont elles qui seront le plus affectées par les aménagements projetés; elles ont les caractéristiques ci-après:

TABLEAU C.2-1

Formations Aquifères Principales

| Nom de l'aquifère et situation géographique (Pays) | Superficie totale parallèle à la surface terrestre (km ²) | Profondeur type des puits (m.) | Rendement Potentiel des puits (m ³ d'eau par jour) |
|--|---|--------------------------------|---|
| Formation alluvionnaire du fleuve Sénégal. | | | |
| Mauritanie | 1 500 | 2 à 15 | jusqu'à 1 100 |
| Sénégal | 4 500 | 2 à 15 | |
| Terminal Continental (sable/grès) | | | |
| Mauritanie | 54 000 | aucune donnée | jusqu'à 2 200 |
| Sénégal | 110 000 | disponible | |
| Sables maestrichtien | | | |
| Sénégal | 150 000 | 50 à 500 | jusqu'à 6 000 |

On ignore quel volume d'eau souterraine est utilisé actuellement dans le bassin ou le sera à l'avenir. Les formations aquifères situées en aval de Podor pourraient être affectées par l'intrusion de l'eau de mer dans le lit du fleuve. Il est estimé que la grande partie des eaux salées souterraines dans la région est due aux dépôts de sel dans les environs. Par contre il n'existe pas de données sur la qualité de l'eau des formations aquifères situées en aval de Bakel.

Une étude effectuée en 1977/78 au titre de l'évaluation de l'environnement, et ayant porté sur 40 puits, a abouti aux conclusions suivantes:

- a) l'eau de certains puits avait des concentrations de substances polluantes supérieures aux normes fixées par l'O.M.V.S. pour l'eau de boisson. La contamination de l'eau de puits est plus fréquente en saison sèche et est particulièrement importante dans le delta.
- b) les causes des contaminations excessives ne pourront être décelées qu'en procédant à une étude plus approfondie.
- c) la contamination de certains puits est favorisée par leurs normes de construction et leur mauvais entretien.
- d) les concentrations salines de l'eau des puits du delta ont augmenté entre décembre 1977 et juin 1978 par suite de la remontée de la langue salée dans le lit du fleuve.

C.2.2. Prévision des impacts dus aux futurs aménagements

L'impact que le future barrage de Diama aura sur les eaux souterraines sera double: d'une part, la création de la retenue augmentera, en saison sèche, la hauteur d'eau sur les terres inondées, de

même que leur superficie, d'où une plus forte recharge des nappes aquifères dans la zone voisine du barrage; d'autre part, le blocage de la remontée saline en amont de Diama empêchera l'infiltration d'eau salée dans les nappes aquifères du delta. Il en résultera une amélioration de la qualité de l'eau des puits jusqu'à une distance de trois à cinq kilomètres de part et d'autre du fleuve.

Le barrage prévu à Manantali modifiera les volumes d'eau d'infiltration aussi bien dans la zone du réservoir qu'en aval de Bakel. L'inondation permanente par le lac artificiel de plusieurs centaines de kilomètres carrés y augmentera les disponibilités en eau souterraine.

Le bilan hydrique des aquifères dont la recharge provient d'infiltrations des eaux de la crue annuelle dans la plaine d'inondation, sera modifié sous l'effet de la régularisation des débits du fleuve qui altérera le schéma d'inondation dans la vallée. En effet, la durée de l'inondation sera réduite durant les années à crues d'amplitude inférieure à la moyenne tandis que le maintien d'une crue artificielle augmentera légèrement les superficies inondées. Le bilan net des impacts des futurs aménagements se traduira par une réduction globale des infiltrations dans la plaine d'inondation et donc de la recharge des aquifères sous-jacents. Si l'on considère le niveau d'utilisation actuelle des eaux souterraines du bassin fluvial on peut raisonnablement supposer que la diminution de leur recharge n'aura pas de répercussions notables sur ces utilisations, et il conviendrait simplement de creuser davantage les puits trop peu profonds. Toutefois en ce qui concerne les aquifères superficiels, cette réduction de la recharge pourrait imposer certaines limites à leur exploitation à grande échelle.

Selon les prévisions, il y aura altération de la qualité des eaux souterraines du fait des aménagements hydro-agricoles, municipaux et industriels et de la construction d'un chenal d'entrée au sud de St.-Louis. L'emploi de pesticides et d'engrais sur les périmètres irrigués risque de provoquer une augmentation des concentrations d'éléments chimiques dans les eaux souterraines proches et ce, même à une distance de plusieurs mètres des terres irriguées.

Dans le delta, dont les nappes aquifères sont peu profondes et aux eaux salines, la pratique de l'irrigation pourrait entraîner une salinisation de surface du fait de la remontée capillaire de l'eau souterraine, et des sels qu'elle contient. Le chenal d'entrée projeté au sud de St.-Louis en travers de la langue de Barbarie. augmentera certainement, en saison sèche, la salinité du fleuve en aval de Diama; cette éventualité est d'ailleurs confirmée par les résultats de la modélisation mathématique présentés dans la section de ce rapport consacrée à l'étude de la qualité des eaux. Cela entraînera une hausse des concentrations salines des eaux souterraines sur une distance de 3 à 5 km de part et d'autre du fleuve en aval du barrage de Diama. Néanmoins cet impact négatif n'aura que des conséquences limitées, car seule une faible partie des nappes aquifères sont relativement proches de la surface terrestre, les futurs aménagements municipaux et industriels risquent de provoquer une contamination des eaux souterraines, mais localisée aux aires de décharge des ordures et des déchets industriels. Ces aires étant de superficie réduite, on considère que cet impact sera peu important, bien que ce type de contamination puisse rendre l'eau impropre à la consommation humaine.

C.2.3. Mesures correctives proposées

Le moyen de lutte le plus économique contre l'altération des eaux souterraines consiste à prendre des mesures préventives, et notamment à organiser des programmes de lutte contre la pollution de l'eau avec contrôle de l'environnement, ainsi que la prévention de toute altération évitable de l'eau souterraine, et la mise au point d'actions de substitution lorsqu'un impact négatif s'avère trop important.

Les trois principaux problèmes liés aux impacts négatifs qui pourraient se manifester au niveau de l'utilisation par l'homme des eaux souterraines, concernent:

- a) le niveau des nappes aquifères
- b) la contamination des eaux souterraines
- c) la salinisation des sols.

Il est recommandé une étude hydrogéologique du bassin afin de déterminer par modélisation les effets de l'opération des barrages sur la recharge des formations aquifères, et la possibilité d'utiliser les eaux souterraines comme appui pour l'irrigation et dans les aménagements municipaux.

La mise en application d'un programme de contrôle à long terme des caractéristiques des puits et de la qualité de leur eau, ainsi que du niveau de l'eau dans les puits et dans les nappes aquifères permettrait de recueillir des données utiles sur les ressources hydriques souterraines et sur l'importance de leur altération au fur et à mesure de la réalisation des futurs aménagements.

Au niveau de la planification des futures utilisations des eaux souterraines, il importera d'envisager:

- a) des méthodes d'exploitation et de maintenance des puits existants qui soient susceptibles d'empêcher leur contamination.
- b) la modification éventuelle du programme des lâchures d'eau depuis le barrage de Manantali afin d'augmenter la superficie du champ d'inondation et par conséquent la recharge des nappes aquifères. Cette mesure ne devra toutefois être considérée sérieusement que si l'on constate une chute brutale du niveau de l'eau souterraine ce qui risquerait d'en gêner le pompage. Il sera évidemment nécessaire de procéder au préalable à une étude de factibilité technique et économique.

- c) la mise au point de systèmes de lutte contre la pollution en précisant les paramètres de détermination de la contamination de l'eau des puits et des nappes aquifères. Des normes relatives à la décharge de déchets sur des terrains recouvrant des nappes aquifères importantes devraient être formulées. Il est recommandé de procéder à des contrôles réguliers de la qualité de l'eau souterraine afin de détecter au plus vite toute altération éventuelle.
- d) un choix judicieux de l'emplacement des futurs puits, et des normes de construction et de maintenance qui limiteraient les risques de contamination.
- e) un choix judicieux de l'emplacement des sources possibles de contamination (latrines, lagunes de décharge, zones agricoles, terrains de décharge des déchets solides) et des normes de construction, d'utilisation et de maintenance qui limiteraient les risques de contamination des nappes souterraines.
- f) de considérer la profondeur de la surface des nappes souterraines comme critère important dans le choix de l'emplacement des futurs périmètres hydro-agricoles et éventuellement de créer un réseau de drainage souterrain.
- g) l'implantation des périmètres irrigués à l'écart des zones où une nappe souterraine saline est proche de la surface terrestre ou créer un réseau de drainage artificiel.
- h) des méthodes de stockage, de manutention et d'application des pesticides et des engrais susceptibles de limiter les altérations de la qualité de l'eau souterraine.

(Voir Tableau C.2-2, pour les impacts sur l'environnement et mesures destinées à amortir les impacts négatifs dûs à la réalisation des projets de développement dans le Bassin du Fleuve Sénégal).

Tableau C. 2-2
 Impacts sur l'environnement et mesures destinées à amortir les impacts négatifs
 dus à la réalisation des projets de développement dans le Bassin du Fleuve Sénégal

Eaux Souterraines

| Elément | Facteur d'impact | Description de l'impact | Effet de l'impact | Mesures correctives |
|---|---|---|--|--|
| Barrage de Diama. | Création de la retenue d'eau de Diama. | Augmentation de l'infiltration d'eau non salée dans le sol. Il n'y aura plus d'intrusion d'eau salée en amont du barrage. | Léger, positif, à long terme et permanent. Léger, positif et à long terme. | |
| Barrage de Manantali. | Création de la retenue d'eau de Manantali. | Inondation permanente derrière le barrage, augmentant l'infiltration. | Modéré, positif à long terme et permanent. | |
| Barrage de Manantali et aménagements Agricoles. | Régularisation du débit et aménagement des périmètres. | Changements des taux d'infiltration dans la plaine d'inondation et de la réalimentation des aquifères. | Modéré, négatif, à long terme. | Contrôle des niveaux des nappes phréatiques de la plaine d'inondation. Si nécessaire, inonder artificiellement la plaine d'inondation lors des crues de forte amplitude afin d'empêcher une baisse considérable de la nappe phréatique. |
| Aménagements Agricoles. | Utilisation de pesticides et d'engrais. | Contamination des eaux souterraines | Négatif, à long terme ; son ampleur dépend de l'application des mesures correctives. | Procédés adéquats de manutention, stockage et utilisation de pesticides et engrais. Contrôle de la qualité des eaux souterraines. |
| | Irrigation de régions ayant une nappe phréatique très saline. | Augmentation du niveau des eaux souterraines entraînant une saturation des sols, et une salinité accrue des sols à cause de la montée capillaire. | Négatif, à long terme, dépend de l'application des mesures correctives. | En ce qui concerne le drainage artificiel souterrain, tenir compte de la proximité de la nappe phréatique par rapport aux périmètres. Contrôle de la qualité des eaux souterraines. |
| Navigation | Chenal d'entrée à travers la Langue de Barbarie. | Augmentation de l'intrusion d'eau salée en aval du barrage de Diama. | Léger, négatif, à long terme, limité à la saison sèche. | Contrôle de la qualité des eaux souterraines. |
| Aménagements Municipaux et Industriels | Décharge des déchets à terre. | Contamination des eaux souterraines. | Négatif, à long terme ; son ampleur dépend de l'application des mesures correctives. | Considérer la proximité de la nappe phréatique par rapport aux lieux de décharge des déchets. Contrôle de la qualité des eaux souterraines. |
| Tous les éléments | Développement des barrages, des périmètres et des zones municipales/industrielles | Changements de la recharge et de l'utilisation des eaux souterraines | Modéré, négatif, à long terme et permanent | Etude hydrogéologique |

C.3. Climatologie

C.3.1. Conditions climatiques actuelles

Le climat dans le bassin du fleuve SÉNÉGAL est en grande partie déterminé par le régime des vents. De mai à octobre, les vents dominants sont ceux qui soufflent du sud et du sud-ouest; ils sont chargés d'humidité. Pendant le restant de l'année ce sont les vents en provenance des régions arides situées au nord-est du bassin, qui prédominent. C'est toutefois le déplacement limité du FIT (Front Inter-Tropical) en direction nord qui explique l'abondance relative des précipitations en hivernage dans la partie sud du bassin, où la pluviométrie est nettement plus élevée que dans la partie Nord. En effet la hauteur des pluies, réparties entre mai et octobre, est de 1500 à 2000 millimètres dans la partie du bassin située dans le massif guinéen du Fouta Djallon et de 300 mm seulement en moyenne dans la région Podor-Rosso. Le mois d'août est le mois le plus pluvieux.

L'analyse des données pluviométriques enregistrées au cours d'une période de 30 à 60 années révèle les particularités suivantes:

- a) plus la moyenne annuelle des précipitations est faible, plus l'écart par rapport à la pluviométrie moyenne de référence est fort.
- b) les probabilités de précipitations inférieures à la moyenne annuelle de référence sont plus grandes que les probabilités de précipitations supérieures à cette moyenne.

Par conséquent, dans le bassin du fleuve SÉNÉGAL les années de sécheresse sont plus nombreuses que les années à bilan pluviométrique supérieur à la moyenne, ce qui provoque la croissance des terres deséchées.

Les données sur l'évaporation ont été enregistrées au cours d'une période de 14 années. Elles indiquent des taux moyens d'évaporation de 1600 à 1800 mm par an et, comparativement aux fortes fluctuations de la pluviométrie, elles révèlent peu de variations inter-mensuelles et inter-annuelles, ce qui s'explique par les valeurs relativement constantes des radiations solaires et de la température au cours des 12 mois de l'année. Les taux d'humidité varient d'un jour à l'autre et de la saison sèche à la saison des pluies, sous l'effet de changements dans le régime des vents et des radiations solaires.

On peut observer des changements micro-climatiques dus à des particularités topographiques ou à la présence proche d'un plan d'eau. Dans le haut bassin, le climat est influencé par un relief accusé (ce qui n'est pas le cas dans la vallée et le delta); il peut en résulter des modifications dans la direction des vents. De son côté, l'Océan Atlantique modifie le régime des vents dans le delta, mais ce phénomène n'a que peu ou pas d'incidence sur la pluviosité locale.

C.3.2. Impacts des futurs aménagements

En ce qui concerne les nouvelles utilisations des terres, le programme de développement ne devrait pas modifier sensiblement le climat du bassin fluvial. L'augmentation des superficies inondées ou celle des superficies irriguées des périmètres agricoles, de même que les futures zones urbanisées ne représenteront, en l'an 2028, que moins de deux pour-cent de la superficie totale des terres du bassin. Quant à l'augmentation de l'évaporation, elle ne devrait pas accroître notablement les volumes d'eau dans l'atmosphère.

C.3.3. Mesures visant à amortir les impacts

Il n'est proposé aucune mesure pour amortir les impacts d'ordre atmosphérique puisqu'il est impossible de déterminer les impacts microclimatiques avant la mise en place des aménagements, il est recommandé de maintenir, sous la responsabilité des divers services météorologiques des états-membres de l'O.M.V.S., les stations d'enregistrement des données climatiques, car elles sont nécessaires à une meilleure connaissance des variations climatiques inter-mensuelles et interannuelles. Cette recommandation figure d'ailleurs au plan d'action proposé dans la partie du rapport relative à la climatologie; il est également recommandé l'installation de lysimètres en certaines zones agricoles, afin de contrôler périodiquement les besoins en eau des cultures.

C.4. Qualité des Eaux

L'étude sur la qualité des eaux effectuée dans le cadre de l'évaluation des impacts sur l'environnement, a consisté en une analyse des informations déjà disponibles et en la collecte de nouvelles données au cours de la saison sèche 1977/78. Les conclusions sur les paramètres historiques de qualité des eaux ont été vérifiées à l'aide de simulations mathématiques de la salinité de l'eau de l'estuaire en saison sèche et des concentrations d'oxygène dissous dans l'eau du fleuve entre Kayes et Richard Toll.

C.4.1. Situation actuelle

Actuellement, les facteurs de pollution des eaux de surface du bassin du fleuve Sénégal sont maîtrisés par des phénomènes naturels. Les activités de l'homme n'ont qu'un impact à peine perceptible sur la qualité des eaux. Les variations des débits du fleuve d'une saison à l'autre se traduisent également par des variations qualitatives des eaux, qui se répercutent sur la vie aquatique et qui parfois affectent l'utilisation des eaux par les animaux terrestres et par l'homme.

En saison des pluies, l'eau du bassin versant, s'écoule dans le Bafing, le Bakoye et la Falémé. Ce sont ces trois rivières, situées dans le haut bassin, qui assurent l'essentiel des apports au fleuve Sénégal. Les eaux de ruissellement entraînent avec elles des substances nutritives, des matières organiques et des minéraux, dans le principe sous forme dissoute qu'elles déversent dans les cours d'eau. En période de débits forts, il y a brassage suffisant de l'eau du fleuve, dont les concentrations d'oxygène sont relativement bien réparties sur toute la hauteur d'eau; la reoxygénation de l'eau est alors en grande partie assurée depuis l'atmosphère. A la fin de la saison des pluies, en novembre, mois qui coïncide également avec la fin de la période des crues, on observe le début du retrait des eaux de l'estuaire.

Après l'inondation des plaines, ces matières nutritives, ainsi que celles provenant des sources terrestres, existeront sous forme de planctons et contribueront à la formation des plantes aquatiques. En saison sèche, ces plantes dépériront et contribueront à la croissance des plantes terrestres lorsque les eaux de crues se retirent.

En saison sèche, les écoulements dans le fleuve proviennent des massifs montagneux de Guinée où les précipitations s'étalent sur toute l'année, et des nappes souterraines. Les débits de saison sèche représentent de un à trois pour-cent des débits enregistrés pendant une crue d'amplitude moyenne; il en résulte une forte diminution de la vitesse d'écoulement, et par conséquent de la turbidité de l'eau.

Au fur et à mesure que les conditions deviennent nettement plus lacustres et que la pénétration de la lumière augmente, la production primaire par les algues joue un rôle de plus en plus important dans la réoxygénation de la colonne d'eau. L'apparition d'une stratification thermique provoque une diminution, en profondeur, du brassage de l'eau et de ses concentrations d'oxygène.

En décembre les niveaux d'étiage dans le delta diminuent suffisamment pour permettre la pénétration de l'eau de mer, très saline, riche en minéraux et en substances nutritives. La distance de pénétration de cette langue salée varie d'une année à l'autre, en fonction des débits d'étiage de novembre à juin. Les taux de salinité sont plus élevés dans les eaux plus denses du fond du lit du fleuve. L'intrusion saline peut, certaines années, se manifester en amont jusqu'à hauteur du marigot Doué, près de Podor. Les concentrations de substances nutritives et de minéraux résultant de la pénétration depuis l'estuaire de l'eau de mer sont plus élevées en saison sèche car en saison de crues, l'eau douce prédomine dans l'estuaire.

Il est estimé que la source principale de matières nutritives dans le delta pendant la saison sèche est brassage des eaux de mer près de la côte.

Le lac de Guiers est réalimenté en eau du fleuve Sénégal à travers le canal du Taouey qui part de Richard Toll, et dont les vannes sont ouvertes dès que les eaux de crue ont repoussé la langue salée en aval de Richard Toll; l'eau douce peut alors s'écouler dans le lac. Les vannes sont à nouveau fermées lors de la remontée suivante de la langue salée en période d'étiage. Ces conditions de recharge font que la superficie du lac de Guiers est variable d'une année à l'autre et peut passer de 140 km² à 300 km² environ. Grâce aux vents qui soufflent à longueur d'année et à l'action des vagues, l'eau de ce lac peu profond est toujours parfaitement brassé. Lorsqu'on y observe une stratification thermique, il s'agit toujours d'un phénomène diurne dû au réchauffement superficiel des eaux turbides. Les sédiments, les substances nutritives et les minéraux présents dans le lac proviennent du ruissellement local, des écoulements depuis le bassin versant, qui forment l'essentiel des apports au fleuve, et du sol périodiquement inondé par le lac. Sous l'effet de l'évaporation, surtout en saison sèche, on note une concentration de substances nutritives, de minéraux et de sels dissous, présents dans l'eau du lac. Ensuite, la recharge par les crues annuelles réduit les taux de salinité, qui deviennent négligeables.

Pour le lac R'Kiz, la recharge en eau de surface depuis le fleuve n'a lieu qu'à une fréquence d'une année sur dix. On suppose que son eau présente les mêmes caractéristiques que celles du lac de Guiers, étant donné que sa recharge est assurée par le ruissellement des eaux de pluie et que le sol et la topographie de ces deux lacs sont très comparables.

C.4.2. Changements prévisibles

La réalisation du programme de l'O.M.V.S. et la croissance démographique qui en résultera dans le bassin du fleuve Sénégal, modifieront quelque peu la qualité des eaux de surface, sans qu'il soit possible d'indiquer globalement s'il s'agira d'impacts positifs ou négatifs, car ces impacts devront être considérés en fonction de leur incidence au niveau des différentes composantes de l'environnement (agriculture, flore et faune aquatique, aménagements municipaux et industriels, etc...); par conséquent les modifications mentionnées ci-dessus sont à considérer non comme des impacts, mais beaucoup plus comme des éléments devant contribuer aux impacts sur l'environnement dus aux projets de mise en valeur des différentes ressources.

Les variations possibles de la qualité des eaux devraient être peu prononcées. La plus importante résultera de la construction du barrage de Diama qui aura pour fonction, en saison sèche d'empêcher la remontée en amont de l'eau de mer entre Diama et le marigot Doué. Les propriétés chimiques de l'eau du fleuve seront assez sensiblement modifiées, de même que la composition de sa flore et de sa faune aquatiques car l'eau y sera douce en permanence.

Dans le bas delta, la qualité de l'eau sera fortement affectée par la construction du barrage de Diama et du chenal d'entrée dans la langue de Barbarie; l'effet le plus notable sera un changement du taux de salinité. Il ressort des résultats de la modélisation que si le barrage de Diama n'est pas construit, le débit de 100 m³/sec. obtenu à Diama grâce à la régularisation depuis le barrage de Manantali n'empêchera pas la remontée de l'eau de mer jusqu'à la région de Dagana.

Comme cela se produit avec tous les barrages, celui de Diama favorisera une certaine sédimentation à l'intérieur du réservoir, notamment en fin de période des crues. Toutefois l'essentiel des particules solides des substances nutritives et des minéraux transportées par les eaux ne feront que traverser le réservoir lors des crues annuelles et en seront évacuées avant de pouvoir se déposer au fond.

Le lac de Guiers continuera à bénéficier d'apports en substances nutritives, matières organiques, minéraux et sédiments, transportés par les eaux de crue. La recharge du lac pendant une partie de la saison sèche sera possible après la construction du barrage de Diama. La recharge du lac de R'Kiz et de l'Aftout-es-Sahel sera plus fréquente qu'à l'heure actuelle. Du fait de la salinité des sols, les concentrations de sels dans l'Aftout-es-Sahel atteindront des niveaux élevés, surtout pendant les premières années de la mise en eau.

Dans le réservoir de Manantali on observera pendant une grande partie de l'année une stratification thermique et une réduction du brassage vertical de l'eau. Il en résultera une diminution, en profondeur, des taux d'oxygène. Dans les couches hypolimniales les plus basses, devrait se développer un milieu anoxique, ce qui augmentera fortement les taux d'acid sulfhydrique, accélérera le processus de dissolution le long de la colonne d'eau des substances nutritives provenant des boues de fond et, pendant quelques années, celui de la décomposition des matières végétales de la zone d'inondation. L'écoulement des eaux hypolimniales en aval du barrage risque, sur une distance de 7 km, de provoquer la destruction des populations ichtycoles sous l'action de l'acide sulfhydrique. Les concentrations plus élevées de substances nutritives pourraient, (même à une distance plus en aval) favoriser le développement des plantes aquatiques et des algues. De décembre à janvier, sous l'effet d'un refroidissement atmosphérique de la surface de l'eau, une thermoconvection dans le réservoir pourrait se produire, d'où un brassage complet de la colonne d'eau et une redistribution, dans la masse d'eau, de l'acid sulfhydrique et des substances nutritives, notamment dans les eaux de surface, où des impacts analogues sont prévisibles. Cette redistribution en surface des substances nutritives constitue un impact bénéfique car elle augmentera la production primaire, et par conséquent la production ichtycole.

La modelisation effectuée pour les besoins de cette étude prévoit une modification de la qualité de l'eau du fleuve Sénégal entre Manantali et Diama. Au cours des prochaines cinquante années, avec l'augmentation des déversements de déchets municipaux et industriels, les taux d'oxygène dissous devraient se maintenir au moins à 6 mgr/litre, même en période d'étiage. Les résidus d'engrais et de pesticides utilisés sur les périmètres irrigués, de même que les minéraux de sol devraient être présents en faible quantités dans les eaux restituées au fleuve, sous réserve que les eaux de drainage ne soient pas déversées directement dans le fleuve, et que l'emploi des pesticides et des engrais soit étroitement contrôlé.

Les futurs aménagements portuaires et la navigation sur le fleuve altéreront la qualité de l'eau. Outre la modification de la salinité de l'eau dans l'estuaire après la construction du chenal d'entrées, le déversement par les bateaux et les chalands de leurs huiles usées et de leurs déchets et la remontée en surface, par suite des travaux de dragages, de sédiments, de substances nutritives, de minéraux et de matières organiques déposés sur le fond du lit du fleuve, entraîneront certaines modifications de la qualité de l'eau de l'estuaire.

Parmi les modifications de durée limitée, de la qualité de l'eau, dues à la construction des barrages et à l'aménagement des périmètres irrigués, on peut citer l'augmentation des volumes de sédiments dans les eaux de ruissellement du bassin versant vers le Bafing et le fleuve Sénégal en saison des pluies.

Le changement sera beaucoup plus perceptible dans la région de Manantali, où les eaux de ruissellement ne contiennent actuellement que peu de sédiments qu'au site de Diama ou dans la plaine d'inondation.

Les futurs changements de qualité des eaux seront en partie fonction des mesures qui seront adoptées pour atténuer les impacts négatifs des divers projets d'aménagement analysés dans les différentes sections de ce rapport. Ces changements ne pouvant être considérés, comme favorables ou défavorables tant que leur impact ne s'exerce pas sur une partie bien déterminée de l'environnement, il est impossible de proposer des mesures correctives ou un plan d'action. Par contre il est proposé l'élaboration d'un programme de contrôle en vue d'une quantification des changements qui interviendront dans l'environnement par suite de la réalisation des aménagements. Ce programme devrait notamment inclure un contrôle de la qualité des eaux de surface comme moyen de détection de toute modification de cette qualité avant qu'elle ne devienne plus ou moins préjudiciable pour l'environnement.

(Voir Tableau C.4-1, pour les modifications dans la qualité des eaux dues aux projets de développement dans le bassin du fleuve Sénégal).

Tableau C.4-1

Modifications dans la qualité des eaux dûes aux projets de développement dans le bassin du Fleuve Sénégal

| Élément | Facteur à l'origine du changement | Description du changement | Effets du changement | Modification globale de la qualité des eaux. |
|-----------------------------------|--|---|---|--|
| Barrage de Diama | Création du barrage et du réservoir de Diama. | Empêcher l'intrusion saline, minérale et de matières nutritives venant de l'océan vers les régions en amont de Diama. | Remarquable, à long terme pendant la saison sèche. | |
| | | Dépôt au fond du réservoir de sédiments et des minéraux, matières nutritives et organiques associés. | Léger, à long terme et permanent. | |
| | Travaux de construction | Ecoulement accru de sédiments et de matières associées vers le fleuve Sénégal. | Léger à modéré, à court terme, limité à la période des crues ¹ . | Léger |
| Barrage de Diama et de Manantali. | Décharges plus fréquentes vers le Lac de Guiers et les autres dépressions. | Dilution des sédiments, des minéraux et des matières nutritives dans les dépressions. | Léger et à long terme, limité à la saison sèche. | |
| Barrage de Diama et Navigation | Création du barrage de Diama et du chenal d'entrée de l'océan vers l'estuaire. | Altération du gradient de salinité et de la concentration de minéraux et de matières nutritives en aval du barrage de Diama. | Modéré, à long terme, limité à la saison sèche. | à |
| Barrage de Manantali. | Création de la retenue d'eau de Manantali. | Stratification thermique de la masse d'eau à certaines périodes de l'année. Dépôt de sédiments et de matières associées au fond du réservoir. | Modéré et léger (respectivement), à long terme et permanent. | Modéré ¹ |
| | | Inondation de la végétation terrestre | Léger, à court terme (de 2 à 5 ans) et permanent. | |
| | Lâchures de l'eau du réservoir. | Baisse des concentrations d'oxygène dissous et augmentation des concentrations de minéraux dissous sur une distance d'au moins 7 km en aval du barrage. | Modéré et à long terme ² . | |
| | Travaux de construction | Ecoulement accru de sédiments et de matières associées vers le fleuve Sénégal. | Léger à modéré, à court terme, limité à la période des crues ¹ . | |

¹ dépend du taux d'application des mesures correctives mentionnées dans d'autres sections de cette étude.

² Le problème se pose pendant les périodes de lâchure d'eau quand le réservoir est thermiquement stratifié.

Tableau C.4-1 (Suite)

Modifications dans la qualité des Eaux dues aux projets de développement dans le bassin du Fleuve Sénégal

| Elément | Facteur à l'origine du changement | Description du changement | Effets du changement | Modification globale de la qualité des eaux. |
|--|---|---|--|--|
| Barrage de Manantali et Aménagements Municipaux et Industriels | Lâchures d'eau depuis Manantali conjointement avec le déversement de déchets dans le fleuve Sénégal. | Modification des quantités de matières organiques, de déchets industriels et des concentrations d'oxygène dissous dans le fleuve. | Léger, à long terme et permanent. Dépend du futur réseau d'égoûts en remplacement des latrines. | |
| Barrage de Manantali et Aménagements Agricoles. | Lâchures d'eau depuis Manantali conjointement à l'aménagement des périmètres agricoles. | Modification dans le fleuve Sénégal des concentrations de sédiments et de matières associées. | Léger, à long terme, limité à la période de crues. | Léger |
| Aménagements Agricoles. | Utilisation d'engrais et de pesticides en même temps que déversement des eaux de drainage agricole dans le fleuve Sénégal. | Augmentation des concentrations de matières nutritives et de pesticides atteignant le fleuve, et minéraux lessivés des sols cultivés. | Léger à modéré, à long terme et permanent si l'eau de drainage est versée dans le fleuve. | à |
| Navigation | Déversements volontaires et accidentels d'huiles et d'ordures depuis les ports, les bateaux et les chalands dans le fleuve Sénégal. | Augmentations périodiques et imprévisibles des concentrations d'huiles et de matières organiques dans le fleuve. | Léger, à long terme et permanent ¹ . | |
| | Décharge de déchets de dragage sur les terres. | Nouvelle suspension des minéraux et matières nutritives soulevées du fond du fleuve. | Léger, à long terme et permanent ; sera perceptible pendant et immédiatement après les travaux de dragage. | Modéré ¹ |

¹ dépend du taux d'application des mesures correctives mentionnées dans d'autres sections de cette étude.² Le problème se pose pendant les périodes de lâchure d'eau quand le réservoir est thermiquement stratifié.

C.5. Aménagements agricoles

C.5.1. Conditions actuelles

L'économie du Sénégal, du Mali et de la Mauritanie repose fortement sur l'agriculture. Actuellement, la production agricole est très aléatoire à cause de l'incertitude de la pluviométrie et des crues du fleuve. Mais même pendant les années à bonne pluviométrie et crues d'amplitude satisfaisante, les états membres doivent importer des produits alimentaires. Afin de réduire ces importations, qui servent à combler le déficit de production de l'agriculture de décrue et pluviale, ces états s'efforcent de développer les potentialités des cultures irriguées dans le bassin du fleuve Sénégal.

Le bassin du fleuve est une vaste région sous-développée mais offrant d'énormes possibilités d'amélioration de l'utilisation de l'eau. Dans sa grande majorité, sa population de 1 200 000 habitants se compose d'agriculteurs qui dépendent des crues du fleuve pour leurs cultures de décrue (céréales et légumes) et des pluies pour leurs cultures de mil, de sorgho et de légumes. Ils utilisent peu d'intrants agricoles, tels les engrais, car ils hésitent à se lancer dans des investissements supplémentaires à cause du profil incertain de la pluviométrie de ces dernières années. Par conséquent, les rendements et la production globale sont faibles, maintenant l'agriculture à un niveau de subsistance.

On assiste actuellement dans cette région à une conversion des cultures sèches et de décrue en cultures irriguées dans des périmètres en cours d'aménagement par les états-membres de l'O.M.V.S., avec l'assistance d'organismes bilatéraux ou internationaux. La superficie déjà sous irrigation représente quelques 11 000 hectares, surtout consacrés à la culture de riz et de canne à sucre. L'exécution des projets de développement permettra aux trois états-membres d'accélérer le rythme d'aménagement des périmètres irrigués et d'améliorer la quantité et la qualité de la production alimentaire.

La salinité des eaux souterraines et la condition des sols dans le delta ont gêné le développement des cultures irriguées. Des programmes de recherche sur les rizières à Richard Toll, Kassak et M'Pourie n'ont pas trouvés de solution à ce problème.

L'O.M.V.S., aidé par le PNUD, a préparé des programmes de développement agricole à long terme qui permettront, dans les prochaines 50 années, d'irriguer pendant toute l'année quelques 255 000 hectares le long du fleuve Sénégal, dont 185 000 hectares seront au Sénégal, 62 000 en Mauritanie et 8 000 au Mali.

Le Gouvernement sénégalais a désigné la SAED comme étant l'agence nationale de développement chargée d'exécuter et d'administrer tous les projets agricoles sénégalais associés à l'O.M.V.S. L'homologue de la SAED au Mali est l'OPI et en Mauritanie la SONADER.

L'élevage, bien qu'encore à un niveau de subsistance est une importante activité dans le bassin du fleuve. Il sera possible dans les futurs périmètres d'avoir recours à la recherche appliquée pour améliorer cette spéculation et l'intégrer dans l'agriculture irriguée.

La seule faculté de médecine vétérinaire d'Afrique de l'Ouest francophone se trouve à Dakar. Il existe des écoles, disséminées dans les trois pays, qui ont pour vocation la formation d'infirmiers vétérinaires et d'assistants techniques. La Direction de l'Elevage et des Industries Animales, au Sénégal, et des services similaires au Mali et en Mauritanie, sont responsables de la santé animale et de l'élevage. D'octobre à juin, s'effectue la vaccination des troupeaux dans les parcs à bétail et les corrals. Les vaccins proviennent principalement de Dakar-Hann et du Laboratoire Vétérinaire Central de Bamako. Chez les bovins femelles le taux d'avortement est d'environ 9% par an. Les survivants entrent en compétition avec l'homme pour la consommation de lait. Le taux de survie des génisses est plus élevé que celui des taurillons, car elles représentent une valeur économique supérieure et par conséquent les éleveurs leur donne de plus grandes rations de lait.

La parasitose chez les veaux et les risques d'avortement chez les vaches sont aggravés par la sous-alimentation qui rend les animaux plus vulnérables. Dans le haut bassin du fleuve, la mortalité due aux attaques des troupeaux par les prédateurs pose également un problème.

La fièvre aphteuse constitue un frein important à l'exportation des bovins du bassin du fleuve Sénégal vers les autres continents. Cette maladie, enrayée dans presque toute l'Afrique de l'Ouest vers la fin des années 1960, et bien contrôlée au Mali et au Sénégal, connaît une recrudescence en Mauritanie.

C.5.2. Les impacts sur l'environnement

C.5.2.1. Le barrage de Diama

Impacts positifs - La construction du barrage de Diama aura de nombreux effets très positifs sur l'agriculture, ces effets se feront ressentir immédiatement de même qu'à long terme, et de façon durable. Il s'agit de:

- a) La suppression de l'intrusion maritime en amont du barrage de Diama;
- b) La constitution d'une réserve d'eau douce suffisamment importante pour permettre le développement de l'agriculture irriguée dans le delta et dans la partie inférieure de la moyenne vallée du bassin du fleuve Sénégal avec une double culture annuelle. Si le réservoir de Diama est exploité à la côte 1 m 50 IGN, 65 800 hectares des régions mentionnées ci-dessus pourraient être irrigués; et à la côte 2 m 50 IGN, il serait possible d'irriguer 98 000 hectares pendant les années à crue faible.

- c) La réalimentation en eau du Lac de Guiers, de l'Aftout-es-Sahel et du lac de R'Kiz, permettant ainsi de mieux utiliser ces dépressions pour l'irrigation.

Impacts négatifs - Certains facteurs menacent les projets actuels et futurs de développement agricole situés le long du fleuve Sénégal dans la région du delta:

- a) La nappe phréatique s'y trouve à faible profondeur et à une forte teneur en sel;
- b) Les sols du delta sont salins-sodiques;
- c) Le manque de relief rend le drainage naturel des eaux difficile en plusieurs endroits.

Lorsque la construction du barrage de Diama et de sa retenue sera achevée, l'irrigation annuelle permanente contribuera à l'élévation de la surface de la nappe phréatique, ce qui pourrait saturer les sols. Il est également possible que des sels s'accumulent dans la zone racinaire à cause de la remontée capillaire de l'eau souterraine saline. Ces facteurs pourraient être préjudiciables au riz et à d'autres cultures et la production agricole en souffrirait.

C.5.2.2. Le barrage de Manantali

Impacts positifs - Un des objectifs principaux de la construction du barrage de Manantali et de son réservoir est la fourniture permanente d'eau pour l'irrigation de 255 000 hectares de terres situées au Mali, en Mauritanie et au Sénégal. L'aménagement de ces terres débutera en 1979 et s'étalera sur 50 années.

Un autre impact positif mais de durée limitée sera la lâchure saisonnière et pendant 15 années d'une crue artificielle la première crue artificielle aura lieu une année après la fin de la construction du barrage. Elle permettra d'inonder 100 000 hectares en culture de décrue et d'alimenter les périmètres irrigués existants, ce qui facilitera le passage graduel de l'agriculture traditionnelle à l'agriculture irriguée intensive.

Impacts négatifs - L'augmentation des débits d'étiage du fleuve Sénégal, depuis la retenue de Manantali, aura un impact négatif permanent car 5 000 hectares environ de terres de décrue du falo - de part et d'autre du fleuve - ne seront plus jamais inondées.

C.5.2.3 Le développement agricole

L'aménagement des périmètres irrigués dans le bassin du fleuve Sénégal aura un impact positif important sur l'environnement, surtout dans le domaine agricole. Le passage de l'agriculture traditionnelle à l'agriculture intensive intégrée et à plusieurs récoltes par an aura les effets bénéfiques ci-après, qui seront ressentis toute l'année:

- a) Au fur et à mesure que l'aménagement des terres s'accroîtra, les possibilités d'emplois dans l'agriculture et dans les activités parallèles, augmenteront;
- b) L'amélioration de l'économie agricole qui stimulera et contribuera à l'économie nationale;
- c) L'augmentation des revenus qui élèveront le niveau de vie des agriculteurs du bassin du fleuve Sénégal;
- d) L'augmentation et l'amélioration qualitative de la production alimentaire nationale.

Les 255 000 hectares de terres du bassin du fleuve destinés à être convertis en périmètres irrigués sont actuellement utilisés de la manière suivante:

- a) 67 000 hectares de terres de walo pour l'agriculture de décrue de novembre à mars;
- b) 179 000 hectares de pâturages;
- c) 9 000 hectares pour la production du charbon de bois.

Pour l'évaluation de tous les bénéfices qui découleront du changement d'utilisation des terres, il a fallu procéder à une estimation des rendements et de la valeur des terres non aménagées, puis à titre de comparaison, à la quantification des rendements et de la valeur des terres des périmètres aménagés aux différents stades d'aménagement au cours des prochaines 50 années si l'on compare les projections relatives à la valeur d'utilisation des terres sans et après la réalisation des projets de développement, on constate que le développement intensif de l'agriculture irriguée aura, sans aucun doute, un impact positif d'une ampleur exceptionnelle pour le bassin du fleuve.

Des impacts négatifs surviendront lors de l'aménagement des périmètres irrigués, par suite de la baisse temporaire des revenus des agricultures du fait de la perte des terres de walo. Cet effet négatif pourrait être évité ou atténué si la superficie des terres de diéri cultivées était augmentée et si d'autres terres du walo étaient exploitées afin de maintenir un niveau d'agriculture de subsistance.

Utilisation des produits chimiques à usage agricole: On peut raisonnablement estimer que l'utilisation de produits chimiques à usage agricole augmentera au fur et à mesure de l'extension et de l'intensification de l'agriculture irriguée dans le bassin du fleuve Sénégal.

Une fois cette agriculture largement implantée dans la région, il est possible que des eaux de drainage chargées de résidus d'engrais, de pesticides et/ou d'herbicides pénètrent par percolation dans la nappe souterraine ou se déversent directement dans le fleuve. Les impacts éventuels dépendront d'un certain nombre de facteurs dont:

- a) la vitesse de percolation;
- b) la capacité d'échange des sols;
- c) le taux de recharge des nappes aquifères;
- d) la concentration de contaminants dans l'eau de drainage;
- e) les types de contaminants;
- f) le déversement ou non des eaux de drainage dans le fleuve.

L'estimation des effets négatifs sur l'environnement du bassin du fleuve des produits chimiques à usage agricole n'a pas été faite, les calculs étant d'ailleurs difficiles à réaliser.

L'utilisation d'engrais et de pesticides sous réserve d'un choix et d'une application correctes des produits aura un effet bénéfique car cela entraînera une amélioration quantitative et qualitative des récoltes et diminuera les pertes dues aux maladies, aux insectes nuisibles et aux prédateurs.

Impacts causés par les animaux nuisibles: Une augmentation des populations d'animaux nuisibles aux cultures est possible lorsque l'agriculture irriguée sera pratiquée de façon intensive et que de nouvelles variétés de plantes auront été introduites. Les dégâts aux cultures par les oiseaux, les nématodes et les insectes peuvent se maintenir aux niveaux actuels ou au contraire augmenter, et la prolifération de certains animaux nuisibles peut atteindre des degrés extrêmes comme cela avait été le cas avec les rongeurs après la dernière sécheresse. Il est cependant impossible d'estimer quelle sera l'ampleur de ce problème potentiel.

C.5.2.4. Impacts sur le cheptel

Dans le cadre du programme agricole, il est prévu qu'à l'horizon 2028, quelques 28 250 hectares sur les 255 000 destinés aux cultures irriguées seront consacrés à la production fourragère, dont le rendement global devrait atteindre 572 750 000 unités fourragères (UF) dans le bassin du fleuve. Environ 1 022 UF sont nécessaires chaque année pour nourrir un bovin adulte. D'autres études situent la future production fourragère irriguée entre 260 et 311 millions d'UF/an. Ces fourrages sont destinés à l'engraissement du bétail d'embouche, en particulier les jeunes mâles provenant des parcs d'élevage extensif. Cela laissera plus d'espace pour les femelles en âge de reproduire, entraînant ainsi l'augmentation des effectifs du cheptel destinés à l'élevage sans pour autant atteindre le seuil critique de la capacité d'accueil des pâturages. Ce changement dans la proportion de mâles par rapport aux femelles favorisera le développement de maladies infectieuses au cours du cycle de reproduction et altérera la répartition des âges, augmentant ainsi l'incidence des maladies chroniques. Le fait de regrouper dans des parcs d'embouche des bêtes provenant de plusieurs troupeaux augmentera les risques de transmission des organismes pathogènes.

L'irrigation et l'humidité de sols qu'elle entraîne renforceront la résistance des organismes responsables des bactérioses et parasitoses et fourniront un habitat idéal pour les vecteurs des autres maladies du bétail.

De fortes contraintes seront exercées sur le pastoralisme du fait de la diminution du fourrage disponible en saison sèche, par suite de la conversion des terres de cultures de décrue en périmètres irrigués. Cela peut forcer les troupeaux à s'aventurer sur les terres marginales accentuant ainsi le processus de désertification, à moins que les activités pastorales ne soient intégrées dans un programme global d'utilisation des terres du bassin du fleuve.

L'amélioration de la navigation sur le fleuve Sénégal sera bénéfique au secteur de l'élevage du fait de la baisse des coûts d'approvisionnement, de l'ouverture de nouveaux marchés y compris les possibilités d'exportation, et du fait d'une limitation des pertes de poids des animaux vivants lors du transport vers les marchés, ces pertes de poids étant particulièrement élevées lorsque les troupeaux doivent effectuer le parcours à pieds.

C.5.3. Mesures proposées pour amortir les impacts négatifs

Le développement continu des périmètres irrigués dans la région du delta nécessitera l'établissement d'un système de contrôle des fluctuations du niveau de la nappe phréatique, avant la construction des réseaux de drainage souterrain, lesquels sont recommandés pour les périmètres du delta existants et à aménager.

La factibilité économique des réseaux de drainage semble être suffisamment élevée pour inciter à engager des dépenses, même extra-budgétaires.

C.5.3.1. Le développement agricole

Une plus grande généralisation de la vulgarisation agricole est essentielle pour assurer le succès de l'agriculture irriguée du bassin du fleuve Sénégal. Les services de vulgarisation doivent être renforcés pour aider les agriculteurs à adopter des techniques efficaces de culture et d'entretien des périmètres. Une des préoccupations du vulgarisateur sera d'aider l'agriculteur à utiliser correctement les produits chimiques et les engrais et à contrôler les animaux nuisibles aux cultures.

Utilisation des produits chimiques à usage agricole - Afin d'assurer le succès des projets de développement intensif de l'agriculture irriguée, l'utilisation des engrais pour le maintien et l'amélioration des rendements et celle des pesticides pour protéger les récoltes et empêcher les dégâts sera nécessaire.

Les impacts négatifs sur l'environnement dus aux produits chimiques à usage agricole peuvent être prévenus ou atténués par les mesures suivantes:

- a) la mise en place d'un système continu de contrôle de qualité des eaux du fleuve Sénégal afin d'y déceler les changements;
- b) la formation complète des agriculteurs au choix des produits chimiques, des doses, époque et mode d'application, à la manipulation sans danger et à l'évacuation de ces produits. Cette formation sera dispensée par les vulgarisateurs agricoles;
- c) l'instauration de programmes de recherche pour déterminer les meilleurs engrais, les doses et méthodes d'application spécifiques au bassin du fleuve;
- d) le maintien de contacts fréquents avec les organismes de recherche ou ceux qui sont concernés par le développement de programmes sanitaires.
- e) l'instauration de programmes de recherche pour déterminer les espèces animales nuisibles aux cultures, les maladies et les problèmes de prédateurs dans le bassin du fleuve, afin de choisir les méthodes de lutte appropriées.

Lutte contre les ennemis des cultures - Il a été démontré qu'à moins d'un contrôle des maladies des cultures et des insectes nuisibles, le rendement des principales cultures (c'est-à-dire, le sorgho, le mil et le maïs) restera marginal. Au fur et à mesure du passage de l'agriculture traditionnelle à l'agriculture irriguée intensive, une lutte chimique appropriée contre ces maladies et insectes nuisibles est indispensable pour que l'agriculture du bassin du fleuve Sénégal puisse réaliser ses potentialités.

Des programmes phyto-sanitaires ont été entrepris ces dernières années dans quelques pays sahéliens, mais aucun des ces programmes n'existe dans le bassin du fleuve Sénégal. Le projet de protection des cultures alimentaires du Sahel (SF CPP), financé par l'U.S.AID, installe des services phyto-sanitaires dans les états-membres de l'O.M.V.S.

Avec l'expansion et le renforcement de ces programmes, les cultivateurs feront de plus en plus appel aux services phyto-sanitaires. La formation adéquate des vulgarisateurs serait un atout considérable pour la lutte contre les ennemis des cultures et pour aider les agriculteurs à choisir et à appliquer judicieusement les pesticides.

Les nématodes - La lutte contre les nématodes nécessite des données spécifiques. Avant de pouvoir prendre la décision de traiter une région, des analyses de sol en laboratoire sont nécessaires afin d'identifier les nématodes spécifiques à la région et de déterminer la densité de leurs populations.

Les oiseaux - La lutte contre les oiseaux nuisibles est déjà une tâche difficile dans le bassin du fleuve Sénégal. Ce sont les enfants qui sont chargés d'empêcher les oiseaux de s'attaquer aux cultures mais cette méthode est souvent inefficace.

Il est conseillé une étude approfondie sur le contrôle de Passer luteus qui se sert de plantations de canne à sucre comme habitat.

Les méthodes de lutte les plus courantes contre Quelea quelea (l'un des oiseaux nuisibles du bassin du fleuve) consistent à leur destruction aux explosifs ou la pulvérisation d'insecticides sur leurs lieux de rassemblement ou de nidification.

La recherche actuelle est orientée vers la mise au point d'un répulsif qui permettrait de lutter contre les oiseaux prédateurs et qui serait inoffensif pour les oiseaux non nuisibles.

Les rongeurs - Certains moyens de lutte contre les rongeurs, peuvent être appliqués directement par les agriculteurs: desherbage des digues, des canaux d'irrigation et des berges des dépressions, enlèvement des résidus de récolte, ce qui contribue à réduire l'habitat des rongeurs.

La lutte chimique peut également être entreprise par les agriculteurs. Il s'agit notamment de déposer des appâts empoisonnés contenant un anticoagulant, dans et autour des champs. Cette méthode peut être très efficace si elle est appliquée correctement. Il incombera aux vulgarisateurs de faire des démonstrations sur l'utilisation de la manipulation des produits chimiques.

Programme de recherche continue - Il est recommandé un programme de recherche dans les périmètres irrigués afin de trouver des solutions du problème de salinité dans le delta, de classer les sols, et de déterminer la variété de cultures adaptées aux conditions de cette région.

C.5.3.2. Elevage

Dans le cadre du programme de développement de l'élevage dans le bassin du fleuve Sénégal, la création d'un service de vulgarisation serait particulièrement importante pour pouvoir informer les communautés villageoises des nouvelles techniques et sur les problèmes liés aux changements prévus dans les schémas de cultures et dans le système économique. Les nouveaux modes d'agriculture permettront d'alimenter le bétail en fourrages frais (pâturages) pendant la saison des pluies et en fourrage sec (naturel ou cultivé en irrigué) pendant la contre-saison.

En plus des avantages pour le bétail, ce système atténuerait la pression exercée en saison sèche sur les terres de pâture, relentissant ainsi le processus de désertification provoqué par le surpâturage. Par ailleurs cela réduira la vulnérabilité du bétail aux maladies et les risques d'avortement.

D'autres aspects importants sont l'amélioration en particulier des espèces résistantes à la sécheresse, le développement du petit élevage (volailles, lapins et cobayes) dont la reproduction est rapide.

Des programmes à long terme sont nécessaires pour réactiver l'usine de fabrication de lait en poudre, à St.-Louis, pour entreprendre la construction d'usines de traitement des sous-produits animaux et de conserves de viande à proximité des grands abattoirs, et surtout pour l'intégration de l'élevage dans le programme global d'utilisation des terres du bassin du fleuve.

Les problèmes sanitaires étant probables lors de la réalisation de projets de développement, les services de santé animale devraient être renforcés en mettant l'accent sur la prévention plutôt que le contrôle, et en lançant des programmes tels que l'amélioration de l'alimentation et de l'abreuvement du bétail, l'intensification de l'embouche, la formation des éleveurs. Le contrôle sanitaire bio-écologique devrait être favorisé.

(Voir Tableau C.5-1, pour les impacts sur l'environnement dûs au programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à atténuer les impacts négatifs).

Tableau C.5-1

Impacts sur l'environnement et mesures destinées à amortir les impacts négatifs
dûs à la réalisation des projets de développement dans le bassin du Fleuve Sénégal

Aménagements Agricoles

| Eléments | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effet de l'impact | Mesures correctives |
|------------------------|---|---|--|---|
| Barrage de Diama | Création de la retenue d'eau de Diama. | Fin de l'intrusion d'eau salée ; double culture annuelle. Réalimentation des dépressions du Lac de Guiers, de l'Aftout es Sahel et du Lac R'Kiz. Irrigation de 65 800 hectares à la côte d'exploitation de 1,50 mètre, de 98 000 hectares à la côte d'exploitation de 2,50 mètres dans la retenue de Diama. | Exceptionnel, positif, à long terme et permanent. | |
| Aménagements Agricoles | Augmentation de l'irrigation dans le Delta | Elévation de la nappe phréatique ce qui pourrait aboutir à la saturation du sol. Augmentation de la salinité du sol et diminution de la production agricole sur une zone de 1 à 2 kilomètres adjacente à la retenue de Diama. | Mineur à important*, négatif, à long terme et permanent. Mineur à important*, négatif, à long terme et permanent. | Mise en place de puits d'observation et de piézomètres pour étudier les fluctuations de la nappe phréatique en vue de la création d'un système de contrôle de l'eau souterraine. Installation dans les périmètres de canalisations de drainage souterrain en plastique. |
| | Développement de l'irrigation dans le Bassin du Fleuve Sénégal. | Création d'emplois et amélioration de l'économie agricole ce qui stimulera l'économie nationale, accroîtra les revenus et le niveau de vie des agriculteurs, et améliorera les ressources alimentaires de la nation. | Exceptionnel, positif, à long terme et permanent si les mesures correctives sont appliquées. | Utilisation des services de vulgarisation agricole pour toute assistance technique liée à l'agriculture irriguée. |

* Selon l'application des mesures correctives.

Tableau C.5-1 (Suite)

Impacts sur l'environnement et mesures destinées à amortir les impacts négatifs
dûs à la réalisation des projets de développement dans le bassin du fleuve Sénégal

Aménagements Agricoles

| Eléments | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effet de l'impact | Mesures correctives |
|--------------------------------------|--|--|---|--|
| Aménagements Agricoles (suite) | Produits chimiques à usage agricole. | L'utilisation d'engrais augmentera et maintiendra la productivité. | Modéré, positif*, à court terme et permanent. | Procédés adéquats de stockage, manutention et utilisation des pesticides et des engrais sous la surveillance d'agents de vul- garisation afin d'éviter la pollution de l'environnement. |
| | Insectes, nématodes, oiseaux et rongeurs. | L'utilisation des pesticides contrôle- ra les insectes nuisibles et les pré- dateurs et maintiendra la productivité. | Perte de production agricole à cause des prédateurs. | Modéré à important* Lutte contre les prédateurs et les maladies. terme et saisonnier. |
| | Période de transi- tion entre l'agri- culture tradition- nelle et l'agriculture irri- guée. | Perte temporaire de revenus pour les agriculteurs cultivant les terres du val. | Modéré*, négatif, à court terme, sai- sonnier. | Procurer d'autres terres agri- coles pendant la période de transition. |

* Selon l'application des méthodes d'atténuation.

Tableau C.5-1 (Suite)

Impacts sur l'environnement dûe au programme de mise en valeur du bassin
du fleuve Sénégal et mesures destinées à atténuer les impacts négatifs

Aménagements Agricoles

| Elément du programme | Facteur d'impact | Description de l'impact | Effets de l'impact ¹ | Mesures correctives |
|---|--|--|---------------------------------|---|
| | Agriculture irriguée | D'ici 2028, 38 250 hectares de périmètres irrigués produiront des fourrages. | Positif. | Création d'un service de vulgarisation pour les besoins de la gestion. Intégration des périmètres d dans le plan global d'occupation des sols. |
| | Agriculture irriguée | Altération de la répartition des sexes favorisant les femelles en élevage extensif. Engraissement des jeunes mâles dans des parcs d'embouche avec le fourrage cultivé, accroîtra le nombre d'animaux pour la reproduction en élevage extensif. Cela favorisera l'augmentation des maladies liées à la reproduction et à l'âge parmi les animaux d'élevage. | Positif/Négatif. | Création de programmes d'éducation et de vulgarisation. Améliorer l'alimentation du cheptel pour augmenter leur résistance aux maladies. Création d'un programme de prévention des maladies. Utilisation de moyens écologiques et naturels pour éliminer la transmission d'agents pathogènes. |
| | Agriculture irriguée | Augmentation de la transmission des maladies dans les parcs d'embouche. | Négatif. | Service de vulgarisation comprenant l'éducation, la prévention et le contrôle des maladies. |
| | Agriculture irriguée | Amélioration de l'habitat des vecteurs de maladies à cause de l'augmentation de l'humidité du sol dans les périmètres irrigués. | Négatif. | Intégration de l'élevage dans le plan-directeur global d'occupation des sols. |
| | Agriculture irriguée | Conflits accrus entre l'élevage et l'agriculture irriguée à cause de la compétition pour les terres de pâturage. | Négatif. | Intégration de l'élevage dans le plan-directeur global d'occupation des sols. |
| Barrage de Manantali Aménagements Agricoles. | Création de la retenue d'eau de Manantali. | Lâchure d'une crue artificielle pour l'agriculture de décrue pendant la période de transition. Inondation permanente de 5 000 hectares de terres de décrue le long des berges | | Exceptionnel, positif, à court terme, saisonnier. Léger, négatif, à long terme et permanent. |
| Navigation | Amélioration du transport. | Abaissement du coût de l'approvisionnement. Création de nouveaux marchés dont certains à l'exportation. Moins de pertes de poids lors du transport vers les marchés. | Positif. | Institutionnalisation et gestion adéquates de la navigation pour assurer son utilisation optimale. |

C.6. Navigation

C.6.1. Situation actuelle

Actuellement, la navigation sur le fleuve Sénégal est très limitée. L'amélioration de la voie navigable entre St.-Louis et Kayes est l'un des objectifs du programme de l'O.M.V.S. Parmi les réalisations envisagées figurent la construction d'un chenal d'entrée en travers de la Langue de Barbarie au sud de St.-Louis, ainsi que d'une écluse au barrage de Diama, la création d'un chenal navigable permanent entre Kayes et Podor et la construction d'installations portuaires à St.-Louis, Dagana, Rosso, Richard-Toll, Podor, Boghé, Kaédi, Matam, Bakel, Ambidédi et Kayes.

C.6.2. Impacts des aménagements prévus

L'accroissement de la navigation aura un impact profond sur l'environnement du bassin du fleuve Sénégal. Les travaux de construction et de maintenance des ports, du chenal d'entrée et de la voie navigable, et l'augmentation des débits d'étiage entraîneront des modifications physiques des écoulements dans le fleuve ainsi que de ses profils de sédimentation et d'érosion. En outre, l'intensification de la navigation augmentera la pollution par les navires et les installations portuaires; il s'agira plus particulièrement des éléments ci-après:

- a) Huiles et produits pétroliers
- b) Eaux d'égout et eaux usées
- c) Ordures et déchets solides
- d) Fumée
- e) Bruit
- f) Produits dangereux, notamment les produits chimiques agricoles, tels que les pesticides et les engrais.

Parmi ces polluants, les huiles représentent le plus grand danger pour l'environnement; elles pourraient être déversées dans l'eau:

- a) avec le lest, les eaux de cale et les eaux usées, provenant des citernes;
- b) à la suite d'accidents ou de collisions entraînant la rupture des citernes contenant des produits pétroliers;
- c) au cours du transbordement;
- d) en cas de déversements accidentels provenant des installations à terre pour le stockage du pétrole.

L'impact sur l'environnement des polluants autres que les produits pétroliers sera de moindre importance, même en l'absence de toute mesure corrective. Par exemple, selon les estimations, la consommation biologique d'oxygène par les eaux usées et les eaux d'égouts déversées par les navires n'excédera pas 40 kgs/jour. Comparativement à la capacité d'assimilation du fleuve Sénégal et aux apports de déchets provenant d'autres sources, les concentrations de déchet engendrées par la navigation seront négligeables. Néanmoins, il est recommandé d'adopter une réglementation en vue de la collecte des eaux d'égout, des eaux résiduaires, des ordures et des déchets solides à bord des navires pour leur évacuation ultérieure à terre.

C.6.3. Mesures correctives proposées

L'importance de la future pollution par les produits pétroliers due à la navigation dans le bassin du fleuve Sénégal dépendra des mesures prises pour éviter leur déversements accidentels ou volontaires. Afin de minimiser ces déversements, il est nécessaire d'adopter et d'appliquer un code de contrôle strict de la pollution. Parmi les dispositions de ce code, les plus importantes concerneront:

- a) l'octroi de certificats de navigabilité et l'inspection périodique de tous les bateaux autorisés à opérer sur le fleuve SÉNÉGAL; cette mesure permettra de s'assurer que leur construction et leur armement sont de nature à limiter les déversements accidentels de pétrole.
- b) la formation et le commissionnement des équipages et du personnel portuaire chargé de la manutention des produits pétroliers.
- c) la réglementation stricte des opérations de déchargement du pétrole.
- d) la prévention des accidents et collisions.
- e) un programme de récupération ou de nettoyage des produits déversés.
- f) l'exploitation correcte des installations portuaires de stockage des produits pétroliers.
- g) l'évacuation et la décharge adéquates des huiles usées.
- h) le barème de sanctions des violations du code de lutte anti-pollution.

Il est recommandé de poursuivre le développement d'un code sur la navigation pour le bassin du fleuve SÉNÉGAL. Ce code devrait comprendre les recommandations qui se trouvent dans cette étude, les normes de l'OMCI (Organisation Mondiale Consultative Inter-gouvernementale) sur le transport des produits dangereux, les recommandations du code de navigation préparé en 1972 par PNUD/OERS (N.H. Naguib) pour le bassin du fleuve SÉNÉGAL, et l'étude sur la navigation du Groupement LDE (1978). Le code de navigation aurait comme but:

- promulgation et application d'un code général de lutte contre la pollution dans le fleuve et l'estuaire, réglementant le déversement de substances polluantes par les bateaux;
- promulgation et application de codes pour la sécurité de la navigation, précisant les normes de construction, et d'armement des navires, et réglementant la navigation fluviale;
- promulgation et application de codes pour le déchargement et le stockage dans les ports, précisant les normes applicables à l'équipement, et à la manipulation des substances dangereuses, principalement le pétrole et les produits toxiques;
- élaboration et application de plans d'urgence visant à circonscrire les fuites de polluants et à récupérer ces matières.

Le Groupement Lackner, Dorsch et Electrowatt (1978) suggère que la future Direction de la Navigation soit chargée, dans le domaine de la navigation, de l'application du code de lutte contre la pollution. Pour notre part, nous proposons que cette Direction soit l'autorité responsable de l'application des textes, en déléguant aux officiers de port ayant les pouvoirs de police sur toute la navigation sur le fleuve Sénégal et son estuaire. Seul un personnel qualifié et expérimenté peut assurer un trafic fluvial efficace et sans danger pour l'environnement. Actuellement, les trois états-membres de l'O.M.V.S. ne disposent pas de personnel en nombre suffisant. Les besoins en programme de formation complète des futurs capitaines, pilotes et marins, ainsi que du personnel portuaire atteignent un seuil critique.

(Voir Tableau C.6-i, pour les impacts sur l'environnement dûs au programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et proposition de mesures correctives).

Tableau C.6-1

Impacts sur l'environnement dus au programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et proposition de mesures correctives

Navigation

| Facteurs d'impact | Impact | Effets de l'impact | Mesures correctives |
|---|--|---|--|
| Déversement d'huiles par les bateaux, les péniches et les installations portuaires. | Pollution du fleuve et de son estuaire par les huiles. | Grave à léger, négatif, à long terme, selon la mise en oeuvre des mesures de lutte. | Formulation et application de mesures de lutte contre les polluants dégagés par l'équipement et les bateaux. |
| Déversement d'eau usées et d'ordures par les bateaux, les péniches et les installations portuaires. | Pollution du fleuve et de l'estuaire. | Léger même sans mesures correctives, négatif et à long terme. | Formulation et application de mesures de contrôle de la décharge des déchets à terre. |
| Accidents de péniches et (ou) collisions provoquant le déversement d'huiles ou autres produits dangereux. | Pollution du fleuve et de l'estuaire. | Potentiellement grave et négatif, fortuit et à court terme. | Mesures de prévention des accidents : . équipement en bon état et respect des normes opératoires, . bonne formation du personnel, . Chenaux de navigation et système de balisage bien entretenus, Retenue et nettoyage des déversements. |

C.7. Aménagements Municipaux et Industriels

C.7.1. Situation actuelle

Dans sa grande majorité, la population actuelle (1,4 million d'habitants) du bassin du fleuve SÉNÉGAL réside en bordure du fleuve ou de ses affluents. Ces cours d'eau assurent l'essentiel de l'alimentation en eau des zones urbaines et rurales.

Dans les villages qui sont trop éloignés du fleuve, on utilise l'eau de pluie accumulée dans des mares ou des puits peu profonds. A cause de l'intrusion d'eau salée dans le fleuve, la plupart des habitants du delta ont creusé des puits. D'autres villageois du delta font venir leur eau par camion pendant la saison sèche, lorsque les puits deviennent salés.

L'état des réseaux d'alimentation des zones urbaines laisse à désirer. Un problème particulièrement préoccupant est celui du traitement de l'eau, qui souffre d'insuffisances tant au niveau de la capacité que des procédés utilisés. Par ailleurs, et à l'exception peut-être de St.-Louis, les réseaux de distribution de l'eau sont insuffisants, ce qui oblige une part importante des habitants des villes à s'approvisionner en eau de puits ou directement en eau du fleuve.

A Richard Toll, de nombreux habitants s'approvisionnent en eau du réseau d'irrigation du complexe sucrier. Au fur et à mesure de l'avancement des travaux d'aménagement des périmètres, il est à craindre que l'eau des réseaux d'irrigation sera de plus en plus utilisée par la population locale, ce qui risque de poser des problèmes d'ordre sanitaire.

Des normes satisfaisantes de salubrité ne peuvent être maintenues qu'en instaurant un système adéquat de collecte, de traitement et de destruction des excréta. Les installations actuellement disponibles dans le bassin sont extrêmement limitées et il n'existe pas de service public responsable du traitement des excréta.

La grande majorité des villes du bassin du fleuve Sénégal sont dépourvues de réseaux d'égouts; les méthodes habituellement utilisées sont la collecte des excréta dans des seaux hygiéniques, les latrines, la défécation sur les terrains vagues.

Le problème du dépôt des ordures ménagères se pose de façon assez aiguë et provoque une forte dégradation de l'environnement. De plus les ordures abritent une forte population de vermines et autres vecteurs des maladies endémiques de la région.

A l'heure actuelle, l'évacuation des ordures hors des quartiers habités est trop peu fréquente. De plus les décharges sont trop souvent proches des lieux d'habitation. Ce problème ira s'aggravant au fur et à mesure de l'accroissement démographique dans le bassin fluvial.

Les unités industrielles sont encore en nombre limité. On peut citer les entreprises ci-après:

Tableau C.7-1

Industries Actuelles

| | |
|---|--|
| . Cimenterie | à Diamou, Mali |
| . Abattoir | à Kayes, Mali |
| . Deux usines de décorticage des arachides | à Kayes, Mali et à Sadiola, Mali |
| . Deux conserveries de tomates | à Savoigne, Sénégal et à Ross Bethio, Sénégal |
| . Deux usines de décorticage du riz | à Richard Toll, Sénégal et à Ross Bethio, Sénégal |
| . Une raffinerie de sucre | à Richard Toll, Sénégal |
| . Une fabrique de chaux vive | à Richard Toll, Sénégal |
| . Une usine de tubes en plastique | à Richard Toll, Sénégal |
| . Un Centre de réfrigération des produits de la pêche | à St.-Louis, Sénégal |
| . Un abattoir industriel | à St.-Louis, Sénégal |

Il existe également plusieurs petits abattoirs villageois; ceux qui sont situés en bordure du fleuve y déversent leurs déchets liquides, tandis que les déchets solides sont déposés à terre.

C.7.2 Impacts du Programme de l'O.M.V.S.

L'intensification de l'agriculture provoquera la création de nombreuses agro-industries. De même, l'amélioration des conditions économiques favorisera le développement des autres secteurs industriels.

Les aménagements municipaux et industriels prévus dans le bassin fluvial nécessiteront la création de nouvelles infrastructures (adductions d'eau, réseaux d'égouts, destruction des ordures municipales, traitement des excréta) afin d'éviter tout impact préjudiciable à l'environnement.

Actuellement en saison sèche, le fleuve a parfois des débits presque nuls, et l'on observe dans le cours supérieur une succession d'assecs et de petites mares dont la qualité de l'eau est fortement altérée car la population s'y baigne et y fait la lessive.

Après la construction des barrages de Manantali et Diama, qui aura pour effet d'augmenter les débits d'étiage, la qualité de l'eau du fleuve en amont de Diama sera améliorée, ce qui sera bénéfique pour les populations riveraines.

La réduction du champ annuel d'inondation aura pour effet de limiter les risques de contamination des puits situés dans cette zone. Bien que les crues du fleuve soient maintenues à l'avenir, il est fort probable que les impacts favorables (limitation de la contamination des puits) seront assez notables si l'on peut limiter la contamination due à la croissance de la population.

La régularisation des débits (atténuation des crues) depuis le barrage de Manantali et la construction des endiguements des périmètres irrigués affecteront la recharge des nappes souterraines. Quant aux puits villageois, leur recharge, très localisée, est en relation directe avec la durée de la période des crues. Le programme de l'O.M.V.S. réduira certainement le temps d'inondation des berges. Certains puits risquent d'être moins réalimentés et même d'être à sec. La population sera contrainte soit de creuser davantage les puits existants, soit d'en creuser de nouveaux.

Chaque année, l'onde de crue repousse les eaux de l'estuaire vers la mer. Les vannes de Dakar-Bango sont alors maintenues ouvertes pour permettre la recharge des marigots de Djeuss et Lampsar, puis sont fermées dès que commence la décrue; la retenue des marigots est ainsi stockée et sert à alimenter la ville de St.-Louis. La construction

des barrages de Manantali et de Diama modifiera le régime du fleuve dans le delta, ce qui risque d'avoir un impact au niveau des réseaux d'alimentation en eau. C'est ainsi qu'en année de crue très faible, après l'entrée en fonction du barrage de Manantali, l'eau saline de l'estuaire pourrait ne pas être repoussée en totalité vers l'océan, ce qui empêchera la recharge en eau douce dans les marigots de Lampsar et Djeuss, et gênera l'approvisionnement en eau de la ville de St.-Louis.

La croissance démographique prévue, surtout sous l'effet du programme de l'O.M.V.S., exigera une extension de toutes les infrastructures du réseau pour éviter qu'une importante partie de la population ne soit pas desservie par le réseau urbain, et que l'eau distribuée ne soit d'une qualité inférieure.

Les études sur la qualité des eaux concluent que l'eau du fleuve ne sera pas réellement altérée par le déversement des déchets municipaux et industriels. Néanmoins un traitement de l'eau sera nécessaire pour la rendre potable; or dans les zones rurales il n'existe pas d'installation des traitements et par conséquent les impacts négatifs du développement y seront plus perceptibles qu'en zones urbaines.

Les volumes de déchets domestiques augmenteront considérablement du fait de l'accroissement prévu des populations ce qui posera de façon plus pressante le problème de la destruction ou du traitement de ces déchets. Le véritable problème est donc l'évacuation des déchets urbains hors des zones habitées; ce point mérite d'être approfondi afin d'être résolu en priorité. A moins de l'implantation d'un programme approprié de traitement de ces déchets, de nombreux avantages du programme de l'O.M.V.S. dans le domaine de la qualité de la vie seront amoindris. Si on laisse les déchets solides s'accumuler au voisinage des habitations il y aura dégradation marquée de l'environnement et apparition de problèmes de santé. L'évacuation de ces déchets est par conséquent importante et devrait être envisagée de façon satisfaisante. La présence de certaines substances toxiques est possible, et si l'on se

base sur les caractéristiques des déchets industriels ces substances peuvent avoir un impact négatif certain. Il est donc indispensable de prévoir un strict contrôle des eaux usées industrielles pour garantir la santé et le bien-être des populations et assurer la sauvegarde de l'environnement du bassin du fleuve Sénégal.

L'expansion industrielle augmentera les sources de pollution de l'air. Néanmoins, si l'on considère les industries actuelles et futures à macro-échelle, les impacts négatifs au cours des 50 prochaines années devrait être minime. A micro-échelle, cependant, des impacts négatifs sont possibles si l'on se réfère aux conclusions de l'analyse effectuée sur un échantillonnage composé de quelques industries.

En outre, en plus d'émissions de polluants bien spécifiques, des impacts négatifs peuvent être causés par les fluorures, les hydrocarbures, les bioxydes sulfureux et les oxydes azotés.

C.7.3. Mesures correctives proposées

Une étude technique détaillée est nécessaire pour dégager la solution la plus économique d'approvisionnement en eau de la ville de St. Louis. Plusieurs solutions s'offrent pour la recharge en eau douce des marigots Lampsar et Djéuss grâce à la retenue de Diama. Il importe que ces études soient entreprises dans les plus brefs délais afin que toutes les installations soient mises en place avant la mise en service du barrage de Manantali.

Il faudrait mettre sur pied un programme dont l'objectif serait d'améliorer l'approvisionnement en eau des zones rurales dans le bassin du fleuve Sénégal. Les méthodes et matériaux actuellement utilisés pour la construction des puits sont trop rudimentaires. L'absence de couvelage entraîne à long terme l'effondrement des parois. Il n'existe

aucun dispositif pour empêcher le ruissellement de surface à proximité des puits, de ce fait ces eaux de ruissellement s'écoulent dans les puits qui, ainsi, sont contaminés. La plupart des habitants des zones rurales du bassin qui vivent à proximité du fleuve Sénégal puisent leur eau potable directement dans le fleuve et dans les marigots avoisinants: ce ne sont pas là des sources d'approvisionnement satisfaisantes en eau potable pour ces gens.

Il est nécessaire d'établir un programme visant à développer une nouvelle technologie intermédiaire pour l'approvisionnement des zones rurales en eau. La méthode actuelle qui consiste à prélever de l'eau des puits à l'aide de récipients ouverts comporte des dangers de contamination pour les puits. Il serait préférable d'utiliser des puits couverts et des pompes pour faire monter l'eau à la surface, toutefois, le manque d'équipement adéquat empêche l'utilisation de ce type d'installation.

Il faudrait étudier les possibilités d'utilisation d'autres sources d'énergie, à savoir l'énergie éolienne et l'énergie solaire. L'énergie éolienne produite par des moulins à vent s'est avéré très efficace pour pomper l'eau dans beaucoup de régions sous-développées du monde. On devrait élargir le champ des programmes qui sont appliqués à l'heure actuelle dans le cadre de l'amélioration de l'approvisionnement des zones rurales en eau. Ces programmes devraient comprendre plusieurs volets: l'éducation, l'assistance technique et un projet non-subsidonné d'auto-participation.

Une planification détaillée, immédiate, s'impose eu égard à l'approvisionnement en eau dont devront bénéficier les zones prévues pour le recasement des personnes déplacées des environs de Manantali.

Le système d'adduction d'eau devra être étudié avec soin et construit avant que le recasement proprement dit ne commence, et ces installations seront prêtes à entrer en service dès l'arrivée des nouveaux occupants sinon ces derniers risquent de désertier les sites de recasement pour des zones où l'eau ne fait pas défaut; mais ces zones disposent-elles d'un système d'adduction d'eau assez important qui leur permettra de recevoir ces nouveaux venus? Il est donc très important que les sites exacts de recasement soient sélectionnés et que la construction des systèmes d'adduction d'eau démarrent au plus tôt.

Les usines de traitement des eaux desservant les villes du bassin du fleuve ne sont pas du tout fonctionnelles du fait de leur incapacité à répondre aux besoins de la population, à produire une eau de qualité acceptable et de l'absence d'installations nécessaires permettant d'assurer un approvisionnement ininterrompu. Ces déficiences ont été identifiées à partir des besoins et conditions actuelles. Ces déficiences seront d'autant plus graves que la croissance normale de la population par suite du programme de l'O.M.V.S. occasionnera une demande accrue en eau. Il est d'une importance primordiale que des études techniques et financières détaillées soient entreprises afin de déterminer l'importance des installations à pourvoir en matière d'approvisionnement en eau. Ces études prônent les programmes à court terme qui peuvent être appliqués rapidement.

On devrait faire des études sur les villes du bassin du fleuve en vue d'élaborer un plan directeur pour le ramassage et la destruction des excréta et des eaux usées. L'utilisation de lieux d'aisance aménagés à des points stratégiques dans les différentes villes est de première importance de même que le développement de moyens efficaces pour le ramassage et l'évacuation des déchets.

En raison de l'importance des impacts qu'auront du point de vue de l'environnement l'expansion et le développement des villes du bassin sur le ramassage et la destruction des déchets, il faudrait mettre sur pied un plan d'action pour assurer l'application ponctuelle des programmes nécessaires. La première partie du plan d'action consisterait à entreprendre des études en vue d'élaborer des plans concernant l'évacuation des déchets pour toutes les grandes villes du bassin. Cette partie du plan d'action identifierait et évaluerait les zones-problèmes, et établirait un ordre de priorité. L'effort de planification concernerait trois éléments liés au problème des déchets solides. Ces éléments sont: le stockage, le ramassage et le transport, et la destruction.

Les moyens techniques nécessaires pour atténuer ou empêcher les impacts négatifs que les industries ont sur l'environnement sont très variés et dépendent de nombreux facteurs dont la nature du produit, le procédé de fabrication à utiliser, et le niveau de production. Dans la majorité des cas, les moyens techniques et les facilités à employer dans la lutte contre la pollution doivent être choisis en fonction de chaque industrie.

Il est donc recommandé que des dispositions correctives pour l'ensemble du bassin soient considérées comme suit:

- a) Exiger des sociétés industrielles qu'elles soumettent les plans des installations et de fonctionnement de leurs usines et, s'il en existe, les plans concernant la collecte et la destruction des déchets industriels.
- b) Exiger le stockage et la destruction des déchets solides dangereux pour la santé des habitants de la région soient effectués conformément aux plans approuvés.

- c) Exiger l'utilisation de canaux de dérivation et de lagunes pour assurer l'évacuation des eaux de pluie s'écoulant des tas de fumier se trouvant sur les parcs d'embarcadere.
- d) Exiger que les déchets solides soient recouverts ou enterrés s'il est déterminé que ces déchets solides constituent un lieu de refuge et de reproduction pour les insectes et les rongeurs.
- e) Exiger que les décharges municipales soient situées à l'écart de manière à ne pas faire peser la menace d'une pollution de l'eau potable.
- f) Réglementer l'incinération à ciel ouvert de manière que ce procédé ne présente aucun danger pour la santé publique ou ne met en péril les cultures et la végétation.
- g) Interdire la décharge de déchets industriels susceptibles de menacer les réservoirs d'eau municipaux ou de contaminer ou tuer les poissons, et de fixer des limites pour les décharges d'eaux usées industrielles.
- h) Définir les déchets toxiques et dangereux et prescrire les normes et critères de traitement et de destruction se rapportant à ces déchets.
- i) Exiger l'installation d'un équipement de lutte contre la pollution de l'air ambiant ou dans l'usine partout où il est déterminé que les émissions d'air industriel présentent des dangers pour la santé publique ou les cultures et le cheptel; ou à défaut, exiger que les installations industrielles dont les émissions posent des problèmes soient localisées assez loin des personnes, des animaux et des plantes.

- j) Exiger l'application de mesures pour le contrôle de l'érosion et de la sédimentation sur tous les sites d'activités impliquant un remuement de la terre: les sites de construction, les terres agricoles, les mines et les carrières.

(Voir Tableau C.7-2, pour les impacts sur l'environnement dus à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs).

Tableau C.7-2

Impacts sur l'environnement dus à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du Fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs -

Aménagements municipaux et industriels

| Elément du Programme | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effets de l'impact | Mesures correctives |
|--|--|--|--|--|
| Modification dans le régime du fleuve. | L'eau saline pourrait ne pas être complètement repoussée de l'estuaire en cas de crues faibles. | Les marigots de Lampsar et de Djeuss qui fournissent l'eau à la ville de Saint-Louis risquent de ne pas être réalimentés en eau douce. | Léger à modéré, négatif, à long terme. | Etude détaillée d'ingénierie afin de déterminer la solution la moins coûteuse et la plus efficace pour alimenter Saint-Louis en eau. |
| Développement global du bassin. | Expansion des collectivités et développement industriel. | Demandes accrues en services collectifs tels que l'approvisionnement en eau, l'évacuation des déchets et des égouts. | Modéré, négatif, à long terme. | Etude sur les villes du bassin afin de développer un plan directeur destiné à alléger le travail des services collectifs. |
| Développement urbain et industriel. | Augmentation des déchets solides et d'origine fécale ainsi que des problèmes liés à leur évacuation. | Dégradation des sols et de la qualité de l'eau et augmentation probable des problèmes de santé. | Modéré, négatif, à long terme. | Même que ci-dessus. |
| Développement agricole et industriel. | Introduction de déchets toxiques dans l'environnement. | Dégradation probable des sols et de la qualité des eaux et apparition de nouveaux problèmes de santé. | Léger, négatif, à long terme. | Création d'une agence chargée du contrôle de la pollution dans l'ensemble du bassin. |
| Développement industriel | Augmentation de la pollution de l'air. | Dégradation de la qualité de l'air et risques de problèmes de santé. | Léger, négatif, à long terme. | Même que ci-dessus. |

C.8. Etude Socio-Economique

C.8.1. Situation actuelle

C.8.1.1. Migrations vers le bassin du fleuve Sénégal et en dehors du bassin

Au Moyen-Age, le Plateau Central Mauritanien recevait deux fois plus de précipitations (pluies) qu'il n'en reçoit aujourd'hui, et on y pratiquait la culture sédentaire. La poussée exercée sur eux par les Berbères et une intensification de la désertification ont forcé ces cultivateurs sédentaires à s'installer dans le bassin du fleuve Sénégal. Bien que l'expansion maure (politique et militaire) ait pris fin avec l'avènement du colonialisme français à la fin du XIXe siècle, les mouvements de population du Nord désertique vers le Sud se sont poursuivis; ainsi, plusieurs groupes ethniques se sont développés dans le bassin du fleuve. En remontant le fleuve depuis l'embouchure, on trouve successivement les groupes ethniques suivants: Wolof, Toucouleur, Soninké, Khassonké et Malinké. Les Foulbés, disséminés à travers le bassin du fleuve, sont des éleveurs.

D'autres facteurs, telle l'économie arachidière encouragée au Sénégal par les Français, ont incité les Maures à immigrer dans le bassin du fleuve Sénégal où ils exercent des activités rémunérées comme le transport de l'arachide, par exemple, et tiennent le petit commerce. Depuis lors, ces communautés maures se sont adonnées à d'autres activités tels l'élevage et la culture sédentaire, et la pêche dans le delta.

Au début, le colonialisme français et les possibilités d'emplois rétribués ont provoqué la migration des populations hors du bassin du fleuve. Quelques groupes, comme celui des Soninkés, ont pu étendre leur zone d'influence à l'intérieur du bassin du fleuve. Mais les

années 1940, caractérisées par une continuation de la progression du désert dans la zone sahélienne, et une situation économique précaire accélérée par le déclin de l'influence qu'exerçait la France coloniale virent les premiers groupes ethniques quitter le bassin du fleuve. Au début des années 1960, le quart de l'ensemble de l'ethnie Toucouleur vivait hors du bassin du fleuve Sénégal. Les Toucouleurs ont émigré principalement vers les centres urbains situés le long du fleuve et à Dakar dont ils constituent 1/8 de la population totale, ce qui les classe au 2^e rang du point de vue de l'importance numérique. Plus de 90% des travailleurs émigrés en France, et qui sont originaires d'Afrique sahélienne, viennent du bassin du fleuve Sénégal et appartiennent pour la plupart au groupe ethnique Soninké, les 3/4 précisément, contre 1/4 de Toucouleurs et Maures. La migration des Toucouleurs au sud du Sine Saloum pour la culture de l'arachide demeure un facteur important d'émigration de la population masculine active hors du bassin du fleuve.

Avec la progression du désert, processus accéléré par l'homme et ses troupeaux, la vie dans le bassin du fleuve Sénégal est devenue de plus en plus précaires, ce qui explique le départ des populations de cette région. En considérant que chaque migrant a 3,5 personnes à charge, on peut dire que sans le projet de l'O.M.V.S. 100 000 habitants quitteront chaque année le bassin de fleuve d'ici 1980 et 850 000 d'ici 2028. La plupart de ces migrants seront des jeunes gens productifs.

C.8.1.2. L'élevage et les schémas de migration interne qui en découlent

La migration à l'intérieur du bassin du fleuve Sénégal se fait surtout dans la moyenne vallée et dans le delta; et elle est le fait des éleveurs. Cette migration interne est attribuée à l'élevage de bovins, de caprins et d'ovins. Les éleveurs sont généralement des Foulbés et des Maures. Pendant la saison des pluies, ces groupes ethniques quittent les abords du fleuve en crue pour le Désert du Ferlo, au sud ou

pour l'arrière-pays Mauritanien, au Nord. A mesure que l'on avance dans la saison sèche, l'herbe se raréfie et les points d'eau tarissent forçant les éleveurs à retourner vers les rives du fleuve où leurs troupeaux pourront se nourrir des fourrages, résidus des récoltes de cultures céréalières de décrue.

En amont de Bakel dans la haute vallée, plus pluvieuse, les maladies qui frappent le bétail et les attaques des prédateurs sont des facteurs limitants pour l'élevage et le mode de vie migrateur qu'il implique. Les activités y sont plutôt sédentaires.

0.8.1.3. L'emploi et les revenus

L'activité économique principale dans le bassin du fleuve s'articule sur la production de nourriture de subsistance. La population urbaine du bassin n'est que de 20%; et ces centres urbains comptent plus de 5 000 habitants. 70% de la population rurale s'adonne à la culture, le reste a pour activité la pêche, l'élevage et l'artisanat. De nombreux citadins participent également à la production de nourriture de subsistance.

La moitié des revenus du bassin du fleuve provient de l'agriculture. Dans le delta, l'agriculture sédentaire est possible depuis les années 1960 grâce à l'intervention de la SAED qui a pris des mesures en vue de résoudre les problèmes liés à la remontée du sel dans le sol à partir des nappes aquifères souterraines. Dans la moyenne vallée on pratique le système de culture étalé sur deux saisons. Les cultures pluviales de diéri ont lieu de juillet à septembre, tandis que la culture de décrue constitue l'activité agricole principale d'octobre à avril. On classe dans cette seconde catégorie la culture sur les plaines d'inondations fertiles, après le retrait des eaux de crue. La culture pluviale de diéri est prédominante dans la haute vallée.

L'élevage de bovins, ovins et caprins constitue une activité agricole traditionnelle dans le bassin du fleuve. 20% des revenus du bassin du fleuve proviennent de l'élevage. Ces dernières années, le nombre de bovins paissant dans le bassin du fleuve Sénégal a chuté précipitamment à cause de l'hostilité grandissante du milieu.

On estime que 10 000 habitants du bassin du fleuve Sénégal sont pêcheurs à plein temps et 10 000 autres à temps partiel. La pêche est une importante activité saisonnière au moment de la décrue, alors que les poissons, retenus prisonniers dans les dépressions qui se créent derrière les berges escarpées du chenal principal, constituent une proie facile. Ces dernières années, on a également enregistré une nette baisse de la production halieutique par suite de la réduction de la pluviométrie d'inondation provoquée par l'insuffisance des pluies dans le bassin du fleuve.

La chasse est une activité traditionnelle, et une source de protéine dans tout le bassin puisque l'élevage n'est pas orienté vers la consommation mais plutôt vers la conservation du bétail. La chasse est une activité très importante dans la haute vallée où le gibier est encore abondant.

L'artisanat occupe les cultivateurs pendant la morte saison. De tous ces artisans, les plus productifs sont les forgerons qui, à cause de la demande croissante, abandonnent souvent leurs activités agricoles pour se consacrer de façon définitive à leur nouvelle occupation artisanale. Les autres branches artisanales sont représentées par les bijoutiers, les bûcherons, les tanneurs et les tisserands.

Avec l'entrée dans le concert de l'économie mondiale, d'autres métiers ont fait leur apparition dans le bassin du fleuve. Ce sont les métiers de tailleur, maçon, mécanicien, charpentier et boulanger.

Le commerce et l'industrie ne sont pas très développés dans le bassin du fleuve Sénégal. Les comptoirs commerciaux européens ont pratiquement cessé leurs activités dans le bassin du fleuve au lendemain des indépendances. Toutefois, chacun des pays membres de l'O.M.V.S. maintient une branche de sa chambre nationale de commerce dans les villes sises le long du fleuve. Le reste de l'activité commerciale est le fait de particuliers qui tiennent des étalages sur lesquels on trouve du café, du thé, du sucre, etc. Certains marchands font du porte à porte et se déplacent de campement en campement.

C.8.1.4. Situation socio-culturelle actuelle

Groupes ethno-professionnels

Les membres d'un clan se reconnaissent dans la même descendance patrilinéaire et forment des groupes sociaux constitués dans chaque village. Chacun de ces groupes agit comme unité politique et économique. Dans les grands villages plusieurs lignées autonomes forment un clan. L'homme le plus âgé d'un clan en est le chef, et son rôle principal consiste à distribuer les terres. Chaque lignée est propriétaire de plusieurs concessions. On compte plusieurs familles par concession, dirigées par l'homme le plus âgé de la lignée. On retrouve dans sa concession les ménages de ses fils avec leurs enfants et souvent ceux de ses frères avec leurs enfants. Les gens d'une même concession exploitent en commun une parcelle de terre. Ces liens deviennent limités dans les sociétés pastorales migratrices.

Système de caste

Outre les systèmes de parenté communs, il existe un système de castes dans lequel la hiérarchie sociale est établie par le contrôle et le droit de propriété qu'exerce un individu sur la terre cultivable.

Dans le système de castes, les trois échelons sont par ordre d'importance sociale: la classe des hommes libres, celle des artisans, et celle des captifs. Au cours des deux siècles derniers une classe cléricale s'est développée au sein de la classe des hommes libres. Comme conséquence de ce système, un groupe relativement restreint d'aristocrates/religieux contrôle une grande partie des terres de décrue les plus productives.

C.8.2. Impacts causés par le programme de l'O.M.V.S.

C.8.2.1. Impacts sur la migration des populations du bassin du fleuve Sénégal

Immigration dans le bassin du fleuve du fait du démarrage des activités liées au programme de l'O.M.V.S.

La construction des barrages de Manantali et de Diama de même que celle des ports et la création de facilités pour la navigation attireront certainement les populations vivant hors du bassin. Un fort pourcentage d'ouvriers qualifiés et de professionnels sera constitué d'expatriés nonafricains qui quitteront la région du bassin une fois leur travail terminé. On prévoit que les populations rurales installées autour des sites des barrages fourniront plus de 90% de la main-d'oeuvre non-qualifiée. Le reste viendra des régions des états-membres extérieures au bassin du fleuve, et de la Guinée. Puisque les activités liées à la construction des facilités pour la navigation auront lieu dans les centres urbains ou dans leurs environs immédiats, on pense que les chômeurs dont le nombre ira croissant dans les villes pourront être employés comme ouvriers non-qualifiés, ce qui aura l'avantage de réduire le recrutement hors du bassin et de laisser les populations rurales se concentrer sur les activités agricoles.

Puisque, par nature, les activités de la construction se déroulent à court terme, beaucoup d'ouvriers immigrés non-qualifiés retourneront à leur lieu d'origine une fois leur travail terminé. Il est impossible de prédire le pourcentage d'immigrés qui sera absorbé par la population résidant en permanence dans le bassin.

Dans les Départements de Podor et de Matam, au Sénégal, et dans les Cinquième et Sixième Régions, en Mauritanie, les besoins d'emploi, surtout dans les centres urbains, augmenteront plus rapidement que le nombre de la population locale. Les immigrants viendront donc d'autres régions ou départements et probablement de régions extérieures au bassin de fleuve Sénégal.

Émigration hors du bassin du fleuve provoquée par les activités liées au programme de l'O.M.V.S.

L'aménagement du bassin du fleuve Sénégal aura pour effet de réduire l'émigration hors de cette région puisqu'il fournira des emplois. Le résultat net des plans de développement de l'O.M.V.S. fournira suffisamment de travail, mais de façon proportionnelle, dans les centres urbains. L'émigration hors de la région du bassin diminuera à l'exception du Département d'Ololdou, au Sénégal, et des Quatrième et Cinquième Régions, en Mauritanie, où le sous-emploi ou le chômage pousseront les Souinkés (hommes) à aller chercher du travail ailleurs dans le bassin ou hors du bassin, comme c'est actuellement le cas.

Les changements intervenant dans les structures sociales peuvent encourager l'émigration. Dans les périmètres irrigués, on allouera un hectare de terre à chaque famille. Les familles nombreuses peuvent faire pression sur les aînés des enfants afin que ces derniers émigrent sous d'autres cieux pour trouver du travail. Dans les périmètres irrigués toujours, le rôle de la femme changera, passant du rôle principal de cultivateur à celui de fermier marginal. Ce changement créera une rupture dans la structure familiale établie et entraînera l'émigration des individus dont le mariage est affecté par ce changement.

En 2028, dans les zones rurales, les activités agricoles rendues possibles par la réalisation des périmètres irrigués supporteront 1 453 500 habitants sur une population de 4 814 900 habitants. Ainsi, il ne sera plus nécessaire que des ouvriers immigrer dans le bassin pour y exercer des activités agricoles liées au projet de développement.

C.8.2.2. Migration interne

Interruption des mouvements migratoires liés à l'élevage

La régularisation du débit du fleuve et l'application de la politique d'irrigation élimineront la majeure partie des terres de décrue et pâturages de saison sèche. Toutefois, la diminution des pâturages entraînera une perte de seulement 1,17% de têtes d'ici à l'an 2028. L'impact important qu'aura ce développement sera d'affecter les mouvements traditionnels des éleveurs. Les périmètres irrigués, les digues et les canaux d'irrigation seront interdits aux troupeaux et serviront de barrière leur interdisant l'accès au fleuve en tant que source d'eau pendant la saison sèche et les forçant à descendre vers le sud-est, jusqu'au Lac de Guiers où l'on craint que le surpâturage n'intensifie le phénomène de désertification.

La migration des troupeaux de l'autre côté du fleuve deviendra également de plus en plus difficile. Les eaux du fleuve resteront plus profondes pendant toute l'année, limitant ainsi les endroits se prêtant à la traversée pendant la saison sèche. A mesure que la région se développera, de nouvelles mesures politiques et économiques forceront les éleveurs à demeurer dans les limites de leur contrée d'origine désignée. En outre, on prévoit que le développement dans son ensemble modifiera davantage le style de vie des éleveurs en ce sens qu'un nombre croissant d'entre eux choisira de se convertir à l'exploitation des périmètres irrigués.

C.8.2.3 Mouvements internes de populations

L'inondation consécutive à la construction de barrage de Diama aura pour conséquence directe, selon les prévisions, le déplacement de 225 à 250 personnes de la périphérie de Rosso qui vivent actuellement sous la tente et dans des cases. Quelques 3 500 autres personnes seront également déplacées de façon permanente du fait de l'inondation des villages bien établis que son La Reau, Dieuk et Oualalan en Mauritanie et Rong, Rhor, Diawar et Thigor au Sénégal.

L'inondation provoquée par le barrage de Manantali devra entraîner le recasement permanent de quelques 13 000 habitants, pour la plupart Malinkés, de 28 villages et hameaux satellites. Le recasement se fera sur 39 000 hectares à l'est de la retenue d'eau et sur 217 000 hectares au nord-ouest de la retenue, le long de la rivière Bafing. Si les villages de recasement ne sont pas correctement approvisionnés en eau et en vivres, l'amélioration des communications vers l'arrière pays favorisera l'émigration hors de cette région.

C.8.2.4. Impacts sur l'emploi et les revenus

Le programme de développement intégré pour le bassin du fleuve Sénégal transformera l'économie de subsistance actuelle en économie monétaire. Les emplois salariés à long terme seront créés dans la navigation, l'industrie, l'agriculture, les services publics, et de nombreux métiers et professions verront le jour. Petit à petit les emplois dans la pêche, l'élevage traditionnel, la culture de décrue et la culture de diéri diminueront du fait du programme de développement. L'effet net sera une augmentation générale de l'emploi qui provoquera un afflux de travailleurs dans le bassin du fleuve Sénégal contrairement au reflux actuel.

L'Emploi dans la construction du barrage de Diama

La construction du barrage de Diama fournira du travail à court terme à compter du milieu de l'année 1979 et ce pour une période de 5 ans et demi. Après 1985, une petite équipe sera retenue pour les travaux de maintenance et pour le fonctionnement du barrage. La construction nécessitera 6 715 hommes-années pour la main-d'oeuvre non-qualifiée, 3 435 hommes-années pour la main-d'oeuvre qualifiée et recrutée localement et 1 685 hommes-années pour la main-d'oeuvre qualifiée, expatriée.

L'ouvrier non-qualifié moyen sera recruté à partir de la population du secteur rural. A titre d'exemple, une famille rurale moyenne du delta exploitant les périmètres de la SAED peut égaler son revenu annuel en un seul mois en envoyant un de ses membres de sexe masculin travailler au site de construction du barrage de Diama, avec le statut d'ouvrier non-qualifié. Cela étant, les jeunes hommes en âge de travailler seront encouragés à délaisser leurs activités à temps plein sur les périmètres pour aller travailler comme ouvriers non-qualifiés.

La main-d'oeuvre qualifiée, nationale, sera recrutée dans les secteurs urbains; et le salaire d'un ouvrier qualifié sera en moyenne de 1 175 000 CFA par an. Ici, on mettra davantage l'accent sur l'importance de la cellule familiale qui, contrairement à la famille de l'ouvrier non-qualifié, accompagnera l'ouvrier qualifié au site des travaux. On estime, par conséquent, que seulement 5% du salaire du travailleur qualifié ira à la famille élargie en comparaison avec les 30% que remettra l'ouvrier rural moyen.

L'Emploi dans la construction du barrage de Manantali

La construction du barrage de Manantali fournira des emplois à court terme de 1980 jusqu'en 1987; après quoi, on gardera quelques employés pour assurer la maintenance et le fonctionnement du barrage. Les efforts de construction nécessiteront 19 120 hommes-années pour la main-d'oeuvre non-qualifiée, 9 680 hommes-années pour le personnel local qualifié et 6 320 hommes-années pour le personnel qualifié expatrié.

La majeure partie des ouvriers non-qualifiés viendra de la région de Kayes, ainsi, ils seront assez prêts de leur famille pour assurer la production agricole normale en allant périodiquement travailler au champ ou y superviser les activités agricoles. Si nécessaire, ils pourront se permettre de prendre des remplaçants itinérants qui assureront le travail en leur absence. C'est une pratique courante chez les émigrants Soninkés de la haute vallée. Le personnel qualifié, national, viendra des centres urbains des états-membres. Les travailleurs non-qualifiés et les travailleurs qualifiés remettront respectivement 30% et 5% de leur salaire à leur famille élargie.

Effets des périmètres irrigués sur l'emploi

Le développement de la culture irriguée engendrera des déficiences dans les occupations traditionnelles telles que la pêche, l'élevage, la culture de décrue et la culture de diéri. Toutefois, l'effet net de ce développement sera de fournir plus d'emplois, une meilleure productivité et, par conséquent, d'être à l'origine du développement d'une économie monétaire dans le bassin du fleuve Sénégal. La plupart des travailleurs des nouveaux périmètres irrigués seront recrutés parmi les populations rurales et retourneront auprès de leur famille élargie à la fin de chaque journée de travail. Cette forme d'agriculture est sensée quadrupler le revenu d'une famille rurale moyenne dont un ou des membres travaille sur ces périmètres.

Effets de la navigation et de l'industrialisation sur l'emploi

La navigation et l'industrie fourniront plus d'emplois dans le bassin du fleuve Sénégal. A l'horizon 2028, il y aura du travail, directement et indirectement dans ces deux domaines, pour environ 72 000 salariés, soit un revenu combiné de 34 milliards de francs CFA par an. A la création de chaque emploi direct correspond la création de 1,15 emploi supplémentaire. Ainsi aurons-nous des commerçants, maçons, réparateurs, coiffeurs, bouchers, chauffeurs de taxi, etc..

Les emplois dans l'industrie concerneront surtout la transformation de produits agricoles issus des périmètres irrigués. Ce seront des emplois dans les minoteries, conserveries de légumes, la filature du coton, usines de filatures et de tissage, raffineries de sucre, abattoirs, tanneries, centrales laitières et fabriques de chaux.

C.8.2.5. Changements dans la structure sociale

Changements dans la structure sociale traditionnelle, imputables à la construction des barrages de Diama et de Manantali

Les principaux changements survenant dans la structure sociale traditionnelle et imputables à la construction de ces deux barrages viendront de ce que l'ouvrier non-qualifié sera séparé de sa famille élargie, rurale et traditionnelle. Les niveaux des salaires ne permettront pas à l'ouvrier rural de faire venir et demeurer sa famille au site des travaux. Cet ouvrier ne pourra pas non plus faire des visites fréquentes à sa famille. Il pourrait donc y avoir des conflits incessants entre les sociétés de construction et l'ouvrier qui demandera périodiquement des permissions pour rendre visite aux siens, surtout pendant les périodes de pointe de la saison agricole. Etant donné que les travaux de construction ne fourniront que des emplois à court terme, l'ouvrier non-qualifié ne pourra compter que sur ses ressources rurales et sur l'aide de la famille élargie pour sa sécurité économique à long terme.

Les impacts à court terme dûs à la construction concerneront les habitants du campement qui sera créé au site de construction. L'habitant-type de ce campement sera un homme âgé de 20 à 30 ans et venant d'un milieu social non scolarisé. Il n'y existera pas de structure sociale traditionnelle pour apporter un soutien matériel et affectif. On peut s'attendre à une augmentation du taux de criminalité dans ces campements, et à ce que les résidents locaux en fassent les frais.

Changements dans la structure sociale traditionnelle, imputables
à la réimplantation des villages inondés par la construction des
barrages

Le recasement des communautés villageoises n'ira pas sans frictions et désaccords à propos de la répartition des pouvoirs entre les chefs des différentes communautés d'un village. La perte des tombeaux ancestraux, surtout dans la région de Manantali, provoquera une diminution de l'autorité des chefs de village qui, par le passé, se servaient du mysticisme qui entourait ces lieux sacrés pour conférer à leur leadership un caractère surnaturel. En fin de compte, ces événements synergétiques réduiront l'autorité des vieillards dans les communautés recasées, et provoqueront la désintégration de la hiérarchie de la structure sociale. En outre, le fait que les jeunes villageois de la région de Manantali soient exposés à de nouvelles idées touchant la société et véhiculées par des communications plus modernes contribuera à déranger le système d'autorité du village.

On s'attend également à des tensions entre les occupants actuels des villages - où il est prévu un recasement - et les nouveaux arrivés. Un sentiment de jalousie et/ou un manque de compréhension pourrait surgir chez les premiers occupants d'un village qui ne verraient pas d'un bon oeil toutes les attentions et les investissements consentis à leurs voisins recasés, et se matérialisant par l'adduction d'eau, par la construction d'écoles, de dispensaires et de routes. Beaucoup d'habitants de la région seront encouragés à quitter leur village pour les nouveaux villages de recasement.

La distribution des terres destinées aux cultures posera aussi des problèmes. Du fait de la forte concentration de population, les villageois auront peut-être à parcourir tous les jours une distance de 5 kilomètres aller et retour pour exploiter leur terre. Ces villageois s'installeront peut-être plus près de leur terre, ce qui entraînera une répartition éparse de l'habitat bien différente du village de recasement dûment planifié. Cela résultera en une baisse d'efficacité dans l'appareil administratif des villages.

A l'intérieur de la structure familiale, on peut s'attendre à des frictions à mesure que les jeunes hommes deviendront indépendants vis-à-vis de la famille élargie puisqu'ils profiteront de l'économie monétaire.

On prévoit également des pertes sur le plan culturel du fait du recasement des communautés et de l'apparition de nouveaux styles de vie, introduits par l'économie de type monétaire, comme le rôle économique et rituel décroissant de la chasse à mesure que l'agriculture commence à prendre une place prépondérante dans la production de nourriture pour les communautés. La réimplantation des villages et l'apparition de nouveaux styles de vie provoqueront un appauvrissement culturel général.

Changements dans la structure sociale traditionnelle, imputables au développement de la culture irriguée

Le développement de la culture irriguée engendrera une baisse dans certaines activités traditionnelles comme l'élevage, la pêche, la culture de décrue et la culture de diéri, et une baisse des activités culturelles correspondant à ces styles de vie. Bien que les fermiers viennent en majeure partie du secteur rural, un plan de recasement sera nécessaire. Au début, cela causera une certaine insécurité jusqu'à ce que la productivité de cette technologie nouvelle ait fait ses preuves. De nombreux ouvriers hésiteront à se recaser dans certains secteurs, en particulier dans le delta où la salinité des sols accroît la dépendance vis-à-vis de la technologie et empêche les pratiques culturelles traditionnelles hors des périmètres.

Beaucoup de recasés seront des hommes d'âge mûr; on dénombrera peu de vieillards et peu de jeunes gens âgés de 20 à 30 ans. Cette absence de vieillards rendra difficile l'établissement d'une autorité politique. Les périmètres seront exploités par des groupes ethniques hétérogènes ayant des moeurs et des cultures différentes, ce qui pourrait occasionner des frictions.

On notera également des changements dans l'allocation traditionnelle des terres destinées aux cultures liées au système de castes. Au programme de la SAED, une famille de quelque classe sociale qu'elle soit, recevra un hectare de terre des périmètres irrigués. Ceux qui appartiennent à la classe des religieux et qui détiennent la majeure partie de la terre estiment que les terres irriguées devraient être allouées proportionnellement à l'étendue de terre agricole détenue actuellement et distribuée de façon traditionnelle. En outre, si l'on n'alloue qu'un hectare par famille, de nombreuses familles élargies pourraient se disloquer parce que les hommes valides seront forcés de quitter la famille pour aller chercher du travail.

Dans l'agriculture traditionnelle, la distribution de la terre est liée à l'héritage. Le partage en parcelles d'un hectare alloué de terre irriguée peut résulter en des étendues insuffisantes de terre pour supporter une famille, et en des parcelles distantes les unes des autres bien qu'appartenant à une seule et même personne. On ne pense pas qu'un tel partage de la terre favorise une production optimale. Par le passé, on a procédé périodiquement à la redistribution de la terre dans les périmètres irrigués sans tenir compte du patrimoine. Il en a résulté que l'exploitant ne s'est pas fait un point d'honneur d'entretenir sa parcelle correctement ni d'en améliorer la gestion et la production. Avec l'allocation à long terme prévu par la SAED, ces problèmes ne se poseront plus. Il a été recommandé l'utilisation d'un système de non-division d'une terre héritée. Les parcelles non encore distribuées dans les nouveaux périmètres créés pourront alors être allouées aux membres de la famille qui n'auront pas hérité une parcelle.

Ces mesures de contrôle auront pour résultat que les employés des périmètres agricoles perdront beaucoup de l'indépendance qu'ils avaient dans le style de vie traditionnel. Ils exploiteront leur terre selon des normes fixées par les autorités (gouvernementales) plutôt que par les anciens du village ou les aînés de la famille élargie. On leur dira quoi produire et beaucoup d'entre eux auront peut-être à limiter certaines activités traditionnelles comme l'élevage, la pêche ou d'autres formes d'agriculture.

Les artisans traditionnels pourraient également être touchés, en particulier par la double récolte prévue avec l'aménagement des périmètres irrigués. A l'heure actuelle, la plupart des artisans s'adonne à l'agriculture pendant la saison des pluies puis revient à son métier d'artisan pour le reste de l'année. Les artisans exploitant les terres des périmètres irrigués seront forcés de poursuivre leur occupation première dans leurs moments de loisir, d'engager des ouvriers qui les remplaceraient tandis qu'ils continueraient d'exercer leur métier ou d'abandonner l'exploitation de ces périmètres tout simplement. On prévoit un déclin des activités artisanales par suite du développement de l'irrigation.

Changements dans la structure sociale traditionnelle imputables à la navigation et à l'essor industriel

Le développement industriel et la navigation vont attirer les gens, et ainsi un environnement urbain se créera. Dans ces conditions, la cellule familiale autonome sera favorisée par rapport à la famille élargie. Cela sera à l'origine d'un certain nombre de problèmes politiques et sociaux. Le fait que les jeunes soient très tôt en contact avec une économie monétaire provoquera une diminution de l'autorité des aînés de la famille à mesure que ces jeunes acquerront une certaine indépendance économique. Le choix d'une épouse sera plus individuel alors que, traditionnellement, elle était choisie par un conseil des aînés de la famille. Les barrières entre ethnies et entre castes tendront à disparaître du fait que la disparité économique s'estompe et que de plus en plus les mariages entre individus d'ethnies ou de castes différentes ont lieu. Il y aura une tendance vers une homogénéisation culturelle dans les nouveaux environnements urbains du bassin du fleuve Sénégal.

On prévoit également une recrudescence de la pauvreté dans les villes, car le nombre des postulants excèdera rapidement le nombre d'emplois disponibles. Cela posera d'énormes problèmes au niveau du logement, de l'infrastructure sanitaire, des marchés, de l'adduction d'eau, du remassage des ordures, de la scolarisation, au niveau de la sécurité publique et de l'approvisionnement en denrées. Etant donné que le taux de chômage sera élevé, on assistera à des agissements qui seront atypiques du monde rurale comme la prostitution, les cambriolages, les vols à la tire et les crimes avec violence.

Une baisse des activités artisanales pourrait provoquer un appauvrissement culturel de la région. Avec le développement d'une économie monétaire et le rehaussement du niveau de vie, de nombreux travailleurs salariés montreront une préférence pour les produits importés. Les articles en cuir, en bois et les poteries importés dans le bassin du fleuve depuis l'étranger seront préférés aux produits locaux. Les tissus importés de Dakar ou de l'étranger se vendront mieux que ceux qui seront fabriqués à la main, sur place et à meilleur marché; mais les costumes traditionnels, donc fabriqués localement, se porteront concours lors des cérémonies et des fêtes. Les bijoux seront en grande demande. On fera encore appel aux griots lors de certaines cérémonies rituelles mais ils seront moins sollicités en milieu urbain.

C.8.3. Mesures d'amortissement proposées

On a identifié trois groupes d'activités pour le renforcement et l'amortissement des impacts socio-économiques, ce sont:

- a) Les mesures visant à fixer certaines normes concernant les salaires et le logement aux sites de construction employant une main-d'oeuvre locale. Il y a également des mesures garantissant que le recrutement de travailleurs ne bouleverse pas trop les structures sociales du village ou de la famille. Ces mesures seraient mises en application par les unités spéciales que l'O.M.V.S. a chargé de la construction.

- b) Les mesures visant à résoudre les problèmes posés par le recasement des populations déplacées du fait de la création des retenues d'eau de Diama et de Manantali, de celles qui immigrent vers les complexes urbano-industriels, des populations colonisant les périmètres irrigués, le recasement des éleveurs et des populations déplacées des zones dans lesquelles la culture de décrue n'est plus possible.

- c) Les mesures visant à intégrer les besoins socio-économiques fondamentaux des familles d'agriculteurs dans les plans de développement concernant les périmètres irrigués.

Un plan intégré de gestion de la terre et de l'eau ainsi que des plans directeurs d'occupation du sol en zone urbaine et d'utilisation des terres en zone rurale sont recommandés pour la maximisation des bénéfices d'exploitation des terres et pour l'amélioration du niveau de vie des populations futures du bassin. La Direction de la Planification et de la Coordination, de l'O.M.V.S., serait chargée du développement de la distribution de l'eau dans tout le bassin du fleuve, et des études sur les sols. Il sera déterminé si les terres sont propres au recasement, et des lignes de conduite seront proposées pour un développement sain de l'environnement et la promotion sociale des zones urbaines et rurales qui favoriseraient les activités économiques et la politique de l'habitat. Dans ces lignes de conduite on trouvera des spécifications concernant l'adduction d'eau et les normes de qualité pour l'évacuation des déchets solides et liquides, l'infrastructure sanitaire et l'assistance à apporter pour trouver des solutions viables en matière d'exploitation des terres.

Pour ce qui est de la planification détaillée de la croissance de la population future en zones rurales et urbaines, la Direction de la Planification et de la Coordination, de l'O.M.V.S., fournirait l'assistance technique aux groupes nationaux pour le développement régional et local des plans directeurs spécifiques concernant les schémas d'irrigation et de drainage, la planification de l'infrastructure urbaine, etc. Un des principaux rôles de l'O.M.V.S. consistera à présenter en détail aux

fonctionnaires nationaux, régionaux et locaux les effets prévus de l'aménagement du bassin sur les mouvements de populations, le potentiel économique, sur la disponibilité de la terre et l'infrastructure sociale nécessaire.

(Voir Tableau C.8-1, pour les impacts sur l'environnement dûs à la réalisation du programme de mise en valeur de bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs).

Tableau C.8-1

Impacts sur l'environnement dus à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs

- Socio-Economie -

| Elément du programme | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effets de l'impact ¹ | Mesures correctives |
|-----------------------|--|---|---------------------------------|---|
| Lié à la construction | Compétition sur le marché du travail entre la construction et l'agriculture. | Détournement des travailleurs agricoles vers les emplois salariés de construction de barrages, de navigation et autres projets de développement. | Modéré, négatif à court terme. | <p>Réglementation gouvernementale des salaires des ouvriers agricoles pour les maintenir à des niveaux assez élevés afin d'inciter la main-d'oeuvre itinérante à travailler la terre.</p> <p>Amener les ouvriers des chantiers à vivre près des sites de construction pour qu'ils puissent cultiver un jardin pendant leur temps libre et ainsi minimiser la perte de production.</p> <p>Embaucher les chômeurs des cités voisines pour laisser les agriculteurs travailler la terre.</p> <p>Planifier la construction afin de faire coïncider les temps des travaux de construction intensifs avec ceux de moindre travaux agricoles.</p> <p>Créer un groupe d'ouvriers en construction quasi-permanent afin d'éviter de nouveaux recrutements trop fréquents.</p> |
| Construction | Recherche d'emploi salarié. | De nombreuses personnes décideront de voyager très loin et de se séparer temporairement de leur famille pour obtenir un emploi bien rémunéré. Cela pourrait modifier la structure familiale traditionnelle. | Modéré, négatif, à court terme. | <p>Embaucher des travailleurs vivant à proximité des sites de construction.</p> <p>Aménager un système de transport entre les sites de construction et certains centres d'habitation.</p> |

Tableau C. 8-1 (Suite)

Impacts sur l'environnement dus à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs

- Socio-Economie -

| Elément du programme | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effets de l'impact ¹ | Mesures correctives |
|--------------------------|--|---|--|---|
| Construction | Rassemblement de jeunes gens en groupes d'où la structure autoritaire du village et de la famille élargie est absente. | Augmentation de délits tels que vols et violence, et des problèmes sociaux émanant d'un mode de vie déstructuré et bouleversé. | Modéré, négatif à court terme. | Embaucher des travailleurs vivant dans les alentours pour qu'ils puissent rentrer chez eux chaque soir. Encourager les travailleurs venant de loin à s'installer dans les villages avoisinants. Dans les endroits isolés tels que le site de Manantali, construire des habitations dans les villages de recasement que les ouvriers des chantiers pourront occuper pendant la durée des travaux. Prévoir une nourriture satisfaisante, des aires de récréation, une mosquée, un bureau de poste et d'autres installations pour créer une vie agréable. |
| Construction | La vie des villages et des communautés bouleversée par la présence de plusieurs milliers d'ouvriers de chantier. | La sérénité de plusieurs communautés sera bouleversée par l'arrivée d'ouvriers des chantiers. Les autochtones pourraient être victimes de délits engendrés par cette affluence. | Modéré, négatif à court terme. | Répartir les ouvriers des chantiers entre plusieurs communautés. |
| Périmètres irrigués | Terres non cultivables pendant la période de construction des périmètres irrigués. | Diminution de vivres pour la consommation locale durant cette période intérimaire. | Modéré, négatif, à court terme. | Constitution de stocks de céréales par les gouvernements. |
| Construction de routes | Circulation de Saint-Louis à Nouakchott déviée par Diama. | Perte de 300 à 500 emplois dans le village de Rosso, Sénégal, à cause de la déviation. | Grave, négatif, à court et à long terme. | Accorder à Rosso la priorité pour l'aménagement industriel. |
| Création des réservoirs. | Incendations de villages et de maisons éparpillées situés en amont des barrages de Diama et de Manantali. | L'inondation des villages et des maisons situés derrière les deux barrages obligera à déplacer un grand nombre de gens dont les habitations seront définitivement perdues. | Grave, négatif, à long terme. | Reinstallation des villages, des maisons et de la population sur des terrains plus élevés hors des zones d'inondation. |

Tableau C.8.1 (suite)

Impacts sur l'environnement dus à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à atténuer les impacts négatifs

- Socio-Economie -

| Elément du programme | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effets de l'impact ¹ | Mesures correctives |
|-------------------------|--|--|---------------------------------|---|
| Création de réservoirs | Recasement de la population hors des régions inondées. | Déclin de l'autorité et de la stabilité sociale des villageois à recaser. | Modéré, négatif, à long terme. | Permettre aux villageois de participer aux décisions. Il est recommandé de procéder immédiatement à la sélection des chefs des villages de recasement. |
| Création de réservoirs. | Recasement | Tension entre les villageois recasés et les populations habitant déjà les zones de recasement. | Modéré, négatif, à court terme. | Forer des puits dans les villages anciens et nouveaux. Choisir l'emplacement des écoles de manière à en faire bénéficier les anciens et les nouveaux villages. Donner la possibilité aux villageois déjà établis d'accéder à des matériaux de constructions solides pour leurs maisons. |
| Création de réservoirs. | Recasement | Pertes culturelles dues au recasement. | Modéré, négatif, à long terme. | Permettre aux chasseurs et aux personnalités religieuses de fortement participer au choix des sites des nouveaux villages, permettant de transplanter leur rôle dans les nouveaux villages. |
| Création de réservoirs | Recasement | Emigration des populations de leurs lieux de recasement. | Modéré, négatif, à court terme. | Aménager les sites de recasement en temps prévu. L'eau, les aliments, les maisons ou les matériaux de construction devraient être facilement disponibles. Les espérances économiques des nouveaux habitants doivent être réalisées. |
| Agriculture irriguée. | Aménagement de périmètres irrigués. | Recasement des populations à cause de la perte des terres de décrue incorporées aux périmètres irrigués. | Grave, négatif, à long terme. | Choisir l'emplacement des périmètres irrigués de façon à éviter un recasement inutile. Dans le delta, reculer l'aménagement des périmètres irrigués jusqu'à ce que la SAED résolve les problèmes techniques visant à s'assurer que les périmètres déjà |

Tableau C.8-1 (Suite)

Impacts sur l'environnement dus à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs

-Socio-Economie -

| Elément du programme | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effets de l'impact ¹ | Mesures correctives |
|---|---|--|---------------------------------|---|
| Agriculture irriguée (Suite) | | | | développés sont profitables avant de commencer le recensement. |
| Développement intégré dans le bassin du fleuve Sénégal. | Développement intégré. | Instabilité résidentielle. | Modéré, négatif, à long terme. | S'assurer autant que possible que le développement se fasse près des centres de population. Etaler le développement proportionnellement aux besoins des populations dans les 10 districts. |
| Transport | Routes près du site de Diama. | Construction anarchique de maisons et autres bâtiments le long des routes. | Léger, négatif, à long terme. | Création en Mauritanie et au Sénégal d'organismes responsables du contrôle des opérations se faisant le long des routes. |
| Agriculture | Industrialisation, baisse des inondations, périmètres irrigués et urbanisation. | Pertes de terres fourragères et pastorales à cause de la conversion à l'agriculture irriguée, modifiant la vie des éleveurs. | Modéré, négatif, à long terme. | Réserver 14,5 % des périmètres irrigués pour la production fourragère. Utiliser les sous-produits de récoltes comme fourrage. Allouer aux éleveurs une parcelle dans les périmètres. |
| Agriculture Développement urbain et industriel. | Périmètres irrigués et villages. | Blocage physique des axes migratoires traditionnels du travail en saison sèche vers le fleuve Sénégal. | Modéré, négatif, à long terme. | Aménagement de couloirs pour donner au bétail accès au fleuve Sénégal. Pompage de l'eau vers certains lieux où le bétail pourra s'abreuver. |
| Agriculture | Contrôle des gouvernements sur les périmètres irrigués. | Dépendance accrue des agriculteurs envers le gouvernement. | Modéré, négatif, à long terme. | Donner priorité au développement des petits périmètres. Permettre à l'agriculteur de choisir sa culture sur une partie ou sur la totalité de son terrain pendant la saison creuse. Donner plus de responsabilité au fermier en ce qui concerne la construction et l'entretien du système d'irrigation, les intrants agricoles |

Tableau C.R-1 (Suite)

Impacts sur l'environnement dûs à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs
- Socio-Economie -

| Elément du programme | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effets de l'impact ¹ | Mesures correctives |
|-----------------------------------|-----------------------------|--|----------------------------------|--|
| Agriculture (Suite) | | | | et la commercialisation des récoltes, et coordination de ces activités avec le gouvernement. |
| Agriculture | Développement urbain. | Les périmètres irrigués perdront certains de leurs ouvriers qui seront attirés par les emplois salariés en zones urbaines. | Modéré, négatif et à long terme. | Le gouvernement devrait être assez permissif en ce qui concerne l'organisation sociale de la production. Réduire les salaires des employés urbains. Accroître la part de bénéfices des agriculteurs des périmètres irrigués. |
| Agriculture | Agriculture irriguée | Disparition du rôle de la femme dans l'agriculture traditionnelle à cause du développement de l'agriculture irriguée. | Modéré, négatif et à long terme. | Créer de nouvelles occupations pour les femmes. |
| Agriculture | Agriculture irriguée | Démembrement accru de la famille élargie à cause d'emplois insuffisants sur les périmètres irrigués. | Modéré, négatif, à long terme. | Créer de nouvelles occupations pour les chômeurs. Les fils célibataires les plus âgés pourraient surveiller le bétail. Si possible, recruter en priorité les fils les plus âgés en tant qu'agents de vulgarisation agricole. |
| Mise en valeur globale du bassin. | Changement du style de vie. | Réduction globale de l'artisanat à cause de : a/ l'orientation vers une économie monétaire ; b/ augmentation du nombre d'ouvriers travaillant à la production de biens importants. c/ l'utilisation moindre dans les zones urbaines que dans les régions rurales de certains produits et méthodes de l'artisanat. d/ remplacement de certaines activités artisanales par des activités spécialisées. | Modéré, négatif, à long terme. | Création de centres d'artisanat pour y travailler et vendre les produits et pour développer l'industrie du tourisme. |

Tableau C.R-1 (Suite)

Impacts sur l'environnement dus à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs

- Socio-Economie -

| Elément du programme | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effets de l'impact ¹ | Mesures correctives |
|---|--|---|---------------------------------|--|
| Mise en valeur globale du bassin. | Urbanisation. | L'industrialisation et la création d'emplois en zones urbaines provoquera un accroissement de population d'où des pressions accrues sur le gouvernement pour la fourniture de services municipaux et pour la planification. | Grave, négatif, à long terme. | Promulgation d'une réglementation par zones. Fournir les services municipaux suivants : a/ alimentation en eau. b/ écoles. c/ sécurité publique. d/ soins médicaux. e/ protection contre le feu. f/ planification des rues. g/ ramassage des ordures. Contrôler la construction des habitations. |
| Industrialisation et Navigation. | Aménagement d'une meilleure voie de navigation vers l'intérieur du pays, et création d'industries. | Création d'emplois. | Modéré, positif, à long terme. | Maintenir les activités à forte demande de main-d'œuvre. Maintenir de hauts salaires. Promulguer une législation afin de protéger les droits des travailleurs dans leurs emplois. Promouvoir la formation de syndicats ouvriers pour assurer la sécurité de l'emploi. |
| Production halieutique : Aliments et Emplois. | Construction des barrages. | Diminution de la production halieutique annuelle. | Grave, négatif, à long terme. | Augmenter les importations dans le bassin de poissons de mer (pêche artisanale ou industrielle). Coordonner la pisciculture avec l'agriculture. Gestion des pêches actuelles. Amélioration des moyens de conservation et de stockage. Compenser la perte de production halieutique par un meilleur rendement agricole. |
| | | Diminution d'emplois pour les pêcheurs. | Grave, négatif, à long terme. | Allouer des terres agricoles aux pêcheurs. |

Tableau C.8-1 (Suite)

Impacts sur l'environnement dûs à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs.

- Socio-Economie -

| Elément du programme | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effets de l'impact ¹ | Mesures correctives |
|----------------------|--|---|---------------------------------|---|
| Agriculture. | Développement de périmètres irrigués, urbanisation et industrialisation. | Gêne l'accès des troupeaux au fleuve du fait de barrières telles que digues, champs cultivés et villages. | Modéré, négatif, à long terme. | Prévoir des couloirs afin que le bétail puisse accéder au fleuve, en respectant autant que possible les axes traditionnels. |

¹L'ampleur de l'impact dépend de la mise en oeuvre des mesures correctives.

C.9. La Santé Publique

C.9.1. Situation sanitaire actuelle

Dans les communautés du bassin du fleuve Sénégal, le poids des maladies repose surtout sur les enfants. Les maladies sont presque uniquement de nature infectieuse et leur agent causal est soit d'origine fécale, soit transporté par l'air. Ce sont, avec le paludisme, les maladies qui y sont les plus fréquentes. La malnutrition atteint surtout les jeunes enfants et il est certain qu'elle détermine en grande partie leur forte vulnérabilité aux maladies infectieuses. Les enfants plus âgés et les adultes semblent être en bonne santé et bien nourris, à l'exception des femmes enceintes qui sont quelque peu anémiées.

Le paludisme pose un grave problème de santé dans le bassin. Cette maladie est cyclique et se transmet surtout en saison des pluies, car la reproduction des moustiques vecteurs et la fréquence de leurs piqûres augmentent dès l'apparition des pluies. Le retour de la saison sèche amène l'arrêt de cette transmission. Le taux de morbidité du paludisme est directement fonction de la durée et de la hauteur des pluies.

L'endémicité du paludisme est plus faible dans le delta et dans la partie inférieure de la moyenne vallée, les pluies y étant moins abondantes. Elle est plus forte dans la moyenne vallée qui bénéficie d'une meilleure pluviométrie, et atteint une intensité maxima dans la haute vallée où la saison des pluies est la plus longue et où les pluies sont les plus abondantes. Dans le delta et dans la partie inférieure de la moyenne vallée, elle va de l'hypo-endémicité (de 0 à 9% d'infections) à la méso-endémicité (de 10 à 49% d'infections). Dans la moyenne vallée elle va de la méso-à l'hyper-endémicité (de 50 à 70% d'infections) et dans la haute vallée, elle est rarement inférieure aux niveaux d'hyper-endémicité. Là où paludisme est hyper-ou-holoendémique (plus de 75% d'infections), les adultes et les adolescents sont relativement peu atteints, tandis que les enfants âgés de 6 mois à 5 ans sont les plus atteints. La maladie est surtout mortelle pour la tranche d'âge de 6 à 24 mois, où le taux de mortalité est estimé entre 10 et 15%.

Dans les zones où le paludisme est hypo- ou méso-endémique, le taux de morbidité chez les jeunes enfants baisse d'une manière abrupte et le taux de mortalité peut décroître des deux-tiers. Cependant, en même temps, les adolescents et les adultes deviennent plus vulnérables au paludisme et le taux de morbidité augmente dans ces tranches d'âge. Le cycle périodique de sécheresse dans le bassin du fleuve Sénégal crée un schéma de transmission oscillant que l'on appelle "paludisme instable". Les communautés où prévaut le paludisme instable bénéficient grandement des années à faible pluviométrie car la transmission est réduite. Mais les bénéfices peuvent être contrebalancés par une perte d'immunité; à la saison des pluies suivante, et avec son taux de transmission plus fort, le paludisme sera plus grave que s'il était resté constamment à un niveau plus élevé d'endémicité.

La bilharziose urinaire est transmise par Schistosoma haematobium; elle est endémique à travers tout le bassin du fleuve, mais son taux de prévalence est assez bas, quoique plus marqué dans les communautés du haut bassin, où malgré tout l'infestation y est de faible intensité. Bien que l'on ne puisse nier l'existence d'intenses foyers d'infestation situés loin du fleuve et provoquant de graves maladies, on ne peut considérer la bilharziose urinaire comme un problème majeur de santé dans le bassin du fleuve Sénégal. Il ne semble pas qu'il y ait dans le bassin de transmission de Schistosoma mansoni, responsable de la bilharziose intestinale.

L'onchocercose pose un véritable problème pour la santé des communautés riveraines de la haute vallée. Les trypanosomiasés sont rares. La maladie du sommeil, que l'on ne rencontre que dans la haute vallée, est peu commune et ne représente pas un réel problème. Des cas isolés de leishmaniose cutanée ont été signalés, mais cette maladie n'atteint pas un seuil critique. La prévalence de parasites intestinaux est étonnamment basse et sans danger pour la santé. La dracunculose (ver de Guinée) a été signalée dans la haute vallée et dans la région de Sélibabi mais ne semble poser qu'un problème mineur.

Les maladies épidémiques classiques: la peste, la fièvre jaune, la méningite due au méningocoque et le choléra semblent ne pas avoir posé de problème ces dernières années. Des cas de trachome ont été observés mais il semble que cette maladie ne soit guère prévalente. En tout état de cause, ces maladies atteignent rarement une phase aiguë dans le bassin du fleuve Sénégal.

Plusieurs maladies transmises par l'air posent des problèmes importants de santé dans le bassin du fleuve, surtout pour les enfants. La rougeole, la tuberculose et la coqueluche sont les causes les plus fréquentes de maladies des voies respiratoires. Les désordres nutritionnels sont surtout observés chez les enfants de moins de sept ans, bien que les cas sérieux soient rares. Les maladies transmises par les matières fécales, en particulier les infections intestinales, la poliomyélite, le tétanos et les vers intestinaux sont les principales causes de maladies infantiles.

La tuberculose est moins fréquente que prévu, mais étant donné l'importance de la malnutrition chez les enfants, on devrait considérer que cette maladie est importante. La lèpre est signalée dans l'ensemble du bassin, avec une prévalence plus forte au Mali. Cette maladie pose un grave problème de santé.

En ce qui concerne les trépanématoses, on s'aperçoit que leur profil est assez intéressant bien qu'inquiétant. La syphilis endémique en tant qu'infection contagieuse non vénérienne, est une maladie infantile. La grande majorité des sujets malades se rétablissent sans traitement ou sans séquelles sérieuses. Une fois guéris, ils sont résistants à la syphilis vénérienne. La syphilis endémique que l'on rencontrait autrefois, partout dans le bassin, a virtuellement été éliminée ces dernières années grâce aux campagnes de soins patronnées par l'OMS. De ce fait, un pourcentage croissant de la population atteint l'âge d'activité

sexuelle sans avoir acquis d'immunité à la syphilis vénérienne. Par conséquent, la syphilis vénérienne particulièrement virulente, est en voie de remplacer la syphilis endémique. Les complications neurologiques, cardiaques et autres altérations héréditaires qui caractérisent la syphilis vénérienne, mais non la syphilis endémique, deviendront donc plus fréquentes dans le bassin du fleuve Sénégal.

Les problèmes de santé créés par les zoonoses n'ont pu être clairement définis. Des cas de maladies telles que la leptospirose, la salmonellose et la brucellose ont été signalés mais il ne semble pas qu'ils constituent un problème important pour la santé. Par ailleurs, le programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal ne devrait pas avoir une influence significative sur la prévalence ou l'importance des zoonoses.

C.9.2. L'impact des projets de développement

Les principaux programmes de développement prévus pour le bassin du fleuve Sénégal auront des impacts notables, négatifs et positifs, sur la santé des habitants du bassin. Les programmes augmenteront la disponibilité en eau et en denrées alimentaires, amélioreront la navigation et fourniront de l'énergie hydro-électrique, ce qui, généralement, a des conséquences bénéfiques pour la santé. Par ailleurs, les programmes modifieront la répartition et la densité des populations, d'où une plus forte probabilité de prévalence des maladies contagieuses. La réalisation des programmes réduira certainement la malnutrition mais ne l'éliminera peut être pas; d'autre part, les services de soins curatifs et préventifs devraient s'étendre. A moins que des mesures adéquates ne soient prises, les impacts négatifs de ces projets pourraient à long terme poser de graves problèmes aux habitants du bassin.

Une extension du paludisme est à prévoir, et son impact se fera surtout ressentir sur les communautés de la partie supérieure de la moyenne vallée. La construction des périmètres irrigués risque de favoriser la reproduction des moustiques vecteurs et par conséquent d'accroître la transmission du paludisme. L'effet global sur l'interaction santé-économie sera négligeable à cause de l'évolution du schéma d'immunité au paludisme.

Il n'est pas prévu de résurgence de la bilharziose et il n'est pas certain que la transmission de schistosomes s'accroisse par suite de l'extension des surfaces irriguées.

Les observations faites indiquent l'absence actuelle de transmission dans les canalisations du bassin. Il pourrait en être de même dans les futurs périmètres irrigués. Le seul nouveau foyer de bilharziose que l'on puisse prédire avec quelque certitude est le réservoir de Manantali. Mais même là, du fait de la faible densité de population, l'impact négatif sur la santé pourrait être minime. Actuellement, la transmission de la bilharziose dans le delta est insignifiante et on ne prévoit pas de changement après la construction du barrage de Diama.

Dans la haute vallée, l'onchocercose disparaîtra des abords du fleuve sur le tronçon qui traverse le site du réservoir de Manantali. La maladie s'aggraverait en aval du barrage jusqu'à Kayes. Néanmoins, l'impact négatif global sur la santé dû à l'évolution de l'onchocercose, sera minime. En outre, l'OMS envisage un programme de lutte contre le vecteur dans les zones du bassin du fleuve Sénégal infestées par les simuliés. Avec un programme de lutte efficace, le problème sera éliminé.

Les arboviroses, la trypanosomiase et la leishmaniose, resteront certainement stationnaires. Il est cependant à noter que les données disponibles sur les arboviroses ne permettent aucune projection définitive.

Le réservoir de Diama permettra à de nombreuses communautés du delta et de la partie inférieure de la moyenne vallée de s'approvisionner sans restriction en eau douce pendant toute l'année, ce qui aura un impact positif sur la santé de ces communautés. L'aménagement de systèmes d'approvisionnement en eau bien construits et entretenus aura pour effet de diminuer la prévalence des maladies transmises par les matières fécales. Par contre, le recasement, l'immigration, et l'urbanisation auront probablement pour effet d'accroître la transmission des maladies d'origine fécale ou transmises par l'air, surtout pendant la période de réalisation des infrastructures.

La réduction des stocks ichthycoles dans l'estuaire et la perte d'importants sites de reproduction dans les plaines d'inondation de la moyenne vallée diminueront la disponibilité en poissons d'eau douce, ce qui pourrait avoir un effet adverse sur la nutrition. Cet effet pourra être compensé par une augmentation de la production des cultures irriguées. La production halieutique du réservoir de Manantali aura un impact positif sur la nutrition des communautés de la haute vallée.

Le revenu familial dans le bassin du fleuve augmentera avec l'expansion de l'agriculture irriguée, ce qui permettra une amélioration qualitative de la ration alimentaire et de l'habitat et le maintien d'un réseau amélioré de centres de santé. Par conséquent, les normes de santé des communautés du bassin du fleuve devraient s'élever.

C.9.3. Mesures visant à amortir les impacts

Le plan d'action établi afin d'amortir les impacts négatifs sur la santé publique, favorise la réalisation au niveau local de programmes de prévention et de traitements sanitaires de préférence à des programmes à grande échelle. On considère, par exemple qu'un programme d'éradication du paludisme n'est pas d'une efficacité certaine et est trop coûteux par rapport à son incidence bénéfique sur la santé. Or, on dispose de moyens pour réduire la transmission des maladies, notamment grâce à l'amélioration de l'éducation sanitaire dans les communautés et la réalisation d'infrastructures appropriées.

Les mesures ci-après visent à limiter la transmission des maladies mais elles ne sont pas du ressort des ministères de la santé:

- a) Planification et construction de réseaux d'alimentation en eau et d'installations de décharge des ordures dans les centres urbains.
- b) Inciter les habitants des villages implantés sur le site du futur réservoir de Manantali à choisir des villages de recasement éloignés de points d'eau infestés de mollusques vecteurs de maladies.
- c) Afin de compenser la perte en poissons d'eau douce destinés à la consommation locale, organiser des réseaux de transport des poissons de mer vers le bassin, créer un système adéquat de gestion halieutique dans le bassin et introduire la pisciculture dans les périmètres irrigués.
- d) Construction et maintenance des canaux d'irrigation et de drainage afin de contrôler la prolifération des mauvaises herbes aquatiques.
- e) Sélection et utilisation judicieuse des pesticides afin d'empêcher toute erreur d'application.

Les mesures recommandées qui relèvent de la responsabilité des ministères de la santé sont:

- a) La création d'un réseau de soins de base au niveau des communautés.
- b) Le développement d'un programme de surveillance médical.

- c) La réalisation d'un programme de lutte contre l'onchocercose par des traitements pesticides contre les simulies;
- d) L'examen médical des ouvriers des chantiers des barrages avant leur embauche;
- e) La réalisation d'une étude sociologique pour mieux adapter l'aspect culturel et les traditions au programme d'éducation sanitaire.
- f) L'estimation de la disponibilité en protéines et en calories selon la production agricole potentielle en la comparant aux besoins des populations.

Il est recommandé de créer un réseau de soins de base au niveau des communautés du bassin, afin de faire bénéficier de soins curatifs et préventifs le maximum de la population. On pourrait notamment envisager des "dispensaires villageois" et de "postes de santé". Les fonctions spécifiques d'un dispensaire villageois seront les suivantes:

- a) Assurer les soins courants et élémentaires;
- b) A titre préventif, assurer l'éducation sanitaire des villageois afin d'améliorer leur connaissance des maladies; leur expliquer et les inciter à acquérir de bonnes habitudes alimentaires et sanitaires.
- c) La création de services de prévention concernés par certains problèmes spécifiques de santé des enfants et des femmes enceintes;

- d) Transmettre aux organismes de santé publique les statistiques relatives aux maladies et autres données sur la situation sanitaire afin qu'ils puissent contrôler les maladies dans le bassin.

Parmi les recommandations relatives aux soins de base figurent les services médicaux et sanitaires aux sites de construction des barrages de Diama et de Manantali.

Un programme judicieux de contrôle sanitaire dans le bassin du fleuve Sénégal permettrait de suivre l'évolution des maladies. Les activités ci-après pourraient être prévues au titre de ce programme:

- a) Mise au point de méthodes de détection des changements dans l'évolution des maladies;
- b) Contrôle des taux de morbidité et des risques de transmission des maladies grâce à l'analyse des statistiques des postes de soins de base et à la mise en application de techniques spécifiques de contrôle.
- c) Contribution à l'identification des besoins dans le domaine sanitaire, aux sites de construction, dans les municipalités, dans les postes de santé et dans les dispensaires villageois.
- d) Estimation des besoins en études spécifiques telles qu'une étude sur les effets que la construction du barrage de Manantali aura sur les populations de mollusques porteurs de schistosomes.

Le programme de lutte contre l'onchocercose que l'OMS envisage de financer et de réaliser, pourrait résoudre le problème posé par cette maladie.

Il est recommandé de faire subir un examen médical aux ouvriers des chantiers avant leur embauche afin de réduire les risques de transmission des maladies.

(Voir Tableau C.9-1, pour les impacts sur l'environnement dûs à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs).

Tableau C. 9-1.

Impacts sur l'environnement dus à la réalisation du programme de mise en valeur du Bassin du Fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs

- Santé Publique -

| Eléments du programme | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effet de l'impact | Mesures d'atténuation |
|------------------------------------|--|---|---|--|
| Barrage de Diama | Création de la retenue d'eau de Diama. | Problèmes de drainage dans plusieurs villages du delta. | Négatif et permanent. L'étendue et la durée de l'impact dépendront de la mise en oeuvre des méthodes correctives. | Si nécessaire, encourager le recasement. |
| | | Pas d'augmentation dans la prévalence du paludisme dans le delta et la basse vallée. | Néant. | Néant. |
| | | Augmentation de la transmission des arboviroses du fait de l'augmentation des populations de moustiques vecteurs dans le delta. | Léger, négatif, à long terme et permanent. | Néant. |
| | | Augmentation de la densité des population d'escargots porteurs de schistosomes. | Probablement modéré, négatif, à long terme et permanent. | Surveillance médico-sanitaire. |
| Barrages de Diama et de Manantali. | Création d'une barrière anti-sel à Diama ; régularisation des débits depuis Manantali. | Disponibilité croissante en eau douce durant toute l'année en amont de Diama. | Modéré, positif, à long terme, limité à la saison sèche. | Néant. |
| | | Pertes de stocks de poisson dans le delta et dans la vallée du fleuve. | Léger à modéré selon la mise en oeuvre des méthodes correctives, à long terme et permanent. | Transport de poisson de mer vers le bassin pour compléter les apports de protéine surtout durant les quelques années suivant la construction des barrages. |

Tableau C. 9-1 (Suite)

Impacts sur l'environnement dus à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs

- Santé Publique -

| Eléments du Programme | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effet de l'impact | Mesures correctives |
|-----------------------|---|--|---|---|
| Barrage de Manantali | Recasement des habitants des villages inondés par la retenue. | Manque d'installations d'approvisionnement en eau et d'évacuation des déchets dans les régions de recasement. | Négatif et permanent, l'étendue et la durée dépendent de la mise en oeuvre des mesures d'atténuation. | Installations d'approvisionnement en eau et d'évacuation des déchets. Incorporation des villages dans le système de soins de base. |
| | Création de la retenue d'eau de Manantali. | Augmentation des stocks halieutiques en amont du barrage de Manantali. | Modéré dans la zone de la retenue, positif, à long terme et permanent. | Néant. |
| | | Augmentation des populations d'escargots vecteurs de schistosomes. | Léger à modéré ¹ , négatif, à long terme et permanent. | Réduire le contact entre hommes et escargots en recasant les villageois loin de la retenue d'eau. Surveillance médico-sanitaire. |
| | | Réduction de la transmission de l'onchocercose en amont du barrage de Manantali. | Modéré, positif, à long terme et permanent pour les communautés vivant près de la retenue. | Surveillance médico-sanitaire. |
| | | Augmentation de la prévalence des vecteurs de trypanosomes (mouches tsé-tsé) et d'arbovirus (certains moustiques). | Nul à faible selon l'environnement, à long terme, négatif et permanent. | Surveillance médico-sanitaire. |

¹L'amplitude des impacts dépend de facteurs de l'environnement encore inconnus et de la façon dont seront suivies les mesures d'atténuation recommandées.

Tableau C. 9-1 (Suite)

Impacts sur l'environnement dûs à la réalisation du programme de mise en valeur du Bassin du Fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs

- Santé Publique -

| Eléments du Programme | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effet de l'impact | Mesures d'atténuation |
|-------------------------------|--|---|---|---|
| Barrage de Manantali (suite). | Lâchures d'eau dans le Bafing en aval du barrage quand le réservoir n'est pas plein. | Augmentation des populations de simuliés transmettant l'onchocercose. | Modéré, négatif, à long terme et limité à la saison sèche dans la région allant de Manantali à Kayes. | Mise en oeuvre du programme de lutte contre l'onchocercose tel que prévu par l'O.M.S. |
| Développement agricole. | Production agricole. | Augmentation de l'approvisionnement en denrées alimentaires dans la vallée du fleuve, réduction de la malnutrition surtout parmi les enfants. | Exceptionnel, positif à long terme et permanent. | Etude nutritionnelle afin de déterminer les disponibilités actuelles et futures en protéines et en calories |
| | Aménagement de nouveaux canaux d'irrigation et de drainage et de rizières. | Transmission accrue du paludisme dans les zones plus étendues et plus nombreuses d'eau stagnante. | Léger dans les plaines d'inondation, surtout pendant la saison sèche, négatif, à long terme et permanent dans toute la plaine d'inondation. | Normes appropriées de construction et d'entretien des canaux. Développement d'un système de soins de base. |
| | | Evolution de la prévalence des escargots vecteurs du schistosome. | Nul à modéré, incertain à cause des effets inconnus sur les populations d'escargots, probablement négatif, à long terme et permanent. | Surveillance médico-sanitaire. Education en santé publique par le biais des soins de base. |
| | | Evolution de la prévalence des moustiques vecteurs transmettant les arboviroses. | Nul à léger, incertain à cause d'effets inconnus causés par l'environnement, probablement négatif, à long terme et permanent. | Néant. |

Tableau C. 9-1 (Suite)

Impacts sur l'environnement dûs à la réalisation du programme de mise en valeur du Bassin du Fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs

- Santé Publique -

| Eléments du Programme | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effet de l'impact | Mesures d'atténuation |
|--------------------------------|--|---|---|--|
| Développement agricole (suite) | Utilisation de pesticides pour l'agriculture | Ingestion à long terme de résidus de pesticides présents dans l'air, l'eau et les produits agricoles. | Léger, négatif, à long terme et permanent. | Eviter l'emploi excessif de pesticides. |
| Développement urbain | Concentration de populations dans les centres existants et sur les sites de construction des barrages. | Augmentation de maladies humaines. | Léger à grave, selon les conditions locales et la mise en oeuvre des mesures d'atténuation, négatif, à long terme et permanent. | <p>Visite médicale des ouvriers des chantiers de construction avant leur embauche.</p> <p>Etude sociologique afin d'adapter le programme de soins de base aux traditions locales</p> <p>Système de soins de base</p> |

C.10. Pêches

C.10.1. Situation actuelle

C.10.1.1. Pêche fluviale

Le taux actuel de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal, étant inférieur à un pour-cent, la pêche y existe à l'état naturel, et est fortement influencée par les variables climatiques de saison de pluies et de saison sèche. Pendant la saison des pluies, d'août à décembre, la pêche dans la moyenne vallée est caractéristique des pêches en eau douce et dépend des crues qui recourent la plaine d'inondation et qui reconstituent le stock halieutique; la plaine offre alors un habitat pour de nombreuses espèces ichtycoles (cf. Tableau C.10-1).

En saison sèche, le niveau du fleuve baisse graduellement obligeant les poissons à quitter la plaine d'inondation et à se concentrer dans le lit du fleuve. Les captures, où l'on trouve même des poissons de moins d'un an sont surtout composées des espèces d'eau douce ci-après: Osteoglossidae, Clariidae, Schilbeidae, Bagridae, Mochocidae, Cichlidae et Centropomidae.

Lors du retrait des eaux, il se développe une langue salée qui remonte le fleuve depuis l'embouchure jusqu'au Marigot de Doué, à Podor. Les conditions estuariennes créées par ce phénomène, sont critiques pour les poissons dont le cycle de vie est lié au régime de salinité à savoir des espèces importantes telles que l'Alose africaine Ethmalosa fimbriata, Tilapia guineensis, Sarotherodon melanotheron heudolotii, Mugil spp. et Liza spp. Les invertébrés vivant dans des conditions estuariennes sont le crabe Callinectes spp. et la crevette Penaeus duorarum. L'alose africaine joue qu'un faible rôle dans la pêche commerciale, mais est très important dans la pêche artisanale.

Tableau C. 10-1

Production halieutique annuelle dans le Bassin du Fleuve Sénégal en année de crue moyenne,
avant et après la réalisation de différents projets de développement.

| Année | Lac de Guiers | Lac R' Kiz | Aftout es Sahel | Réservoir de Diama | Tonnes de poisson par An | | | Total |
|-------------------|------------------|---------------|--------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|--------|
| | | | | | Estuaire du Fleuve Sénégal | Réservoir de Manantali | Plaine d'inondation | |
| 1978 ¹ | 2 250 | --- | 5 | 7 500 | 4 000 | --- | 33 000 | 46 755 |
| 1986 ² | 2 750 | 1 200 | 5 000 | 4 500 | x 7 | --- | 31 300 | 45 250 |
| 1987 ³ | 2 750 | 1 200 | 5 000 | 4 500 | x 7 | 4 000 | 20 400 | 37 850 |
| 2002 ⁴ | 2 750 | 1 200 | 5 000 | 4 500 | x 7 | 3 000 | 19 200 | 35 650 |
| 2003 ⁵ | 2 750 | 1 200 | 5 000 | 4 500 | x 7 | 3 000 | 13 800 | 30 250 |
| 2028 ⁶ | 2 750 | 1 200 | 5 000 | 4 500 | x 7 | 3 000 | 11 400 | 27 850 |

1/ Conditions actuelles.

2/ Barrage de Diama achevé. La pêche estuarienne est perdue ; la production halieutique augmente grâce à la réalimentation en eau des dépressions naturelles ; une partie de la plaine d'inondation est perdue à cause des aménagements agricoles.

3/ Barrage de Manantali achevé. Importante perte de production halieutique dans la plaine d'inondation à cause de la crue artificielle et des nouveaux aménagements agricoles.

4/ Comme en 1987 avec une perte de plaine d'inondation à cause des aménagements agricoles.

5/ L'interruption de la crue artificielle se traduit par une perte de superficie importante dans la plaine d'inondation.

6/ Comme en 2003 avec perte accrue de plaine d'inondation à cause des aménagements agricoles.

7/ Le stock halieutique estuarien tel qu'il existe actuellement sera détruit.

Pour permettre une comparaison avec les futurs changements qui interviendront dans le secteur de la pêche par suite de l'aménagement du bassin, on a procédé à l'estimation de la production halieutique actuelle dans les habitats existants et dans les sections du bassin situées en amont et en aval des futurs sites de barrages et où se créeront de nouveaux habitats aquatiques. Ces zones sont:

- a. Le Lac de Guiers - Pour une superficie moyenne de 22 500 hectares et une récolte annuelle de 100 kilogrammes par hectare, ce plan d'eau fournit par an 2 250 tonnes de poisson destiné à la consommation.
- b. Le Lac R'Kiz - Dans les conditions actuelles, la récolte provenant de ce plan d'eau est faible ou nulle. En décembre 1977, le lac était à sec.
- c. L'Aftout-es-Sahel - D'après les observations de 1977, il y avait deux étangs de 25 hectares qui fournissaient une récolte annuelle estimée à cinq tonnes de poisson.
- d. Zone en amont du futur barrage de Diama - (Haut-Delta)
La production halieutique actuelle atteint en moyenne 7 500 tonnes par an.
- e. L'Estuaire - (Bas Delta) Cette section du fleuve produit une moyenne de 4 000 tonnes/an de poissons, mollusques et crustacés.
- f. Zone en amont du site du futur barrage de Manantali - Actuel-
lement, la production halieutique dans le Bafing, est assez importante mais n'a pu être quantifiés; elle est destinée à l'auto-consommation.

- g. La Plain d'Inondation - En supposant une superficie moyenne de 550 000 hectares dans la plaine d'inondation et une récolte de 60 kilogrammes par hectare et par an, la production halieutique est de 33 000 tonnes/an.

La consommation annuelle moyenne de poissons par personne dans le bassin du fleuve Sénégal est actuellement et pour l'an 2000 respectivement, de 58 et 67 kg/p/an au Sénégal, 15 et 22 kg/p/an en Mauritanie et 15 et 15 kg/p/an au Mali. Les estimations de la présente étude indiquent que la demande actuelle de poisson est de 48 000 tonnes, qu'elle sera de 110 930 tonnes en l'an 2000, et de 240 000 tonnes en l'an 2028. L'augmentation de la demande peut être attribuée à l'accroissement de la consommation annuelle par personne mais surtout à l'expansion démographique rapide du bassin du fleuve qui est aujourd'hui de 1,6 million de personnes mais qui devrait atteindre 2,9 millions en l'an 2000 et 6,3 millions en l'an 2028.

C.10.1.2. Commercialisation du poisson de mer dans le bassin du fleuve Sénégal

En plus de la production mentionnée ci-dessus, une certaine quantité de poissons de mer est vendue dans le bassin du fleuve Sénégal provenant des centres de pêche artisanale de St.-Louis, Kayar, Yoff, Soumbédioune, Rufisque, Mbour, Joal et Djifère. Les statistiques pour 1976 (Direction de l'Océanographie et des Pêches Maritimes (D.O.P.M.) du Sénégal) indiquent une production de la pêche artisanale de 181 500 tonnes par an. Pour 1977 les statistiques de la FAO indiquent 120 000 tonnes, tandis que les archives de la D.O.P.M. mentionnent une récolte de 138 400 tonnes, pour la pêche artisanale. Selon la D.O.P.M., sur ces récoltes annuelles, 28 100 tonnes ont été vendues en 1976 et 12 770 tonnes en 1977 dans le bassin du fleuve Sénégal. Une partie infime de ces tonnages provient de la pêche industrielle, mais ces ventes n'ont pu être dégagées des statistiques ci-dessus (communication personnelle avec Bernard Diob, Expert en Pêche, D.O.P.M., avril 1979). La production halieutique maritime en Mauritanie et commercialisée dans le bassin du fleuve Sénégal est de moindre importance (Communications personnelles, Traoré, 1977).

C.10.2. Impacts des aménagements prévus sur la pêche

C.10.2.1. Impacts sur la pêche dans le fleuve Sénégal

Les aménagements prévus, notamment la construction des barrages de Diama et de Manantali, et le début de l'agriculture irriguée intensive, auront un effet net, à savoir la modification permanente de l'environnement aquatique. On pense qu'il y aura un déficit permanent dans les récoltes annuelles de poisson d'eau douce parallèlement à une baisse progressive des récoltes entre 1979 et 2028 (Tableau C.10-2). Cette baisse se produira à différentes étapes correspondant à celles du développement du bassin du fleuve Sénégal. Les gains et les pertes de production halieutiques annuelles des zones du bassin présentées dans la section précédente, ont été comparés (Tableau C.10-2). Les hypothèses adoptées pour l'estimation de la future production halieutique sont brièvement énoncées ci-dessous:

- a. Lac de Guiers - L'accroissement du potentiel de recharge après la construction du barrage de Diama portera la superficie moyenne du lac à 27 000 hectares. Cela créera de nouveaux habitats aquatiques d'où un accroissement de la biomasse ichthycole et une augmentation de la récolte annuelle potentielle qui atteindra 2 750 tonnes, soit un gain net annuel de 500 tonnes de poisson destiné à la consommation.
- b. Lac R'Kiz - Avec l'amélioration de la recharge, la surface inondée sera en moyenne de 16 000 hectares. Selon les projections, ce plan d'eau peut fournir une récolte annuelle de 1 200 tonnes de poisson.

Tableau C.10-2.

Gains et Pertes nets de poisson dans le Bassin du Fleuve Sénégal aux différents niveaux de développement prévus, pour une hypothèse de crue moyenne

| Année | Tonnes de poisson par an | | | | | | | Total | % de perte par rapport à la production halieutique (52 755 t.) de 1978 |
|-------|--------------------------|-----------|-----------------|--------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------|----------|--|
| | Lac de Guiers | Lac R'Kiz | Aftout es Sahel | Réservoir de Diama | En aval du Barrage de Diama | Réservoir de Manantali | Plaine d'inondation | | |
| 1978 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 1986 | + 500 | + 1 200 | + 5 000 | - 3 000 | - 4 000 | - | - 1 200 | - 1 500 | 3 |
| 1987 | + 500 | + 1 200 | + 5 000 | - 3 000 | - 4 000 | + 4 000 | - 12 600 | - 8 900 | 17 |
| 2002 | + 500 | + 1 200 | + 5 000 | - 3 000 | - 4 000 | + 3 000 | - 13 800 | - 11 100 | 21 |
| 2003 | + 500 | + 1 200 | + 5 000 | - 3 000 | - 4 000 | + 3 000 | - 19 200 | - 16 500 | 31 |
| 2028 | + 500 | + 1 200 | + 5 000 | - 3 000 | - 4 000 | + 3 000 | - 21 600 | - 18 900 | 36 |

- c. Aftout-es-Sahel - La superficie inondée sera en moyenne de 50 000 hectares après l'amélioration de la recharge; dans cette région se créera un environnement aquatique stable, et les récoltes annuelles devraient atteindre 5 000 tonnes de poisson, soit un gain annuel net possible de 5 000 tonnes de poisson. La forte salinité pourrait limiter le développement de la pêche.
- d. Zone en amont du barrage de Diama - La construction du barrage de Diama créera une retenue d'eau douce d'une surface moyenne de 45 000 hectares. Selon les projections, elle pourra produire une récolte annuelle maximum de 4 500 tonnes de poisson. Dans les conditions actuelles, cette zone est analogue au delta supérieur qui fournit en moyenne une récolte de 7 500 tonnes de poisson/an. Par conséquent, sa production halieutique subira une perte annuelle nette de 3 000 tonnes de poisson.
- e. Estuaire - La construction du barrage de Diama se traduira par une modification du régime de la salinité. Le gradient de salinité par kilomètre d'estuaire sera réduit, d'où une diminution des habitats disponibles dans cette zone. En avril, mai et juin, même lorsque le barrage de Manantali sera opérationnel, les concentrations de salinité en aval du barrage de Diama risquent de ne pas être inférieures à 10 à 15 p.p.m. La réduction des habitats se traduira par une diminution de la biomasse ichtycole du delta inférieur. En outre, les poissons d'eau saumâtre et les poissons marins dont le cycle de vie exige un taux de salinité plus faible, ou de l'eau douce, disparaîtront. Les espèces actuelles tolérantes au sel seront prédominantes et de nouvelles espèces pourront s'établir dans les habitats nouvellement créés. On espère que la pêche de ces poissons créera des emplois et un apport de produits pour consommation locale. Les prévisions de cette étude indiquent une perte annuelle nette de 4 000 tonnes de poissons, du fait de la destruction du stock halieutique estuarien.

- f. Barrage de Manantali - Le futur barrage créera une zone endiguée de 45 000 à 50 000 hectares. Avec une zone de 50 000 hectares et l'hypothèse que la nouvelle retenue d'eau produira une récolte de 80 kilogrammes de poisson par hectare et par an, la récolte sera de 4000 tonnes de poisson par an. Comme les substances nutritives s'incrusteront dans la boue de fond et que la retenue d'eau aura des caractéristiques mésotrophiques, la récolte annuelle descendra à environ 60 kilogrammes par hectare, soit 3 000 tonnes de poisson destiné à la consommation. Les espèces prédominantes dans la pêche commerciale nouvellement créée devraient être les divers Cichlidae, notamment les Tilapia et Sarothéron.
- g. Plaine d'inondation - En 1986, la perte de 20 000 hectares d'habitats dans la plaine d'inondation due à la réalisation du barrage de Diama et aux aménagements agricoles, se traduira par une perte annuelle de 1200 tonnes de poisson. L'achèvement en 1987 du barrage de Manantali et l'écrêtement des crues entraîneront une perte d'environ 12 600 tonnes de poisson du fait d'une nouvelle diminution des habitats de la plaine d'inondation. En 2003, la perte permanente en plaine d'inondation due aux aménagements agricoles et à l'arrêt de la crue artificielle, détruira d'autres habitats entraînant une perte annuelle de 19 200 tonnes de poisson. Enfin en phase finale de développement agricole (2028), la perte d'habitat sera en moyenne de 360 000 hectares dans la plaine d'inondation d'où une réduction correspondante de la production halieutique qui atteindra en moyenne 11 400 tonnes/an alors qu'elle est actuellement de 33 000 tonnes/an. Cela se traduira pour la production globale dans le bassin par une perte annuelle nette de 21 600 tonnes de poisson en 2028.

C.10.2.2. Impacts sur la future consommation de poisson

La demande en poisson comestible augmentera dans le bassin du fleuve Sénégal du fait d'une hausse de la consommation par habitant et de la croissance démographique dans toutes les zones du bassin (cf. Tableau C.10-3). Si l'on se base sur le tonnage de captures de poisson d'eau douce dans le bassin du fleuve Sénégal, l'offre en produits de la pêche destinés à la consommation sera déficitaire en 1980, et le déficit pourrait se produire dès à présent dans les régions de Dagana et Rosso, (cf. Tableau C.10-4). Cette situation ne semble pas critique, étant donné qu'une grande partie, sinon la totalité, de ce déficit est compensé par la pêche maritime. La diminution des captures de poissons d'eau douce et d'eau saumâtre du fait de la destruction des habitats due aux aménagements, et la hausse permanente de la demande, se traduiront par un déficit net de 75 280 tonnes/an de poisson en l'an 2000 et de 212 268 tonnes/an en 2028 (cf. Tableau C.10-4). Aucune évaluation n'a été faite des pertes entre la capture et la vente du poisson, pertes imputables aux mauvaises méthodes de conservation, de stockage et de transport. Si l'estimation des déficits a été faite sans qu'il soit tenu compte de ces pertes, les chiffres seront beaucoup plus élevés.

C.10.3. Mesures visant à atténuer les impacts.

C.10.3.1. Baisse de la production halieutique et accroissement de la demande en produits consommables

Il a été établi que, pour réduire la baisse permanente de la production halieutique, il conviendrait de mettre au point un programme intégré qui engloberait: l'exploitation de la pêche maritime; l'amélioration des techniques de conservation, de stockage, et de transport; l'intégration de l'agriculture et de la pisciculture; et l'utilisation de techniques de gestion appropriées. A court-terme, pour résorber le

Tableau C.10-3

Situation actuelle et future de la demande en produits de la pêche aux
différentes étapes de mise en valeur du bassin du Fleuve Sénégal

| Zone | Population ⁱ en 1980 | Consommation en 1980 Tonnes/An | Population ⁱ en l'an 2000 | Demande en l'an 2000 Tonnes/An | Population ⁱ en l'an 2028 | Demande en l'an 2028 ^h Tonnes/An |
|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|--|
| 1 Dagana | 230 000 | 13 800 ^a | 504 400 | 34 000 ^e | 1 130 900 | 76 200 ^e |
| 2 Podor | 157 200 | 8 820 ^b | 277 000 | 18 700 ^e | 590 500 | 39 800 |
| 3 Matam | 178 500 | 10 000 ^b | 305 300 | 20 600 ^e | 654 500 | 44 100 |
| 4 Bakel | 30 400 | 390 ^c | 51 200 | 3 450 ^e | 104 300 | 7 030 |
| 5 Rosso | 241 300 | 3 620 ^d | 384 700 | 8 460 ^f | 809 700 | 17 800 |
| 6 Boghé | 167 700 | 2 520 ^d | 272 800 | 6 000 ^f | 568 300 | 12 500 |
| 7 Kaédi | 179 500 | 2 690 ^d | 289 500 | 3 370 ^f | 564 600 | 12 400 |
| 8 Selibabi | 104 900 | 1 570 ^d | 165 400 | 3 640 ^f | 384 400 | 7 670 |
| 9 Kayes | 249 500 | 3 590 ^d | 446 500 | 6 700 ^g | 1 036 700 | 15 600 |
| 10 Bafoulabé | 120 500 | 1 810 ^d | 204 300 | 3 060 ^g | 466 600 | 7 000 |
| Total | 1 649 500 | 48 800 | 2 901 100 | 110 900 | 6 274 500 | 240 100 |

a/ 59,9 kg/personne/an
b/ 56,1 kg/personne/an
c/ 13 kg/personne/an
d/ 15 kg/personne/an
e/ 67,4 kg/personne/an
f/ 22 kg/personne/an
g/ 15 kg/personne/an

h/ En supposant que la demande par personne sera la même en l'an 2028 qu'en l'an 2000.

i/ Les chiffres sur la population proviennent du Rapport Socio-Economique en combinant les chiffres de future population urbaine avec les prévisions démographiques du Programme de l'O.M.V.S. et de DeSure.

Tableau C.10-4

Situation de l'offre et de la demande en produits de la pêche fluviale en années de crue moyenne,
aux différentes étapes de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal (tonnes/an).

| Année | Élément | Basse Vallée ^a | Moyenne Vallée ^b | Haute Vallée ^c | Total |
|-------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------|
| 1980 | Demande de poisson | 17 400 | 29 600 | 1 080 | 48 080 |
| | Récolte halieutique prévue | 4 500 ^d | 42 750 ^e | - f | 47 250 |
| | Gain (+) ou Déficit (-) | - 12 900 | + 13 150 | - f | + 250 |
| 2000 | Demande de poisson | 42 460 | 65 410 | 3 060 | 110 930 |
| | Récolte halieutique prévue | 5 000 ^d | 27 650 ^e | 3 000 ^f | 35 650 |
| | Gain (+) ou Déficit (-) | - 37 460 | - 37 760 | - 60 | - 75 280 |
| 2003 | Demande de poisson | 94 040 | 139 080 | 7 000 | 240 120 |
| | Récolte halieutique prévue | 5 000 ^d | 19 850 ^e | 3 000 ^f | 27 850 |
| | Gain (+) ou Déficit (-) | - 89 040 | - 119 230 | - 4 000 | - 212 270 |

a/ La Basse Vallée comprend les régions de Dagana et de Rosso.

b/ La Moyenne Vallée comprend les régions de Podor, Matam, Bakel, Bughé, Kaédi, Sélibabi et Kayes.

c/ La Haute Vallée comprend la région de Bafoulabé.

d/ Comprend la récolte halieutique de l'estuaire et de l'Aficut es Sahel.

e/ Comprend la récolte halieutique du Lac de Guiers, du Lac R'Kiz, du Réservoir de Diama et de la plaine d'inondation.

f/ Comprend la récolte halieutique de la région de Manantali ; les données sont insuffisantes pour établir des prévisions pour l'année 1980.

futur déficit halieutique, il faudrait intensifier l'exploitation de la pêche maritime off-shore afin de mieux assurer l'approvisionnement des trois pays. Un quai de pêche, une chambre froide et une usine de transformation, viennent d'être construits à St.-Louis. Après l'achèvement du chenal d'entrée dans l'estuaire, la flottille de pêche commerciale aura accès au port. L'expansion de la pêche maritime commerciale aux ports de St.-Louis, Dakar, Djifer et Elinkin au Sénégal, devrait permettre une production de 246 500 tonnes/an de poisson commercialisable. La Mauritanie développe également une pêche commerciale et vient de moderniser ses installations de pêche à Nouadhibou. La pêche commerciale et la pêche artisanale en voie de développement devraient être en mesure de fournir des tonnages accrus aux marchés de l'intérieur, y compris ceux du bassin du fleuve Sénégal. Il faudrait étudier la possibilité de produire des aliments peu coûteux à partir des produits accessoires de la pêche industrielle (poissons de faible valeur commerciale) et présentés sous forme de farine de poisson ou de galettes.

Pour assurer le ravitaillement de l'intérieur des pays en quantités accrues de produits de la pêche, les réseaux de transport devront être améliorés. Actuellement, une route praticable en toute saison est en construction entre Matam et Bakel. L'effort devra être poursuivi dans ce sens; il sera également nécessaire de prévoir des moyens adéquats de maintenance des routes pour faciliter l'accès des produits de pêche maritime, véritables sources de protéines.

Dans de nombreux pays en développement, une part appréciable des protéines disponibles est perdue du fait des mauvaises techniques d'emmagasiner et de conservation. Selon des estimations sur la pêche continentale de certains pays africains, 50 à 70 pour-cent de la production est perdue entre la capture et la commercialisation; ces pertes sont surtout dues à la dégradation bactérienne et à l'infestation par les oeufs et les larves d'insectes, de même qu'aux mauvaises techniques de fumage, de salaison et de séchage. En assurant une bonne conservation, un stockage hygiénique et de bonnes conditions de transport, la diminution de ces pertes pourrait en grande partie compenser le futur déficit dû à la réalisation du programme de l'O.M.V.S.

Pour assurer l'adoption de ces techniques ainsi que la construction d'installations de stockage et de chambres froides le long des principaux axes routiers de la pêche, la création de services de vulgarisation assurerait le transfert des dernières technologies vers les communautés de pêcheurs. Cela exigera la formation et l'instruction appropriées du personnel des services publics. Les travaux de recherche menés par les agences gouvernementales (Eaux et Forêts par exemple) ou par l'Université Gaston Berger, devraient assurer une formation et des services de vulgarisation adéquats aux équipages des flottes de pêche maritime et fluviale, aux techniciens des industries de traitement, aux distributeurs et aux commerçants. Seul un effort intégré des gouvernements, des instituts de formation et du secteur privé aboutira à une amélioration de l'industrie des pêches.

Outre l'amélioration de la pêche, les pertes de production halieutique due aux aménagements prévus seront en partie compensées par le futur accroissement de la production agricole, ce qui permettra de combler quelque peu le déficit en protéines, en matières grasses et en calories dû à la diminution des stocks halieutiques d'eau douce destinés à la consommation dans le bassin. Cette production agricole sera surtout composée de riz, blé, maïs, sorgho, niébés, de légumes et fruits ainsi que les produits de l'élevage. Si elle est intégrée au programme d'agriculture irriguée intensive, la pisciculture peut fournir un supplément d'apports nutritifs. Les sous-produits agricoles tels que les balles de riz ou de blé (souvent jetés au rebut) peuvent être transformés en aliments pour les poissons élevés en viviers. Le fumier de bétail et de volaille peut être déversé dans les viviers pour accroître la biomasse planctonique, qui constituera un aliment naturel pour les poissons. Le succès d'un tel programme exige un soutien financier. Actuellement, on envisage d'intégrer au programme agricole en cours un programme de pisciculture Sénégal/Corps de la Paix Américain/USAID. Les Eaux et Forêts et le Corps de la Paix vont créer une station de recherche et

élever des géniteurs (probablement Tilapia spp.) destinés aux casiers piscicoles qui seront situés dans les périmètres irrigués exploités par la SAED. Des opérations semblables peuvent être réalisées en Mauritanie, et probablement au Mali où la culture en cage pourrait obtenir de bons résultats.

En outre, un habitat de poissons pourrait être créé par la recharge artificielle des dépressions. Au Sénégal, ceci pourrait être accompli par la recharge de Ndiels, Menguêye, et la basse vallée du Ferlo. Il est recommandé une étude afin de fixer d'autres plaines inondables où la remise en eau permettrait une production supplémentaire de poisson.

Conjointement à ces activités et à la future augmentation de la demande en produits de la pêche par suite de l'accroissement démographique un programme de gestion de la pêche continentale devrait être instauré. Ce programme nécessitera des scientifiques et des économistes qui seront chargés des études sur la composition des captures, sur les réseaux de distribution de la production halieutique, sur la situation du marché (notamment de la demande) dans l'ensemble du bassin. L'harmonisation de la réglementation de la pêche dans les trois états-membres est une tâche urgente dont la coordination devrait être assurée par l'O.M.V.S. L'entrée en vigueur de ces réglementations devrait être immédiate pour assurer de meilleurs rendements de pêche. Une connaissance plus approfondie des futurs développements de la pêche dans les réservoirs de Diama et de Manantali, dans le lac de R'Kiz et dans l'Aftout-es-Sahel, serait souhaitable. Enfin la gestion rationnelle de ces plans d'eau assurerait l'approvisionnement régulier des zones avoisinantes en produits de la pêche.

C.10.3.2. Mesures visant à atténuer la perte d'une partie de l'estuaire

Dans le delta inférieur, la destruction d'une partie de l'estuaire et donc de sa production halieutique, pourrait être évitée en créant un canal de dérivation de l'eau douce du réservoir de Diama vers les lacs Tianbrank-Diaouling, et en assurant un gradient de salinité qui permettrait aux poissons catadromes et anadromes et aux invertébrés de compléter leur cycle de vie. Selon les estimations, la construction d'un canal allant de Débi, sur le fleuve Sénégal, jusqu'au complexe de Tianbrank-Diaouling coûterait 675 millions CFA. Pour l'environnement un estuaire artificiel serait considéré comme bénéfique quel qu'en soit le coût, car il empêcherait la destruction des organismes aquatiques dont le cycle de vie est lié au biotope de l'estuaire. Une étude plus approfondie de sa factibilité au plan biologique et technique est nécessaire. Même si cette mesure est économiquement réalisable, la décision finale ne devrait être prise qu'après une analyse minutieuse de sa rentabilité.

(Voir Tableau C.10-5, pour les impacts sur l'environnement dus à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs).

Tableau C.10-5

Impacts sur l'environnement dûs à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs

- Pêches -

| Elément | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effets de l'impact | Mesures correctives |
|-----------------------|--------------------------------------|---|--|---|
| Barrage de Diama. | Réalimentation du Lac de Guiers. | Augmentation de 500 tonnes de la récolte halieutique annuelle. | Modéré, positif, à long terme, permanent. | Amélioration des techniques de conservation et de stockage. Amélioration du transport Techniques de gestion adéquates. |
| | Réalimentation du Lac R'Kiz. | Augmentation de 600 à 1 200 tonnes de la récolte halieutique annuelle. | Exceptionnel, positif, à long terme, permanent | Comme ci-dessus. |
| | Réalimentation de l'Aftout es Sahel. | Gain net de 5 000 tonnes de poisson par an. | Comme ci-dessus. | Comme ci-dessus. |
| | Retenue d'eau en amont du barrage. | Perte nette de 3 000 tonnes de poisson par an. | Important, négatif, à long terme, permanent. | Exploitation des stocks halieutiques marins. Amélioration des techniques de conservation et de stockage. Amélioration du transport Agriculture/pisciculture intégrées. Techniques de gestion adéquates. |
| L'estuaire. | | Perte définitive de 4 000 tonnes de poisson par an due à la disparition de la salinité et celle d'autres conditions estuariennes. | Important, négatif, à long terme, permanent. | Comme ci-dessus et création d'un estuaire artificiel. |
| | | Perte définitive de poisson et d'espèces invertébrées commercialement importants. | | |
| Barrage de Manantali. | Retenue d'eau en amont du barrage. | Formation d'un nouvel habitat dont la production initiale sera de 4 000 tonnes de poisson par an, et qui sera ultérieurement réduite à 3 000 tonnes/an quand les conditions se stabiliseront. | Important, positif, à long terme et permanent. | Amélioration des techniques de conservation et de stockage. Amélioration du transport. Agriculture/pisciculture intégrées. Techniques de gestion adéquates. |

Tableau C.10-5 (Suite)

Impacts sur l'environnement dûs à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs

- Pêches -

| Élément | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effets de l'impact | Mesures correctives |
|--|---|--|--|---|
| Barrage de Diama et Agriculture irriguée. | L'habitat de la plaine d'inondation sera moins inondé. | Perte de production halieutique de 1 200 tonnes par an d'ici l'an 1986 pendant les années de crues moyennes à cause de la perte de 20 000 hectares de plaine d'inondation. | Important, négatif, à long terme et permanent. | Exploitation des stocks halieutiques maritimes. Amélioration des techniques de conservation et de stockage. Amélioration du transport. Agriculture/pisciculture intégrées. Techniques de gestion adéquates. |
| Barrages de Diama et de Manantali et Agriculture avec une crue artificielle. | Diminution de plus en plus ressentie de l'habitat de la plaine d'inondation. | D'ici l'an 1987, perte de production halieutique de 12 600 tonnes par an due à la perte de 210 000 hectares d'habitat dans la plaine d'inondation en années de crues moyennes. | Important, négatif, à long terme et permanent. | Comme ci-dessus. |
| Barrages de Diama et de Manantali, cessation de la crue artificielle et aménagement agricole maximum | Perte maximum d'habitat de la plaine d'inondation. | (Années de crue moyenne). D'ici 2028, perte de 360 000 hectares d'habitat de la plaine d'inondation causant une perte annuelle de production halieutique de 21 600 tonnes. | Important, négatif, à long terme et permanent. | Comme ci-dessus. |
| Barrages de Diama et de Manantali et Aménagement Agricole. | Réduction de l'habitat ichtycole, augmentation de la population humaine et de la demande en poissons pour l'alimentation. | D'ici l'an 1980, sous des conditions idéales, il y aura un déficit de 7 400 tonnes dans les stocks halieutiques d'eau douce et estuariennes des régions de Dagana et de Rosso. La demande en produits de la pêche par les populations du Bassin atteindra 75 000 tonnes/an en l'an 2000 et 212 000 tonnes/an en l'an 2028. | Important, négatif, à long terme et permanent. | Comme ci-dessus. |

C.11. Flore aquatique

C.11.1 Conditions actuelles

On trouve dans le fleuve Sénégal et le Lac de Guiers plus de 50 espèces végétales aquatiques. En saison des crues, les fluctuations du niveau de l'eau, la vitesse des débits et la forte turbidité dans le fleuve Sénégal, limitent la croissance de ces plantes; par contre, elles se développent dans le Lac de Guiers, les marigots et les dépressions de la plaine d'inondation. Les plantes aquatiques sont également abondantes dans les canaux d'irrigation. La flore aquatique du fleuve Sénégal est composée en majeure partie de plantes racinées, dont trente espèces sont résistantes à la salinité du delta en saison sèche. Environ 20 espèces aquatiques racinées ont été identifiées dans le Lac de Guiers. Les plantes aquatiques flottantes sont plus abondantes dans le Lac de Guiers et les marigots de la plaine d'inondation, où l'absence de courants impétueux favorise leur implantation. Pistia est l'espèce la plus répandue. Dans le Lac de Guiers, les plus fortes densités de Pistia sont observées pendant, et immédiatement après la période de recharge.

Plus de 50 espèces de plantes aquatiques jouent un rôle important dans l'écologie du bassin du fleuve Sénégal. Les plantes racinées émergentes le long du fleuve servent d'habitat important pour une grande variété d'oiseaux et de faunes semi-aquatiques tels que les mammifères, les reptiles, et les amphibiens. Les plantes racinées et flottantes servent également d'habitat d'invertébrés qui constituent un aliment indispensable à la reproduction et à la croissance des poissons.

Dans le bassin du fleuve Sénégal, les planctons jouent un rôle important dans la chaîne alimentaire aquatique, comme en témoignent les tonnages de Tilapia (poisson planctivore) pêchés dans le Lac de Guiers. En saison des pluies, les planctons sont plus abondants dans les marigots et les dépressions de la plaine d'inondation, et constituent un aliment indispensable à la reproduction et à la croissance des poissons. En saison sèche, ils deviennent abondants dans le lit du fleuve, lorsque se développent des conditions lacustres.

Les plantes aquatiques servent aussi d'habitat de poissons, surtout dans la plaine d'inondation du bassin du fleuve Sénégal. Dans les eaux arrêtées de la plaine d'inondation et dans le Lac de Guiers, les plantes aquatiques, les algues épiphytiques et les phytoplanctons jouent un rôle important dans la recharge d'oxygène de la colonne d'eau. Certaines espèces de plantes aquatiques, telles que Ceratyphyllum, Nymphaea, et Pistia, fournissent un habitat aux mollusques vecteurs de bilharziose, et l'accroissement de Pistia peut être nuisible à la pêche et la navigation.

Remarques:

- a) Les plantes aquatiques dans le bassin du fleuve Sénégal se trouvent principalement dans les eaux permanentes du Lac de Guiers, l'Aftout-es-Sahel et le Parc du Djoudj. Leur croissance maximum se produit pendant la saison des pluies s'étendant sur de grandes parties de la plaine d'inondation.
- b) Dans le Lac de Guiers, la croissance de la flore aquatique est limitée par les fluctuations du niveau de l'eau, l'action des vagues et les taux de turbidité. Parfois, la prolifération de Pistia gêne les activités de la pêche.
- c) Les observations faites au cours de cette étude indiquent que la végétation aquatique bloque l'écoulement dans les canaux d'irrigation et consomment de l'eau qui pourrait être utilisée pour l'irrigation.

- d) Pendant la saison sèche, les planctons sont abondants dans les marigots et dans le Lac de Guiers, l'Aftout-es-Sahel et le Parc de Djoudj.
- e) En saison des pluies, les peuplements de plancton sont diminués dans le fleuve dû au fort débit et à l'augmentation de la turbidité. Pendant cette saison, les planctons jouent un rôle important dans la reproduction et la croissance des poissons dans le bassin.

C.11.2. Impacts dûs aux futurs aménagements

Impacts Positifs

- a) Les phytoplanctons joueront un rôle important dans les réservoirs à Diama et à Manantali en contribuant à la réoxygénation de l'eau et en servant de source de nourriture pour les poissons.
- b) L'action du vent et des vagues limitera la croissance de la végétation dans les plans d'eau du réservoir de Manantali.
- c) Les fluctuations du niveau de l'eau sur les berges du réservoir de Manantali limiteront la croissance de la végétation aquatique enracinée qui pourrait servir d'habitat des mollusques vecteurs de bilharziose.
- d) Les plantes aquatique émergentes dans les réservoirs de Diama et de Manantali, et dans l'Aftout-es-Sahel et le Lac de R'Kiz serviront d'habitat pour les oiseaux et la faune sauvage.
- e) Une grande partie du réservoir de Diama (ou la hauteur d'eau n'excèdera pas 0,3 mètre hors du canal principal du fleuve au niveau de 1,5 m. IGN) et la recharge du Lac de Guiers, de l'Aftout-es-Sahel et du Lac R'Kiz serviront d'habitat de plantes aquatiques et des planctons.

Impacts Négatifs

- a) L'augmentation d'habitats mentionnée ci-dessus ne compensera pas la perte totale de 359 000 hectares en 2028 de la biomasse des plantes due à l'inondation dans le bassin. Ceci aura un impact négatif sur la production halieutique.
- b) Des plantes flottantes pousseront dans les eaux calmes du réservoir de Manantali, ce qui sera nuisible à la navigation.
- c) Si les décharges agricoles, municipales et industrielles, qui contiennent des matières nutritives, sont déversées dans le fleuve, cela risque de favoriser la croissance de la végétation aquatique.
- d) La végétation aquatique pourrait poser des problèmes dans les canaux d'irrigation et fournira des habitats pour les vecteurs de maladies, ce qui aurait un impact négatif sur la santé publique.

L'accroissement de la végétation aquatique peut être soit bénéfique, soit nuisible à l'environnement. Outre la réoxygénation de l'eau, les plantes aquatiques assurent la survie d'animaux aquatiques et terrestres en leur fournissant nourriture et habitat. Les plantes aquatiques peuvent avoir des impacts négatifs si elles s'agglutinent au point de gêner les mouvements des organismes aquatiques, d'empêcher la pénétration de la lumière (diminuant de ce fait la production primaire), ce qui réduit les substances nutritives disponibles pour les autres formes de vie aquatique ou diminue les concentrations d'oxygène dissous lorsqu'elles périssent et se décomposent. Les autres impacts défavorables qui pourraient résulter de leur prolifération sont ceux qui affectent l'utilisation de l'eau par l'homme. Bien qu'une telle prolifération soit prévisible, elle ne devrait pas entraver l'utilisation par l'homme, de l'eau du fleuve Sénégal, sauf quelques dommages isolés et localisés.

C.11.3. Mesures visant à atténuer les impacts

A court terme, il n'est recommandé aucune mesure visant à atténuer les impacts, si ce n'est un contrôle périodique du développement de la flore aquatique dans tout le bassin du fleuve Sénégal. Ce contrôle a pour objectif de détecter les problèmes de nuisance avant qu'ils ne se développent, afin que l'on puisse entreprendre les actions appropriées en vue d'en atténuer les impacts. Des détails sur le système de contrôle de la végétation aquatique sont présentés dans le plan d'action global.

Diverses mesures visant à atténuer les impacts sont décrites ci-après et pourraient servir à résoudre les problèmes de nuisance:

- a) Fluctuations volontaires du niveau de l'eau des réservoirs de Manantali et de Diama, des lacs de Guiers et R'Kiz et de l'Aftout-es-Sahel pour détruire les plantes aquatiques racinées qui poussent en bordure de ces plans d'eau. Une telle mesure ne devrait être envisagée que si elle ne compromet pas les autres utilisations de l'eau.
- b) La dérivation des eaux agricoles restituées vers les plantations d'arbres plutôt que vers le fleuve Sénégal. Cette mesure réduirait les apports au fleuve de substances nutritives qui favorisent la croissance de la flore aquatique, tout en favorisant la croissance des arbres implantés sur les périmètres irrigués ou à proximité.

- c) L'élimination des plantes aquatiques dans les canaux d'irrigation et de drainage par le revêtement des canaux.
- d) La destruction mécanique des plantes aquatiques. Cette mesure n'est en fait possible qu'à une échelle limitée, de même que la lutte contre les plantes aquatiques dans les rigoles d'irrigation, mais elle est sans risque pour l'environnement.
- e) L'utilisation d'herbicides; l'application de produits chimiques en vue d'éliminer les plantes aquatiques peut, en elle-même, nuire à l'environnement. Par conséquent, l'emploi d'herbicides ne devrait être envisagé qu'en dernier ressort, et lorsque se posent des problèmes graves et localisés.

(Voir Tableau C.11-1, pour les impacts sur l'environnement et mesures destinées à amortir les impacts négatifs dûs à la réalisation des projets de développement du bassin du fleuve Sénégal).

Tableau C.11-1.

Impacts sur l'environnement et mesures destinées à amortir les impacts négatifs dus à la réalisation des projets de développement du bassin du fleuve Sénégal

Flore Aquatique

| Projet | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effet de l'impact | Mesures correctives |
|--|---|---|--|--|
| Barrage de Diama | Création du réservoir de Diama, du Lac R'Kiz, de l'Af-tout es Sahel et du Lac de Guiers | Développement d'un vaste milieu pour la croissance de la flore aquatique. | Modéré, favorable à la végétation, à long terme | Fluctuations intentionnelles du niveau de l'eau pour empêcher, si nécessaire, la végétation sur le littoral. |
| | Arrêt de la langue salée | Présence en amont du barrage de Diama d'eau douce plus favorable à la flore aquatique. | Léger à grave, favorable à la végétation, à long terme. | * |
| | | Modification de la composition de la flore aquatique entre Diama et Dagana. | Léger, à long terme. | Aucune. |
| Barrage de Manantali | Création d'une retenue d'eau. | Développement d'un vaste milieu favorisant la prolifération de la flore aquatique. | Modéré, favorable à la végétation, à long terme | Fluctuations intentionnelles du niveau de l'eau pour empêcher, si nécessaire, la végétation. |
| | Régularisation des débits. | Création d'un niveau d'eau plus régulier dans le fleuve Sénégal d'où des conditions plus favorables à la flore. | Léger, favorable à la végétation, à long terme | * |
| Barrage de Manantali et Aménagements agricoles | Régularisation des débits et aménagement des périmètres. | Diminution de la superficie du champ d'inondation d'où conditions moins favorables à la flore aquatique. | Modéré, défavorable à la végétation, à long terme. | Aucune. |
| Aménagements agricoles | Eaux de restitution des périmètres vers le fleuve. | Apport accru de substances nutritives favorables à la flore aquatique. | Faible, favorable à la végétation, à long terme | Dériver les écoulements restitués vers la plaine d'inondation. |
| | Présence de canaux d'irrigation et de drainage. | Augmentation de superficies favorables à la flore aquatique. | Léger à modéré, favorable à la végétation ; sa prolifération dépend des mesures correctives adoptées, à long terme, défavorable à la maintenance des canaux. | Revêtement des canaux et (ou) destruction périodique des plantes agglutinées. |
| Aménagements municipaux et industriels | Evacuation des déchets dans les vides d'eau | Apport accru de substances nutritives favorables à la flore. | Léger, favorable à la végétation, à long terme. | * |

* Seul le contrôle de la flore aquatique est recommandé dans un futur proche. La destruction de la flore aquatique devrait être envisagée, s'il se pose des problèmes de nuisance.

C.12. Les forêts

C.12.1. Conditions actuelles

On peut distinguer trois types parmi les forêts classées (gérées) et les forêts non classées du bassin du fleuve Sénégal. Ce sont les forêts de gonakié, de diéri et de terres hautes (savane arborée). Les forêts de gonakié occupent les rives du fleuve et les dépressions inondées par les crues annuelles. Ces forêts couvrent approximativement 50 000 hectares de terres de part et d'autre du fleuve Sénégal, soit 0,17% de la superficie du bassin fluvial. Elles sont bien adaptées à la submersion prolongée et aux sols de la plaine d'inondation. Les forêts gonakiés ne sont pas trouvées au Mali.

Les forêts de diéri exigent moins d'eau et poussent sur les sols alimentés en eau de pluie (moins de 500 mm/an), principalement dans les zones situées en aval de Bakel. Les savanes arborées du bassin du fleuve Sénégal poussent au Mali sur les hautes terres sèches de la zone à végétation soudanaise. Du fait d'une plus forte pluviométrie (environ 1 200 mm/an), la composition des espèces y est plus variée que dans les deux autres forêts. Cependant, le brûlage des hautes herbes annuelles, fréquemment pratiqué par les éleveurs, met en péril les arbres de cette zone.

Selon les statistiques de 1972, dans la Région du Fleuve (Sénégal) les forêts classées couvrent une superficie d'environ 25 500 hectares et les forêts non classées 9100 hectares dont 26 000 hectares sont couvertes par les forêts gonakié. Dans la région mauritanienne du bassin, les forêts classées couvrent une superficie d'environ 20 200 hectares et les forêts non classées, 6 000 hectares dont 24 000 hectares de forêts de gonakiés. La forêt de gonakié, dominée par les acacias, est la plus précieuse des trois types de forêts du fait de son utilisation

pour l'approvisionnement en bois de chauffage et en charbon de bois. Le taux de croissance des acacias varie de deux à quatre mètres-cubes par hectare et par an. Les densités d'arbres mesurées au cours de cette étude révèlent 3,5 m³/hectare dans la forêt de diéri à Diama, 10,3 m³/hectare dans la savane à Manantali et 130 m³/hectare dans les forêts de gonakié les plus âgées. Les terres forestières servent aux utilisations ci-dessous:

- a) exploitation commerciale principalement comme combustible.
- b) source d'habitat et de nourriture pour diverses formes de vie terrestres.
- c) pâturage
- d) utilisation et exploitation de matières premières telles que la gomme arabique et certaines graines en gousses.
- e) broussailles pour la construction des clôtures.
- f) obstacle à l'avancée du désert en augmentant l'humidité, en recyclant les substances nutritives et en assurant la protection contre le vent.

Contrairement au Sénégal et au Mali qui possèdent d'autres zones forestières, la Mauritanie ne dispose d'aucune forêt en dehors du bassin.

Dans le bassin du fleuve Sénégal les besoins sont de 1 à 1,5 stère (0,4 à 0,6 tonne) de bois de chauffe par an et par personne. Les forêts classées de gonakié étant bien gérées elles ne peuvent subvenir à ces besoins, d'où une rapide surexploitation des forêts de diéri. L'augmentation récente des disponibilités en bois de chauffe et de charbon de bois a été attribuée au plus grand nombre d'arbres morts et secs des forêts classées. Lors de survols effectués par l'équipe chargée

de l'étude, il a été constaté que 33 et 43 pourcent respectivement des forêts classées de gonakié du Sénégal et de la Mauritanie entre Rosso et Matam ont été détruites par la sécheresse entre 1972 et 1977. La production de bois de chauffe dans la Région du Fleuve (Sénégal) en 1977 représentait 1/6 de la production de 1976, étant donné la diminution du volume de bois mort ou presque mort à cause de la sécheresse. Ce bois perdu n'est pas remplacé, réduisant fortement la productivité de ces forêts.

Le feu est le second ennemi des forêts du bassin du fleuve Sénégal. La pratique annuelle du brûlage pour amender les sols provoque souvent des incendies de forêts, ce qui gêne sérieusement leur croissance. Le surpâturage est aussi un ennemi des forêts.

C.12.2. Impacts des aménagements prévus

Au niveau des forêts, les impacts les plus significatifs seront dus à la régularisation du débit à partir du barrage de Manantali, et aux aménagements agricoles, municipaux et industriels dans la plaine d'inondation. Ces impacts affecteront plus particulièrement les précieuses forêts de gonakié qui prédominent dans la vallée. A l'avenir, en cas de crue moyenne, la superficie inondée sera moindre et les niveaux d'eau plus bas. Cela signifie qu'en général, dans certaines zones non aménagées, l'eau disponible pour les arbres sera insuffisante, d'où une perte prévisible d'environ 7 600 ha de forêts de gonakié sur 37 900 ha occasionnellement inondées. Ceci représente une perte de 1 817 000 stères de bois de chauffe, une perte moindre de celle due à la sécheresse et au surpâturage. Cet impact, combiné à la perte permanente de forêts due à l'inondation des sites des réservoirs et à la conversion des zones forestières en périmètres irrigués et en zones d'habitation, aura tendance à réduire la superficie de terre couverte par les forêts dans le bassin.

Environ 1 000 hectares de forêts de gonakié (255 000 stères de bois de chauffe) annuellement inondées seront perdues au site de la retenue de Diama. Il est prévu une perte permanente de près de 700 hectares de bande forestière productive, située le long du Bafing, et 42 900 hectares de forêts ouvertes moins productives, du fait de la création du réservoir de Manantali. En outre, à proximité des barrages, les activités de construction détruiront les forêts pendant un cycle de croissance au moins.

Par contre, les aménagements favoriseront la croissance de forêts situées dans les zones adjacentes aux retenues d'eau de Diama et de Manantali et en bordure du fleuve, tandis que l'arrêt de l'intrusion saline en amont de Diama, combiné à des niveaux d'eau plus élevés en saison sèche derrière le barrage, permettront l'infiltration d'une plus grande quantité d'eau non salée dans les sols autour de la retenue d'eau. Cette disponibilité accrue en eau non salée favorisera la croissance des arbres dans un rayon de trois à cinq kilomètres de la retenue de Diama. De même, la hausse des niveaux d'eau en saison sèche, derrière le barrage de Manantali et le long du lit du fleuve, devrait bénéficier aux forêts des zones adjacentes.

Néanmoins, on considère que l'impact net des aménagements prévus sur les ressources forestières sera négatif. Outre les impacts des aménagements proprement dits, la demande en bois dans le bassin est susceptible d'augmenter du fait des accroissements démographiques prévus. L'utilisation accrue des ressources forestières, particulièrement dans le cours inférieur du fleuve Sénégal peut, en cas de mauvaise gestion, aboutir à une destruction éventuelle d'une ressource déjà sérieusement diminuée.

C.12.3. Mesures correctives prévues

L'ampleur de la plupart des impacts des aménagements prévus sur les ressources forestières dépend du type et de l'étendue des mesures correctives préconisées pour la conservation et l'exploitation rationnelle de ces ressources.

Le plan d'action destiné à permettre l'utilisation maximale des forêts par l'homme et les autres formes de vie devrait mettre l'accent sur les activités ci-après :

- a) coupe et utilisation des forêts de valeur commerciale situées derrière les barrages de Diama et de Manantali et dans les périmètres irrigués, avant que ces zones ne soient définitivement perdues pour l'exploitation forestière.
- b) reboisement autour des deux retenues d'eau, le long du lit du fleuve dans la vallée, et autour des périmètres agricoles une fois les aménagements individuels mis en place.
- c) plan d'occupation des sols fixant l'emplacement des futurs périmètres et des centres de populations à proximité des zones forestières du bassin.
- d) harmonisation et meilleure application des lois visant à la protection des forêts.
- e) mise au point d'un programme de vulgarisation forestière parallèlement à la formation d'agents de vulgarisation.

(Voir Tableau C.12-1, pour les impacts dûs à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs).

Tableau C.12-1

Impacts sur l'environnement dus à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs.

- Forêts -

| Elément | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effets de l'impact | Mesures correctives |
|---|---|--|---|--|
| Barrage de Diama. | Barrière anti-sel | Amélioration de la qualité des eaux souterraines entraînant de meilleures conditions pour la croissance de forêts. | Léger, positif à long terme. | Meilleure gestion sylvicole et protection des forêts. Utilisations appropriées du sol. |
| | Activités de construction. | Pertes d'arbres dans la région du barrage de Diama. | Léger, négatif à court terme (un cycle de croissance). | Comme ci-dessus. |
| | Inondation en amont du barrage de Diama. | Perte permanente d'environ 1 000 hectares de forêts de gonakiés. Potentiel accru d'implantation de forêts aux alentours de la retenue d'eau. | Modéré, négatif, à long terme. Positif, à long terme, dépend des mesures correctives. | Coupe des forêts dans les zones à inonder. Reboisement des zones aux alentours de la retenue d'eau avec des essences hâtives. Gestion sylvicole adéquate. |
| Barrage de Manantali. | Création d'une retenue d'eau. | L'inondation provoquera la perte définitive d'environ 700 hectares de "forêts en production" et de 47 000 ha. de "forêts ouvertes" ; accroissement simultané de la dimension des forêts aux alentours de la retenue d'eau. | Modéré, l'impact net pourrait être soit positif, soit négatif, à long terme et permanent. | Coupe des forêts en production avant l'inondation. Gestion forestière et utilisation adéquate des sols. Transformer davantage de forêts en parcs nationaux. |
| | Activités de construction. | Perte d'arbres à proximité du barrage de Manantali. | Léger, négatif, à court terme et permanent. | Reboisement de la zone autour de la retenue d'eau une fois le barrage achevé si les zones forestières doivent être exploitées commercialement. |
| Barrage de Manantali et Aménagements Agricoles. | Régularisation du débit et construction de périmètres irrigués. | Perte permanente de forêts de gonakiés parfois inondés et de forêts de diéri. | A long terme et permanent. L'ampleur de l'impact dépendra de l'application des mesures correctives. | Planification de l'utilisation des terres. Reboisement avec des essences hâtives des zones récemment inondées. Utilisation des eaux de drainage riches en matières nutritives pour irriguer les pépinières sylvicoles. |

Tableau C. 17-1
(Suite)

Impacts sur l'environnement dus à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs.

- Forêts -

| Elément | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effets de l'impact | Mesures correctives |
|---|--|--|--|--|
| Aménagements Agricoles. | Irrigation de 255 000 hectares de terres agricoles en l'an 2028. | Perte de forêts dans les périmètres; gain de forêts autour des périmètres. | Négatif, à long terme et permanent. | Planification des sites des futurs périmètres et des centres urbains en tenant compte des ressources forestières. Aménagement de pépinières sylvicoles, irrigation avec les eaux de drainage agricoles riches en matières nutritives. |
| Aménagements Municipaux et Industriels. | Aménagement des terres pour les municipalités et les industries. | Perte de forêts dans les zones à aménager pour les municipalités. | L'effet dépend de l'application des mesures correctives. | Reboisement des zones autour des périmètres. |
| Navigation | Evacuation des déchets de dragage dans les zones forestières. | Entrave la croissance des forêts. | Modéré, négatif, à court terme. | Eviter l'évacuation des déchets de dragage sur les terres forestières. |

C.13. Mammalogie et Herpétologie

C.13.1. Conditions actuelles

Les dernières décades ont été marquées dans une grande partie de l'Afrique de l'Ouest, par un déclin de la faune sauvage. Ce déclin s'explique par la sécheresse, la destruction des habitats par l'homme et le bétail et à un moindre degré par la chasse.

L'habitat de la faune sauvage du bassin du fleuve Sénégal dépend essentiellement des changements au niveau de la topographie du terrain et des précipitations qui influent sur la répartition et la diversité de la végétation.

A ces facteurs géographiques s'ajoutent les techniques d'utilisation des terres par l'homme qui ont entraîné surtout dans la Basse et Moyenne Vallée du bassin du fleuve, la dégradation de l'habitat de la faune sauvage. La culture de diéri détruit le couvert végétal naturel du sol. Le surpâturage de la savane par les moutons, chèvres et bovins a réduit l'habitat et les réserves alimentaires des mammifères herbivores natifs de la région tels que l'éléphant, la gazelle et le singe. Le nombre de gros félins et autres prédateurs qui se nourrissent de gros félins et autres prédateurs qui se nourrissent de ces animaux a donc diminué dans une même proportion.

L'homme a éliminé le lion dans la majeure partie de la basse et de la moyenne vallée car il menaçait le bétail. On peut encore en rencontrer dans le haut bassin à partir de Bakel, et dans les régions qui longent le fleuve Sénégal et le Bafing. L'exploitation des forêts pour le bois de chauffe et le charbon de bois a abîmé l'habitat forestier dans presque tout le bassin du fleuve. D'autres animaux (les phacochères et les petits rongeurs) ont, par contre, trouvé des conditions améliorées d'existence et de développement.

Certains animaux aquatiques vivant dans le fleuve Sénégal et ses affluents ont également dû céder sous la pression de l'homme. Deux des espèces animales aquatiques en voie de disparition les plus importantes, le lamantin du fleuve Sénégal et le crocodile du Nil, ne subsistent qu'en nombre très réduit. Ils figurent actuellement parmi les espèces en voie d'extinction et sont totalement protégés. Les pratiques illicites de chasse et la destruction permanente des habitats met en péril la survie de ces espèces.

C.13.2. Impacts sur l'environnement

La réalisation du programme de l'O.M.V.S. affectera, de façon significative, la faune sauvage du bassin du fleuve Sénégal. Certains aménagements accentueront les menaces qui pèsent sur la faune sauvage, d'autres représentent des perspectives d'amélioration de certains habitats.

La construction du barrage de Diama accroîtra les superficies inondées dans le delta du fleuve Sénégal, d'où une perte de 130-310 km² (selon le niveau de l'endiguement) d'habitats pour les espèces animales terrestres telles que les phacochères, les chacals, les petits carnivores (serval, civette, genette).

Cependant, la présence permanente d'eau douce dans la retenue de Diama compensera quelque peu la perte en habitats terrestres, dans la mesure où cela permettra à la faune sauvage d'occuper les zones du delta inutilisables auparavant en raison du manque d'eau douce pendant la longue saison sèche.

L'accroissement des zones inondées étendra l'habitat des animaux aquatiques. Il est possible que le crocodile du Nil surmonte son déclin, s'il est protégé de façon efficace contre la chasse illégale. Il est d'autant plus difficile de prédire la destinée du lamantin du fleuve Sénégal que ses modes migratoires et de reproduction

sont très mal connus. Si cette espèce peut se reproduire en milieu enclavé - une hypothèse qui semble probable - les conditions améliorées d'habitat devraient entraîner un accroissement de la population des lamantins; ceux qui vivent isolés dans la partie du fleuve Sénégal en aval du barrage de Diama seront, au moment de la fermeture des vannes, coupés d'une partie vitale de leur habitat et ne pourront probablement pas survivre à moins qu'on leur fasse traverser l'écluse de navigation. On estime que l'effet net sur la faune sauvage du futur réservoir de Diama sera d'autant plus favorable que les bénéfices imputables à des conditions de vie améliorées pour le lamantin du fleuve Sénégal et le crocodile du Nil dépassent de loin les pertes minimales d'habitat terrestre.

La retenue d'eau de Manantali couvrira 500 km² de l'habitat terrestre actuel, composé surtout de savanes arborées et d'une bande de forêt riveraine. Ce même habitat sera encore réduit du fait du recasement des populations de la zone d'inondation. Actuellement, la région qui sera perdue en raison de l'inondation, ou qui sera affectée par le recasement des populations, abrite un assez grand nombre d'animaux sauvages comprenant le petit gibier ongulé: le céphalope de Grimm et le céphalope à flancs roux. Pendant la mise en eau du réservoir, la plupart de ces animaux seront noyés. Les petits mammifères et les reptiles subiront les plus grosses pertes. Les animaux qui en réchapperont en se déplaçant vers les terres hautes ou qui auront été chassés des zones de recasement, survivront difficilement sur les nouveaux territoires dont la capacité d'accueil risque d'être déjà largement utilisée.

Après le remplissage du réservoir de Manantali, de nouveaux habitats de faune sauvage seront créés. Des marais se formeront tout le long de la retenue d'eau, fournissant un habitat adéquat notamment pour l'hippopotame et le crocodile du Nil. Parmi les autres animaux qui seront attirés vers les rives du lac, on peut citer les hippotragues ou antilopes rouannes, les kobs singsing et les reduncas qui préfèrent la savane arborée ouverte située près des points d'eau. Des développements semblables ont été observés après la construction du barrage de Kariba.

Cependant, ce gain ne peut compenser la perte de 42 900 hectares d'habitat peu perturbé et productif. Par conséquent, le bilan net de l'impact du réservoir de Manantali sur la faune sauvage devrait être négatif.

La création des périmètres irrigués et les aménagements municipaux dans les 50 prochaines années, couvriront plusieurs milliers de km² dans la vallée du fleuve Sénégal, en aval de Bakel. La plupart de ces terres sont actuellement utilisées pour l'agriculture et le pâturage. La faune sauvage y est rare, sinon inexistante. Par conséquent, les futures utilisations des terres auront peu d'incidence, à moins qu'elles ne soient accompagnées d'un programme de gestion de l'utilisation des terres, conçu pour améliorer la qualité des terres hors des zones agricoles ou urbaines. En empêchant le surpâturage, en limitant les techniques agricoles destructives et en assurant une protection forestière et un reboisement accrus, un certain nombre de gibiers tels que les gazelles ou les antilopes pourront y retrouver des conditions d'habitat adéquates.

Les périmètres irrigués fourniront de nouveaux habitats à de nouvelles communautés d'animaux sauvages. Les canaux d'irrigation et de drainage seront des habitats idéaux pour les petits mammifères, les reptiles et les amphibiens. Les cultures des périmètres irrigués fourniront une abondante nourriture à de nombreuses espèces animales, surtout aux rongeurs qui du fait de leur prolifération, risquent de détruire les cultures.

La navigation n'aura qu'un faible impact sur la faune sauvage du bassin du fleuve Sénégal. Le dragage et l'évacuation des déchets de dragage gêneront les animaux qui vivent sur, ou à proximité des sites de décharge des matériaux excavés. L'évacuation des déchets de dragage détruira certains habitats actuels. Cependant, comme ces déchets ne nécessitent qu'une faible superficie et que le couvert végétal se reconstituera en quelques saisons, cet impact est considéré comme minime.

C.13.3. Mesures prévues pour atténuer les impacts

Comme précisé dans le chapitre précédent, tous les impacts sur la faune sauvage dus aux aménagements prévus par l'O.M.V.S. peuvent être négatifs, le plus défavorable provenant de l'inondation des terres dans la zone de Manantali et du recasement des populations. Une méthode acceptable pour amortir l'impact de cette perte d'habitats serait la création d'un nouveau parc national qui fournirait aux animaux une zone bien protégée et permettrait la gestion de leurs habitats, d'où une optimisation des conditions de vie de la faune sauvage. L'endroit le plus souhaitable pour ce nouveau parc national serait une zone de 40 000 hectares le long des rives de la retenue d'eau de Manantali. Ce parc devrait longer les berges du réservoir sur au moins 45 km, car il abriterait les plus fortes populations d'animaux sauvages. S'il est créé avant l'achèvement du barrage, les conservateurs du parc pourraient entreprendre un programme de sauvetage des animaux sauvages piégés pendant le remplissage du réservoir. Ce programme de sauvetage réduirait substantiellement les pertes d'animaux par noyade.

Dans la zone de la retenue de Diama, les impacts sur la faune sauvage seront en général défavorables, mais pourraient être en partie atténués par l'adjonction de 5000 hectares à l'actuel Parc National du Djoudj et la création, en Mauritanie, d'un nouveau parc (3000 hectares) qui traverserait le fleuve à partir du Djoudj et s'étendrait jusqu'à l'océan Atlantique. Ces mesures devraient avoir pour effet d'accroître les populations d'animaux sauvages dans ces environnements protégés et accentuer les impacts favorables du barrage de Diama.

L'impact sur le lamantin du fleuve Sénégal ne peut être déterminé. Le peu de données dont on dispose sur cette espèce ne permet que des conclusions générales sur ses exigences en matière de structure sociale, de reproduction et de migrations. Par conséquent, un programme

de recherche destiné à fournir des données fondamentales peut être envisagé. Il faudrait entreprendre une étude de 2 ans au minimum sur son mode de vie; cette étude devrait débiter deux ans au moins avant l'achèvement du barrage de Diama. Du fait de la construction du barrage de Diama, les lamantins risquent d'être piégés en aval de l'ouvrage, et les supputations quant à leur chance de survie ne peuvent être qu'inexactes étant donné le peu de données disponibles sur cette espèce. Selon l'analyse faite dans la section "Pêches" de ce rapport, la création d'un estuaire artificiel serait une mesure corrective viable qui devrait être approfondie de même que celle consistant à aménager dans l'écluse un passage pour les lamantins. Le sort des lamantins présente un intérêt international. Les Organismes Internationaux de Protection de la Faune pourraient, en collaboration avec L'O.M.V.S., aider à la conception et au financement partiel ou même total de ces études. Si aucune disposition n'est prise on risque d'assister à l'extermination du lamantin du fleuve Sénégal.

(Voir Tableau C.13-1, pour les impacts sur l'environnement et mesures destinées à amortir les impacts négatifs dûs à la réalisation du programme d'aménagement dans le bassin du fleuve Sénégal).

Tableau C.13-1

Impacts sur l'environnement et mesures destinées à amortir les impacts négatifs dus à la réalisation du programme d'aménagement dans le bassin du fleuve Sénégal

Mammalogie et Herpécologie

| Elément | Facteur d'impact | Description de l'impact | Effet de l'impact | Méthodes d'atténuation |
|-----------------------|---|---|--------------------------------|---|
| Barrage de Diama | Retenue d'eau | Inondation des habitats terrestres entraînant la réduction des effectifs de la faune sauvage. | Négatif, léger, à long terme. | Amélioration et extension des parcs existants, création de nouveaux parcs. Renforcement des parcs en personnel et équipement pour rendre efficace l'application du code de la chasse dans tout le bassin. |
| | | Les animaux quittent leur habitat terrestre. | Négatif, léger, à court terme. | Comme ci-dessus. |
| | | Augmentation du volume et de la surface inondée. Recharge du Lac de Guiers, du Lac R'Kiz et de l'Aftout es Sahel. Développement ultérieur de la flore aquatique. Population accrue de crocodiles du Nil et de lamantins du fleuve Sénégal*. | Positif, modéré, à long terme. | Comme ci-dessus, ce qui contribuera à accroître les bénéfices. |
| | Construction du barrage. | Certains lamantins* peuvent être piégés en aval du barrage. Ces lamantins* pourraient périr à cause des fortes concentrations de sel. | Négatif, modéré, à long terme. | Plan de capture de sauvetage. Il pourrait être mené par les gardes forestiers du Parc de Djoudj. Mesures permettant au lamantin de passer à travers l'écluse du barrage de Diama. |
| Barrage de Manantali. | Retenue d'eau et régularisation du débit. | Inondation des habitats terrestres entraînant la diminution des effectifs de la faune sauvage. | Négatif, modéré, à long terme. | Amélioration et extension des parcs existants et création de nouveaux parcs. Renforcement des parcs en personnel et équipement pour rendre efficace l'application du code de la chasse dans tout le bassin. |
| | | Le remplissage du réservoir peut provoquer la noyade de certains animaux. | Négatif, léger, à court terme. | Sauvetage des animaux par les gardes forestiers. |
| | | Les animaux déplacés de leur habitat terrestre risquent de périr. | Négatif, modéré, à long terme. | Amélioration et extension des parcs existants et création de nouveaux parcs. Renforcement des parcs en personnel et équipement pour rendre efficace l'application du code de la chasse dans tout le bassin. |

* Espèces sauvages menacées.

Tableau C.13-1. (Suite)

Impacts sur l'environnement et mesures destinées à amortir les impacts négatifs dûs à la réalisation du programme d'aménagement dans le bassin du fleuve Sénégal.

Mammalogie et Herpétologie

| Elément | Facteur d'impact | Description de l'impact | Effet de l'impact | Méthodes d'atténuation |
|------------------------------|--|--|--------------------------------|--|
| Barrage de Manantali (suite) | | L'augmentation des débits en aval et la création de la retenue d'eau bénéficieront à la faune sauvage. | Positif, modéré, à long terme. | |
| | | La création de nouveaux habitats terrestres autour de la retenue d'eau bénéficiera à la faune sauvage. | Positif, modéré, à long terme. | |
| Aménagements agricoles. | Aménagement des périmètres. | Perte d'habitats terrestres entraînant la diminution des effectifs de la faune sauvage. | Négatif, modéré, à long terme. | |
| | | La création de nouveaux habitats terrestres bénéficiera à la faune sauvage (par exemple aux grenouilles, aux prédateurs des cultures). | Positif, modéré, à long terme. | |
| Navigation | Evacuation des déchets de dragage. | Pertes d'habitats terrestres surtout si les déchets de dragage sont évacués en forêt. | Négatif, léger, à court terme. | |
| | Traffic fluvial | Blessures et mort de lamantins* par suite de collisions avec les bateaux. | Négatif, léger, à long terme. | Meilleure compréhension et extension du mode de vie du Lamantin. Amélioration des parcs existants et création de nouveaux parcs. |
| Recasement | Défrichage des terres et construction des habitations. | Pertes d'habitats terrestres et rivalité avec les animaux domestiques pour la recherche de la nourriture entraîneront une réduction des effectifs de la faune sauvage. | Négatif, léger, à long terme. | Renforcement des parcs en personnel et équipement pour rendre efficace l'application du code de la chasse dans tout le bassin. |

* Espèces sauvages menacées.

C.14. Ornithologie

C.14.1. Situation actuelle

Quatre groupes aviaires sont d'un intérêt particulier dans le cadre de la mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal. Ce sont: les espèces aquatiques, les oiseaux de savane, les oiseaux granivores et les espèces protégées.

Les espèces aquatiques

En décembre 1977, par suite de la sécheresse, la densité des populations aviaires était beaucoup plus faible que la densité normale dans les régions marécageuses du delta du fleuve Sénégal. Des études antérieures indiquent que 90% des espèces aquatiques du bassin du fleuve se répartissent en quatre groupes qui, par ordre d'importance numérique, sont: Anas querquedula, Anas acuta et Dendrocygna viduata. Anas querquedula vient d'une vaste région allant de l'Europe à la Sibérie. Le Parc National de Djoudj, sanctuaire des oiseaux du Sénégal, constitue, tout comme le delta intérieur du fleuve Niger au Mali, un site où viennent hiverner ces oiseaux d'Europe, disséminés dans toute la région mais peu nombreux.

Lors de prospections sur le terrain effectuées par l'équipe chargée de l'étude ornithologique, 78 espèces d'oiseaux aquatiques, dont certaines espèces indigènes et des espèces hivernant dans la région ont été dénombrées. Parmi ces oiseaux figuraient 6 espèces de l'ordre des pélicaniformes (les arhingas, les cormorans et les pélicans), 21 de l'ordre des ciconiiformes (les hérons, les cigognes et les tantales), 10 espèces aquatiques, 24 espèces vivant sur les rivages (les pluviers, les bécasseaux) et 8 espèces de goélands et mouettes. C'est dans le delta que ces espèces sont les plus nombreuses; elles se rencontrent également en amont, sauf dans la région de Manantali, ou plus précisément en bordure du Bafing, où seul un très petit nombre a pu être observé au cours du voyage d'étude effectué en mai.

Le Parc du Djoudj et les autres zones humides du bassin du fleuve Sénégal sont parfaitement complémentaires pour créer un habitat adéquat pour les oiseaux. Ceux-ci commencent à arriver en septembre et s'installent d'abord dans la moyenne vallée inondée, car en cette période de l'année, la dépression du Djoudj dans le delta est encore à sec. Plus tard, au début du mois d'octobre, le Parc du Djoudj est inondé et devient l'habitat de prédilection des oiseaux migrateurs. A cette zone s'ajoutent le Lac de Guiers, le Lac de R'Kiz et l'Aftout-es-Sahel qui forment un habitat humide qui, dans des conditions d'inondation maximum, recouvre quelques 7000 kilomètres carrés dans le bassin du fleuve. Cette superficie se réduit ensuite peu à peu jusqu'à n'atteindre plus que 1100 km² en saison sèche.

Les oiseaux de savane

Cette étude a permis d'établir que la densité des populations aviaires du bassin du fleuve Sénégal excède largement celle de la région du Ferlo toute proche qui ne serait que de 230 oiseaux pour 40 hectares. Cette forte densité s'explique par une abondance en eau et graines. Il a été signalé qu'au plus fort de la sécheresse, de nombreuses espèces, fuyant le Ferlo, ont reflué vers l'habitat qu'offrait la savane située à proximité du fleuve Sénégal et où l'eau était disponible en abondance.

Les oiseaux granivores

Le fleuve Sénégal traverse une région à végétation de savane, riche en plantes à graines; cette région se caractérise par une prédominance d'oiseaux granivores. Quelea quelea fait partie de ce groupe; il est réputé en Afrique en tant que prédateur des cultures céréalières. Ces dernières années, les populations de Quelea quelea sont en déclin dans le bassin du fleuve Sénégal du fait de la réduction de leur habitat, par suite de la sécheresse, du surpâturage et de certaines activités agricoles.

Plusieurs autres espèces d'oiseaux granivores portent aussi préjudice aux récoltes mais à un degré moindre. Il s'agit de plusieurs espèces de Ploceus (les tisserins), Euplectes (les euplectes), et Passer, particulièrement Passer luteus (le moineau doré) qui est plus ou moins un nouveau venu dans la région.

Bien que Passer luteus est devenue abondant dans le bassin du fleuve Sénégal depuis quelques années, il se nourrit principalement de graines de mauvaises herbes et d'insectes.

Les oiseaux protégés

Nous avons pu consulter au Sénégal et au Mali le code de protection des espèces aviaires du bassin du fleuve Sénégal. Nous n'avons malheureusement pas pu avoir communication de textes similaires pour la Mauritanie. Ciconia ciconia (la cigogne blanche), les aigrettes, les grandes outardes, les grues et les flamants sont protégés par la Convention Africaine pour la Conservation de la Faune et l'Aménagement de son Habitat. Les termes de cette convention ont été ratifiés par le Mali. La position du Sénégal et de la Mauritanie eu égard à la protection de ces oiseaux n'a pu être clairement établie. La Convention Internationale sur le Commerce des espèces végétales et animales sauvages en voie d'extinction précise les 7 variétés protégées qui sont présentes dans le bassin du fleuve Sénégal: Balearica pavonina (la grue couronnée), les aigles des genres Aquila et Haliaeetus, les busards du genre Circus, Pandion haliaeetus, Otus scops (le petit duc) et Platalea leucorodia (la spatule d'Europe). Aucun des états-membres de l'O.M.V.S. n'a ratifié cette Convention. Le Sénégal a entériné la Convention Ramsar et a fait du Parc du Djoudj et d'une zone du delta situés près de Ross-Bethio, des sites de protection et de préservation des oiseaux aquatiques.

Nous n'avons observé aucun sujet appartenant à l'une des espèces inscrites sur la "liste internationale des animaux et plantes en voie d'extinction" établie par les Etats-Unis (United States Endangered Species Act).

C.14.2. Impacts sur l'environnement

Le Retenue d'eau de Diama

La régression des populations ichtycoles due à la modification de l'estuaire entraînera la disparition des espèces aviaires piscivores, telles que les hérons, les cigrettes et les pélicans. La perte de forêts de gonakiés et d'une partie de l'habitat de savane provoquera une décroissance des populations d'oiseaux de savane.

Une meilleure recharge du Lac de Guiers, du Lac R'Kiz et de l'Aftout-es-Sahel, de même que la création de la retenue d'eau de Diama fourniront un habitat supplémentaire, disponible toute l'année, pour les oiseaux aquatiques. Les fluctuations du niveau d'eau en amont du barrage de Diama vont mettre à découvert certaines plantes aquatiques précédemment inondées et piéger dans des mares isolées, certains poissons et amphibiens qui constitueront pour divers oiseaux une nourriture facilement accessible. En outre, les plans d'eau nouvellement créés serviront de lieu de repos pour les oiseaux aquatiques, tandis que leurs berges marécageuses deviendront des sites de reproduction et assureront la survie de ces oiseaux. La végétation émergente constituera une source de nourriture supplémentaire et un habitat pour les oiseaux de savane et les oiseaux granivores.

La Retenue d'eau de Manantali

Dans l'ensemble, la création de cette retenue d'eau aura des effets bénéfiques, car elle agrandira sensiblement l'habitat des oiseaux aquatiques, y compris celui des espèces protégées. Il est probable que

les berges de la retenue, soumises à des fluctuations de niveau de l'eau, se couvrent d'herbe et deviennent ainsi un excellent habitat pour les oiseaux granivores et les oiseaux de savane. L'inondation détruira l'habitat du pluvier d'Egypte (Pluvianus aegyptius) et 47 000 hectares de l'habitat des oiseaux de savane et granivores; cette perte est néanmoins mineure si l'on considère l'ensemble des habitats disponibles dans le bassin du fleuve. Par conséquent, le projet de développement aura un impact minime sur les populations aviaires de la région.

Aménagements agricoles

Les aménagements agricoles auront des effets bénéfiques sur l'environnement mais l'accroissement des populations aviaires qu'ils provoqueront sera nuisible pour l'homme. La conversion des régions de savane en périmètres irrigués entraînera une régression des populations aviaires insectivores et une augmentation des populations granivores qui pourraient dévaster les cultures. Les canaux d'irrigation offriront un habitat aux oiseaux aquatiques. Les oiseaux piscivores pourraient constituer une nuisance s'ils deviennent trop nombreux à vouloir s'alimenter dans les casiers piscicoles.

L'usage de pesticides pour protéger les cultures pourrait avoir des effets néfastes sur les oiseaux granivores, insectivores et prédateurs. Les oiseaux piscivores peuvent également être touchés si les insecticides contaminent les eaux naturelles et se concentrent dans la chair du poisson.

Navigation fluviale

Les travaux de construction du chenal d'entrée, de dragage, de développement portuaire et éventuellement les déversements d'huiles depuis les bateaux, auront des effets néfastes sur les oiseaux marins qui fréquentent le Parc National de la Langue de Barbarie et un impact négatif mais temporaire sur les oiseaux terrestres, du fait de la destruction de leur habitat par les déchets de dragage.

C.14.3. Mesures proposées pour atténuer les pertes d'habitat et les impacts sur le Djoudj

- a) Il faudrait sélectionner les terrains voisins du Djoudj et ceux qui au Mali et en Mauritanie sont susceptibles de devenir des parcs nationaux ou de compléter les parcs déjà existants. Ce plan devrait prévoir la création d'un comité formé du personnel des services des parcs nationaux des états-membres de l'O.M.V.S.
- b) Après l'acquisition des terrains, il faudra assurer la formation des agents de conservation et commencer à structurer les services de ces nouveaux parcs.
- c) Il appartiendra au Gouvernement du Sénégal avec l'assistance technique de l'O.M.V.S. de réparer les digues et vannes du Djoudj; il lui incombera également de résoudre les difficultés qui pourraient éventuellement surgir parmi les populations aviaires du Parc National de la Langue de Barbarie, de veiller à l'application d'un programme de maintenance des digues du parc et d'un programme de recherche sur les oiseaux qui y vivent; les employés du parc devraient s'acquitter de ces tâches.
- d) Le programme écologique pour les terres humides proposé pour le Djoudj devrait démarrer au plus tôt, pour qu'il soit possible de mesurer les impacts du niveau de l'eau avant le début des travaux de construction du barrage de Diama. Ce programme complètera le programme proposé de recherche sur le lamantin (cf. Mammalogie et Herpétologie) et tous deux devraient être réalisés simultanément.

- e) Un programme de recherche visant à évaluer l'écologie et l'importance de la population aviaire des savanes devrait démarrer, mais revêt un caractère de moindre urgence que les phases précédentes du projet. Après consultation avec les organisations internationales compétentes (par exemple l'ORSTOM), le programme pourrait être mis en oeuvre, en tenant compte des activités de recherche en cours.

C.14.4. Mesures proposées pour lutter contre les oiseaux nuisibles

La lutte contre les oiseaux granivores en Afrique nécessite une coopération internationale. Du fait que de nombreuses espèces sont largement représentées dans de vastes régions, la lutte contre ces oiseaux, centrée sur une seule région, n'est pas une solution valable; cette région pourrait être immédiatement envahie par des oiseaux venus d'ailleurs. Le problème posé par les oiseaux nuisibles est analogue à celui que créent les invasions de criquets qui, jusqu'à présent, n'a pas été résolu dans la majeure partie de l'Afrique.

La première démarche serait d'obtenir une aide internationale pour étudier le problème à l'échelle régionale; ces études aboutiraient à l'élaboration d'un programme qui serait placé sous l'égide de l'O.M.V.S. On estime qu'un tel programme ne serait mis en application que si des méthodes de lutte adéquates s'avéraient nécessaires pour résoudre des problèmes spécifiques. Par exemple, on peut atténuer l'impact de Quelea quelea en récoltant le riz au mois de septembre qui est la période de reproduction de Quelea quelea dans les savanes lointaines. On peut empêcher les dégâts que causent le "combattant" et le "siffleur" sur les jeunes pousses de riz en appliquant du Méthiocarbe, un répulsif spécifique aux oiseaux. Des programmes visant à détruire les colonies de

tisserins qui nichent à proximité des rizières permettraient de résoudre certains problèmes à l'échelle locale. Il est recommandé une étude afin de déterminer les impacts de Passer luteus sur les cultures irriguées.

(Voir Tableau C.14-1, pour les impacts sur l'environnement dus à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs).

Tableau C.14-1.

Impacts sur l'environnement dûs à la réalisation du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir les impacts négatifs

Ornithologie

| Projet | Facteurs d'impact | Description de l'impact | Effet de l'impact | Mesures correctives |
|------------------------------------|---|---|---|--|
| Barrages de Diama et de Manantali. | Construction du barrage de Diama et lâchures d'eau depuis Manantali en saison sèche. | Perte de stocks halieutiques estuariens servant de nourriture à certains oiseaux. | Important ¹ , défavorable à certains oiseaux, positif pour d'autres, à long terme. | Réparation et entretien des digues et des écluses pour améliorer le parc de Djoudj en tant que sanctuaire d'oiseaux. Mise sur pied d'un programme de Recherche écologique et Gestion des Terres Humides. |
| Aménagement Général du Bassin | Inondations en amont du barrage de Manantali. Destruction d'habitat à cause des aménagements agricoles, municipaux et industriels. | Perte de savane et d'habitat pour les oiseaux granivores à cause de l'aménagement du bassin. Augmentation d'habitat pour les oiseaux aquatiques. | Modéré ¹ , négatif pour certains oiseaux, positif pour d'autres à long terme. | Etablissement de nouveaux parcs comme habitat de remplacement. Aménager des parcs équivalents aux superficies perdues, soit 123 kilomètres d'habitat de lisière de forêt à Manantali, pour servir de sanctuaire. Accroître les parcs existants. Financer le recrutement de spécialistes de la faune sauvage pour étudier les régions affectées par les aménagements et les régions protégées. Reboiser et établir des programmes de gestion des zones agro-pastorales. |
| Agriculture | Augmentation de la production agricole. | L'augmentation de la production agricole et de la nourriture disponible pour les oiseaux granivores nuisibles. | Modéré ¹ , préjudiciable aux agriculteurs, à long terme. | Destruction systématique des nids et des populations aviaires qui s'installent la nuit à proximité des cultures. Enrobage des graines ou épandage sur les cultures de produits répulsifs. Récoltes lorsque les oiseaux migrateurs sont absents de la région. Faire alterner les cultures céréalières et non-céréalières. |

¹En supposant qu'aucune mesure corrective n'est appliquée.

CHAPITRE D
EVALUATION GLOBALE DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT
DUS A LA REALISATION DU PROGRAMME DE L'O.M.V.S. POUR LA
MISE EN VALEUR DU BASSIN DU FLEUVE SENEGAL

Ce chapitre est destiné à intégrer les impacts identifiés dans les chapitres précédents dans une évaluation globale des effets sur l'environnement provoqués par les projets de développement du bassin du fleuve Sénégal. A tous les niveaux de réalisation, les projets de développement de l'O.M.V.S. auront un impact sur l'environnement. Un même impact peut être considéré comme positif ou négatif selon les critères de référence utilisés et selon son utilité pour celui qui en juge. Afin de pouvoir effectuer cette évaluation globale, il est nécessaire de répondre à deux questions fondamentales, à savoir:

- a) Quelles incidences les projets de développement auront-ils sur l'environnement et sur les ressources naturelles du bassin du fleuve Sénégal?
- b) Quelles incidences les projets de développement auront-ils sur le bien-être social et économique des populations du bassin du fleuve Sénégal?

D.1 Environnement et ressources naturelles

Le mode de gestion des ressources et son efficacité détermineront le niveau de bien-être social et économique atteint dans le bassin du fleuve Sénégal. Afin de mieux servir les intérêts immédiats et à long terme des populations du bassin et de celles des états-membres, le développement du bassin devrait être réalisé de façon à compenser la détérioration des ressources naturelles. Les éléments de l'environnement et des ressources naturelles du bassin du fleuve Sénégal qui seront affectés par le programme de développement de l'O.M.V.S. sont le sol, l'eau et la faune.

D.1.1.1. Les ressources du sol

Le sol et sa végétation, qui font déjà partie des ressources les plus menacées du bassin du fleuve Sénégal, seront affectés par les projets d'aménagement du bassin du fleuve. Les effets sur le sol dus aux aménagements agricoles, municipaux et industriels dans la vallée du fleuve Sénégal seront surtout ressentis entre Bakel et St.-Louis. Les pertes en terres et le recasement nécessités par la création du réservoir de Manantali, de même que l'érosion du littoral au sud du futur chenal d'entrée qui traversera la Langue de Barbarie sont de moindre importance.

D.1.1.1. Désertification de la vallée du fleuve Sénégal en aval de Bakel

Ces dernières décades, comme dans beaucoup d'autres régions sahéliennes d'Afrique, on assiste dans certaines zones de la vallée du fleuve Sénégal en aval de Bakel à une disparition graduelle de la végétation due à un surpâturage et à la destruction des forêts par l'homme pour ses besoins en combustibles. Cette situation, à laquelle s'ajoutent d'autres facteurs climatiques tels que le vent d'harmattan et les pluies, a fait disparaître la couche supérieure fertile du sol sur de vastes superficies. Le sol qui reste est pauvre en matières organiques et en nutriments, ce qui ne favorise pas l'implantation d'un couvert végétal. Ces circonstances ont encore été aggravées lors de la sécheresse du début des années 70 quand la végétation déjà éparse fut dégarnie par le bétail affamé. A moins d'instituer des pratiques adéquates en matière d'élevage, on assistera inévitablement à la poursuite du processus de désertification à grande échelle sur les terres de diéri. L'exploitation judicieuse des 247 000 hectares de périmètres irrigués qui doivent être aménagés d'ici l'an 2028 dans la vallée du fleuve Sénégal et dans le delta permettra de protéger ces terres contre la désertification.

Le programme de développement agricole prévu par l'O.M.V.S. offre toutes les possibilités de devenir soit un instrument de remise en valeur générale des ressources en sol et en végétation du bassin du fleuve Sénégal soit au contraire celui d'une détérioration accrue. En dernier ressort, l'avenir de ces terres dépendra des pratiques agricoles, pastorales, sylvicoles et de gestion animale qui seront adoptées.

L'aménagement des terres irriguées diminuera la superficie des futures zones pastorales. Afin d'alléger la pression sur les pâturages déjà surexploités, l'élevage sera intégré au programme de développement agricole en réservant à peu près 14% des périmètres irrigués à la production fourragère. Il faudra en même temps veiller à ce que les terres restantes de pâturage naturel ne soient pas surchargées au-delà de leur capacité.

La population du bassin du fleuve Sénégal devrait être supérieure à 6 millions d'ici l'an 2028. Par ailleurs, si l'on tient compte également de la hausse de prix du pétrole, les forêts déjà dégradées devront faire face à une demande accrue en bois de chauffe. Il est nécessaire de protéger et de gérer les forêts existantes et de planter de nouvelles forêts, si l'on veut satisfaire la demande de bois. Le développement de périmètres irrigués peut, à plusieurs titres, contribuer à atteindre ce but. L'intégration de certaines activités d'élevage dans les opérations des périmètres irrigués permettra d'alléger la demande en fourrages actuellement prélevés sur les forêts et les pâturages.

Moins de forêt sera détruite par suite de la diminution de la pratique du brûlis. Les périmètres irrigués eux-même constitueraient un noyau idéal de reboisement. De nouvelles forêts pourraient être implantées autour ou à proximité de ces périmètres et éventuellement les étendues sylvestres pourraient être irriguées avec les écoulements de restitution. Ces forêts pourraient avoir deux fonctions bénéfiques. Elles pourraient approvisionner en combustible les cultivateurs vivant près d'un périmètre et elles pourraient servir de brise-vent, ce qui diminuerait l'érosion du sol.

A moins que le projet de développement des périmètres ne s'accompagne d'un programme complet de planification et de gestion des terres, la désertification et la détérioration de l'environnement risquent de demeurer une menace sérieuse pour la vallée du fleuve Sénégal. L'objectif central du programme devrait être de parvenir à un équilibre entre l'utilisation et la capacité naturelle des sols, seul moyen pour arrêter la progression de la désertification dans la vallée du fleuve Sénégal. Le futur plan de gestion des sols devrait comporter les éléments principaux suivants:

- a) La réorganisation de l'élevage afin de permettre aux éleveurs de pratiquer l'agriculture dans les périmètres irrigués;
- b) L'utilisation contrôlée des pâturages de saison sèche et de saison des pluies situés hors des périmètres. La mise en œuvre d'une réglementation du pastoralisme visant à équilibrer et à améliorer la production des terres disponibles pour cette activité.
- c) L'extension des ressources forestières en protégeant et en augmentant celles qui existent déjà et en encourageant l'effort de reboisement aux lieux d'implantation des périmètres;
- d) La réglementation et l'amélioration des techniques d'exploitation agricole. Le défrichement et la mise en valeur de terres marginales devront être contrôlés ou interdits.

D.1.1.2. Pertes de terres autour du réservoir de Manantali

Il est prévu que la retenue du réservoir de Manantali sera exploitée à une cote allant de 187 à 208 mètres IGN. La superficie inondée par le réservoir variera entre 272 et 477 kilomètres carrés. Cette zone de 477 kilomètres carrés sera irrémédiablement perdue pour les hommes et les animaux. De plus, il sera nécessaire de procéder au recasement des populations, heureusement peu nombreuses, qui habitent sur le site du réservoir. De grandes surfaces de terres quasiment inutilisées sont disponibles dans le bassin de la rivière Bafing et pourront servir à ce recasement, sans qu'aucun impact négatif notable ne soit à craindre sur la disponibilité en sols dans la région de Manantali

D.1.1.3. Aménagements dans la partie sud de l'estuaire du fleuve Sénégal

La construction prévue du chenal d'entrée qui coupera la Langue de Barbarie au sud de St.-Louis aura un effet négatif sur l'estuaire et sur la partie de la Langue de Barbarie située au sud de ce chenal et qui sera transformée en lagune éventuellement remplie de sédiments. Le processus de sédimentation sera vraisemblablement très lent et s'étalera sur plusieurs siècles.

Immédiatement après la construction des brise-lames pour la protection du chenal d'entrée, la Langue de Barbarie subira une forte érosion sur le littoral. On ignore quelle sera l'ampleur de cette érosion mais nos recherches préliminaires indiquent qu'elle sera très forte.

La portion du littoral qui sera soumise à l'érosion est actuellement inhabitée. L'érosion diminuera la valeur de la Langue de Barbarie en tant que ressource pour un développement ultérieur éventuel, bien qu'aucun plan en vue de son aménagement n'ait été prévu. L'érosion de

la Langue de Barbarie n'aura donc aucune conséquence économique immédiate mais provoquera néanmoins la destruction d'un important sanctuaire d'oiseaux. La question de savoir si l'on doit instaurer dès maintenant des mesures coûteuses pour protéger cette zone menacée est une décision à prendre aux niveaux politiques.

D.1.2. Ressources Hydriques

Les ressources hydriques de surface et souterraines seront toutes deux affectées par les projets de développement de l'O.M.V.S.

D.1.2.1. Les eaux de surface

L'un des principaux objectifs du programme de développement de l'O.M.V.S. est de modifier le régime naturel du fleuve Sénégal afin d'augmenter son utilité en tant que ressource naturelle dont l'exploitation rentable est actuellement sérieusement limitée par les fortes variations de débit durant l'année. Les réservoirs de Diama et de Manantali permettront une répartition plus égale du débit ainsi qu'une recharge plus fréquente et plus efficace des lacs de Guiers, de R'Kiz et de l'Aftout-es-Sahel. Les débits de pointe seront atténués et les débits d'étiage seront augmentés à un niveau suffisant pour atteindre les objectifs d'exploitation du fleuve.

Les impacts de la mise en valeur des ressources hydriques du fleuve Sénégal favoriseront considérablement le développement agricole, qui est essentiel si l'on veut satisfaire les besoins alimentaires des populations. Sans régularisation des débits, les projets de développement agricole ne pourront être réalisés.

A l'heure actuelle, le seul problème en matière de qualité des eaux qui se pose dans le bassin du fleuve Sénégal concerne l'intrusion maritime qui, lorsque le fleuve est à l'étiage, empêche l'utilisation de l'eau pour l'irrigation, ou pour l'approvisionnement en eau, ainsi que la recharge des nappes souterraines.

En ce qui concerne le problème de détérioration de la qualité des eaux par suite du déversement de matières polluantes dans le fleuve, il est aujourd'hui inexistant et ne devrait pas davantage se poser lorsque les projets de développement seront exécutés. Une modélisation mathématique a permis de déterminer la réaction du fleuve au déversement de déchets et a révélé que l'augmentation du débit du fleuve en saison sèche permettrait de maintenir la qualité de l'eau au-dessus des niveaux critiques pendant toute la période de planification (1979-2028). Un déficit en oxygène dissous est possible dans l'estuaire en aval de St.-Louis, mais ne surviendra que vers la fin de la période du plan et seulement si les eaux résiduaires de St.-Louis sont déversées dans le fleuve Sénégal sans être préalablement traitées. Si la qualité de l'eau devait poser des problèmes en aval de municipalités ou d'industries dotées de réseaux d'égouts, il est possible d'y remédier en créant des installations de traitement des eaux d'égout. Si l'on tient compte du climat, des besoins en installations de traitement et de l'opportunité d'une solution à forte utilisation de main-d'oeuvre, il semblerait que le mode de traitement des eaux d'égouts le plus approprié serait leur déversement dans des lagunes prévues à cet effet.

Un programme de contrôle de l'environnement est recommandé pour déceler toute pollution et établir les niveaux de charges polluantes qui peuvent être déversées dans le fleuve sans que la qualité de l'eau ne se dégrade au-dessous des normes permises. Une autre source de pollution éventuelle du fleuve Sénégal est le déversement d'huiles usées et d'eaux de cale ou de ballast par les bateaux.

L'ampleur de ce genre de pollution dépendra des soins pris lors de la manutention et du stockage des produits pétroliers et des eaux de ballast, et des mesures de prévention des accidents. Afin de minimiser la quantité d'huiles déversée dans le fleuve Sénégal et dans son estuaire, il est essentiel d'adopter et de mettre en vigueur un code de lutte contre la pollution par ces huiles.

La construction des deux barrages, des installations portuaires, du chenal de navigation fluviale et des installations prévues dans l'estuaire causeront dans le fleuve Sénégal une pollution sédimentaire localisée. Les effets de cette pollution sur l'environnement seront peu importants, surtout si des mesures de contrôle efficaces sont mises en application lors de la période de construction.

La qualité des eaux de surface sera considérablement modifiée par la construction du barrage de Diama qui empêchera l'intrusion d'eau saline. Ceci aura pour principal effet bénéfique de permettre l'utilisation permanente de l'eau pour l'irrigation et pour l'approvisionnement en eau municipale. L'arrêt de l'intrusion de l'eau de mer dans le fleuve Sénégal en amont de Diama aura un effet positif et valorisera le fleuve Sénégal en tant que ressource hydrique.

D.1.2.2. Les eaux souterraines

Les eaux souterraines du bassin du fleuve Sénégal sont des ressources pratiquement inutilisées aujourd'hui. La construction du réservoir de Diama devrait à long terme affecter la quantité de ces eaux. Le fait d'empêcher l'intrusion d'eau saline dans le fleuve Sénégal en amont de Diama pourra éviter la contamination saline des nappes souterraines peu profondes adjacentes au fleuve. Le sel présent dans l'eau des nappes d'eaux souterraines sera lessivé en certaines endroits selon les conditions locales.

La diminution de la superficie de la plaine d'inondation du fleuve Sénégal, par suite de la régularisation des débits et des aménagements agricoles, réduira la réapprovisionnement des aquifères se trouvant à faible profondeur et proches du fleuve Sénégal. Les puits des régions rurales seront les plus touchés. Cette baisse de la recharge pourrait diminuer les potentialités d'exploitation à grande échelle des ressources hydriques souterraines réalimentées essentiellement par infiltration pendant la période des crues, mais ce type de développement n'est pas envisagé.

Comme partout ailleurs dans le monde, l'aménagement agricole, urbain et industriel constitue un danger pour la qualité des eaux souterraines et afin d'éviter leur contamination, il sera nécessaire de planifier scrupuleusement les emplacements et les techniques de décharge des déchets en fonction de la position des eaux souterraines.

D.1.3. Les ressources faunistiques

Les projets de développement de l'OMVS auront une influence sur la vie de la faune du bassin du fleuve Sénégal. Afin d'identifier ces impacts, le bassin du fleuve a été divisé en trois zones, celles des réservoirs de Diama et de Manantali ainsi que la vallée du fleuve Sénégal entre ces deux réservoirs. Les modifications d'ordre physique créées par la mise en valeur du bassin du fleuve auront un impact indéniable sur le futur habitat de la faune et sur sa multiplication dans chacune des trois zones:

- a) Zone du réservoir de Diama: gain d'habitat aquatique et perte d'habitat terrestre du fait de l'inondation et de la recharge des dépressions, de la disparition du gradient de salinité dans le fleuve Sénégal en amont de Diama, et de la modification du gradient de salinité en aval du barrage de Diama:

- b) Zone du réservoir de Manantali: gain d'habitat aquatique et perte d'habitat terrestre dûs à l'inondation et au recasement;
- c) Vallée du fleuve Sénégal: perte d'habitat aquatique due à la production du champ d'inondation et du développement agricole, et perte d'habitat terrestre causée par les aménagements agricoles, municipaux et industriels.

Les projets de développement n'affecteront pas les autres régions du bassin au point d'y modifier d'une manière significative les habitats terrestres et aquatiques.

D.1.3.1. Zone du réservoir de Diama

La faune du delta du fleuve Sénégal a été décimée au cours des deux derniers siècles. La principale cause en fut la destruction de l'habitat de cette faune par l'homme et par le bétail et, à un degré moindre, par la chasse. Les mammifères de plus grande taille tels que les gazelles, les antilopes, les singes et les félidés ont presque complètement disparu du delta. Les animaux plus petits comme les chacals, les rongeurs et quelques petits félidés ont réussi à s'adapter à ces conditions modifiées.

L'inondation en amont de Diama et une réalimentation plus fréquente des dépressions dans le delta provoqueront une perte d'habitat terrestre mais un gain d'habitat aquatique. La perte d'habitat aura peu de conséquence pour la faune si l'on considère la superficie terrestre totale du bassin. De plus, une grande partie des terres occupées par la faune est dans un état de dégradation déjà fort prononcé.

L'extension de l'habitat aquatique dans le delta du fleuve Sénégal, particulièrement en saison sèche, devrait être bénéfique pour le lamantin du fleuve Sénégal et le crocodile du Nil, dont quelques sujets vivent encore dans la région du delta, surtout dans le parc national du Djoudj, mais ces deux espèces y sont en voie de disparition. Doublés de strictes mesures de protection, les nouveaux habitats leur offriront une chance de survie dans le bassin du fleuve. D'après les expériences avec le lamantin du fleuve Sénégal dans le bassin du Lac Tchad et avec le lamantin d'Amérique, on estime que le lamantin peut compléter son cycle reproductif entièrement dans des eaux douces. Il est cependant impossible de prévoir avec certitude tous les impacts sur le lamantin étant donné les lacunes de données scientifiques, surtout concernant les effets des eaux de forte salinité sur ces espèces. Les zones humides seront également favorables à la création d'habitats supplémentaires pour les oiseaux aquatiques. La végétation émergente le long des berges du réservoir constituera un habitat favorable aux oiseaux granivores et insectivores.

Le barrage de Diama aura des conséquences dramatiques pour les populations ichtyocoles du delta, tant au plan de leur diversité que de leur évolution. La création ou l'extension de plans d'eau douce permanents (réservoir de Diama, Lac de Guiers, Lac R'Kiz et Aftout-es-Sahel) favorisera le développement de peuplements ichtyocoles d'eau douce adaptés aux conditions lacustres.

Les conditions estuariennes du haut delta, en amont de Diama, seront détruites par le barrage de Diama. Dans ce tronçon du fleuve, les variétés ichtyocoles estuariennes seront totalement éliminées. En aval du barrage de Diama, le changement de gradient de salinité réduira l'habitat estuarien. En saison des pluies, les conditions actuelles seront maintenues avec prédominance de l'eau douce.

En saison sèche, le niveau de salinité aura tendance à être supérieur au niveau actuel et la construction du chenal d'entrée accentuera encore cet effet. Au cours de l'année, surtout en avril, mai et juin les niveaux de salinité en aval du barrage pourraient ne pas

descendre au-dessous de 10 à 15 ppm, ce qui pourrait entraîner la disparition des poissons et invertébrés dont une partie du cycle de vie nécessite une faible salinité ou l'eau douce. L'alose africaine (Ethmalosa sp.), le crabe (Calinectes spp.) et la crevette, (Penaeus duorarum) pourraient notamment être complètement éliminés de la pêche commerciale. Les espèces qui pourront s'adapter à des taux accrus de salinité et aux variations du gradient de salinité en saison sèche seront prédominantes en aval du barrage de Diama.

D'un point de vue écologique, une modification dans la composition des peuplements ichtyocoles du fleuve SÉNÉGAL n'est certainement pas souhaitable. D'un point de vue économique et sociologique, la disparition de l'alose africaine et d'autres espèces dont le cycle de vie repose sur l'intrusion annuelle d'une langue salée revêt une grande importance, étant donné que la majeure partie de la pêche artisanale exploite ces espèces. Les prévisions faites au titre de ce rapport indiquent que le potentiel de rendement annuel de la pêche des espèces estuariennes pourrait décroître de 4000 tonnes dans le bas delta et de 7500 tonnes dans le haut delta. Ces pertes seront en partie compensées par la capture annuelle de 4500 tonnes de poissons d'eau douce prévue en amont du barrage de Diama, bien que la perte nette en stocks exploitables atteindra 7500 tonnes par an de cette région.

D.1.3.2. La région du réservoir de Manantali

La construction du réservoir de Manantali et le développement de la zone de recasement pour les habitants vivant actuellement sur les terres à inonder, détruiront 42 900 hectares d'habitat naturel. Contrairement à la région du delta qui n'abrite guère de faune, l'habitat qui sera détruit dans la région de Manantali représente l'un des endroits qui accueille une des faunes les plus variées et qui a un des taux de reproduction le plus élevé du bassin du fleuve SÉNÉGAL.

La plupart des animaux délogés par la mise en eau du réservoir de Manantali n'auront qu'une très petite chance de survivre dans l'habitat environnant; ils seront exposés aux prédateurs et à la famine car cette région semble avoir déjà atteint sa capacité d'accueil. Les abords du futur réservoir de Manantali offriront un nouvel habitat pour quelques espèces animales. L'hippopotame, le crocodile du Nil, l'antilope rouanne et le cobe singsing figurent parmi les animaux qui pourraient y vivre. Leur survie dépendra des mesures qui seront prises pour les protéger contre l'exploitation par l'homme. Ce gain de nouvel habitat ne compensera cependant pas la perte d'habitat de faune terrestre, relativement vierge et au taux de reproduction satisfaisant, qui sera inondé ou utilisé pour les villages de recasement. L'impact final du réservoir de Manantali sur la faune est donc jugé comme étant négatif.

Le nouvel habitat aquatique créé dans le réservoir de Manantali pourra abriter une abondante population ichtycole d'eau douce et favorisera les conditions propices à la prolifération d'autres formes de vie aquatique. Parmi les espèces qui s'établiront dans le réservoir, Tilapia et Sarotherodon devraient atteindre une valeur commerciale. Du point de vue des pêches, le réservoir de Manantali est un projet bénéfique.

D.1.3.3. La vallée du fleuve Sénégal

Le développement agricole de la vallée du fleuve en aval de Bakel réduira l'habitat disponible pour la faune. Une grande partie de ces terres se trouve actuellement dans un état de dégradation à cause du surpâturage et des cultures, d'où une faune moins nombreuse.

Les projets de développement n'influeront donc guère sur la faune actuelle. Dans la partie de ce rapport consacrée à l'évaluation des ressources en sol, il est recommandé d'utiliser les périmètres irrigués comme point de départ d'une planification pour l'utilisation plus rationnelle des terres; il est proposé un programme de planification de l'utilisation des terres qui permettrait d'arrêter la

désertification et d'améliorer les ressources en sol de la vallée du fleuve Sénégal, grâce à la préservation des ressources existantes, à la création de nouvelles ressources sylvestres et à la lutte contre les méfaits du pâturage et des activités agricoles. La faune pourrait peut-être réintégrer la vallée du fleuve Sénégal et s'y développer, si le programme pouvait être mis en oeuvre et si l'on pouvait parvenir à une amélioration globale des habitats forestiers et champêtres. Un petit nombre de gazelles, d'antilopes, de singes et d'éléphants pourrait trouver un territoire favorable dans la vallée du fleuve Sénégal entre Bakel et Dagana malgré les aménagements agricoles, municipaux et industriels. Afin que ces espèces puissent survivre, des mesures conservatoires énergiques seront nécessaires.

L'inondation annuelle des plaines est indispensable à la reproduction et à la croissance de plusieurs espèces ichtyocoles du fleuve Sénégal. La diminution du champ d'inondation par suite de la régularisation des débits et de l'aménagement de périmètres irrigués aura pour conséquence de réduire l'habitat des poissons et donc la productivité de la vallée du fleuve Sénégal. Les estimations faites pour les besoins de cette étude indiquent que les stocks halieutiques exploitables seront réduits d'environ 20 000 t/an d'ici 2028. Cette réduction est imputable à la destruction de l'habitat de la plaine d'inondation.

D.2. Le bien-être social et économique

Un des objectifs principaux du programme de développement de l'O.M.V.S. est d'améliorer le bien-être social des populations affectées par les projets. C'est pourquoi le critère ultime d'évaluation du bien-fondé du programme de développement du bassin du fleuve Sénégal se trouve cristallisé dans la question suivante: est-ce que les projets de l'O.M.V.S. seront bénéfiques pour les populations du bassin du fleuve Sénégal et des trois états-membres de l'O.M.V.S.?

Le bien-être social des populations du bassin du fleuve Sénégal dépend de plusieurs paramètres étroitement liés et parfois difficiles à identifier. Afin d'évaluer l'impact du programme de développement de l'O.M.V.S. sur ces populations les facteurs de bien être ci-après, ont été choisis.

- a) l'alimentation et la nutrition;
- b) la santé publique
- c) les migrations
- d) l'emploi
- e) les structures sociales et la culture

D.2.1. L'alimentation et la nutrition

L'un des objectifs principaux de l'O.M.V.S. est d'améliorer la production agricole afin d'augmenter le produit national brut, de promouvoir l'expansion des agro-industries et d'améliorer la qualité de la vie des habitants du bassin du fleuve Sénégal grâce à une meilleure alimentation. Les principaux problèmes d'ordre nutritionnel qui existent à présent dans le bassin sont les déficiences en protéines et calories, l'anémie et le goitre endémique. En Mauritanie, la malnutrition est reconnue comme étant la deuxième cause de mortalité chez les enfants. Le Mali estime qu'au moins 30 pour cent de la mortalité des enfants de 1 à 4 ans est due à la malnutrition. Le déficit pluviométrique de ces dernières années a gravement réduit la production alimentaire dans le bassin, ce qui a aggravé la malnutrition. Il a été démontré que l'un des moyens de lutte contre la malnutrition consiste à améliorer la production agricole, son stockage et la distribution des aliments plutôt que de se lancer dans des opérations d'aide à court-terme contre la famine. Une mise en valeur judicieuse du bassin du fleuve Sénégal améliorera le niveau nutritionnel dans le cadre d'une approche intégrée qui combinerait les techniques agricoles traditionnelles avec la technologie agricole moderne.

Les pratiques traditionnelles qui continueront à jouer un rôle important dans l'alimentation sont:

- a) Les cultures de décrue
- b) Les cultures de diéri
- c) L'élevage
- d) La pêche en eau douce

Les activités liées à l'alimentation et nouvellement introduites joueront certainement un rôle de plus en plus important au cours des 50 prochaines années. Il s'agit notamment de l'aménagement de 255 000 hectares en agriculture irriguée et à un degré moindre, car leur impact sera plus réduit, de la pisciculture et d'un meilleur approvisionnement en produits de la pêche maritime.

Actuellement l'agriculture est sous la forte dépendance d'une pluviométrie aux variations inter-annuelles et saisonnières imprévisibles, qui caractérise le climat sahélien. Par contre, l'agriculture irriguée rendue possible grâce à la construction des barrages, permettra plusieurs récoltes annuelles et des rendements améliorés.

Les stocks halieutiques maritimes sont surtout exploités par les pays étrangers, mais les Gouvernements du Sénégal et de la Mauritanie se rendent compte des potentialités de cette ressource en tant que produit d'exportation et produit alimentaire local. La richesse des fonds de pêche maritime s'explique par le phénomène de convection survenant annuellement au large des côtes du Sénégal et de la Mauritanie, ce qui ramène en surface des eaux chargées de nutriments. Il s'ensuit que les eaux littorales sont très poissonneuses de décembre à mai. La pêche démersale y serait également possible.

L'analyse ci-après porte sur les différents aspects de la relation entre la production agricole et l'alimentation des populations du bassin du fleuve Sénégal. Le tableau D.2-1 présente les prévisions établies sur 50 ans pour la disponibilité potentielle en éléments nutritionnels aux différentes étapes de développement de la production agricole. Le tableau D.2-2 indique les calories et les protéines disponibles par habitant. Selon les statistiques de la FAO (communiquées par Les Amis du Sahel), la quantité journalière d'apports en éléments nutritionnels que l'O.M.V.S. devrait essayer de procurer à la population du bassin est de 2300 calories/personne et de 66 grammes de protéines/personne.

Malgré l'absence d'analyse quant à la teneur en minéraux et en vitamines de la ration alimentaire, on peut logiquement prévoir son augmentation au fur et à mesure de l'amélioration de la valeur de la ration en termes d'apports protéiques. Si l'on parvient à améliorer le statut nutritionnel global des habitants du bassin du fleuve Sénégal, la malnutrition déclinera et la résistance des gens aux maladies augmentera. Une meilleure nutrition permettra d'atteindre un niveau plus élevé de bien-être social et par conséquent d'améliorer la santé publique dans le bassin, ce qui accroîtra la vitalité des habitants ainsi que leur efficacité au travail. Cette augmentation du rendement de la main-d'oeuvre devrait se traduire par une amélioration du statut économique de la région.

En 1980, la production animale, l'agriculture irriguée, l'agriculture de décrue et de diéri assureront les apports les plus importants de calories destinées à la consommation humaine, avec respectivement 41%, 24%, 16% et 14% environ du total des calories alimentaires disponibles soit 1607 calories/capita/ jour. Le déficit global sera de 417 330 000 000 calories qui ne pourra être comblé que par des importations de denrées alimentaires.

Tableau D.2-1

Résumé des prévisions de disponibilités annuelles en éléments nutritifs apportés par la production agricole aux différentes étapes d'aménagement du Bassin du Fleuve Sénégal.

| Sources | An 1980 | | | | An 2000 | | | | An 2028 | | | |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
| | Calories x 10 ⁷ | % du total ¹ | Grammes de protéines x 10 ⁷ | % du total ¹ | Calories x 10 ⁷ | % du total ¹ | Grammes de protéines x 10 ⁷ | % du total ¹ | Calories x 10 ⁷ | % du total ¹ | Grammes de protéines x 10 ⁷ | % du total ¹ |
| Agriculture de décrue | 15 354 | 16 | 440 | 7 | 14 458 | 6 | 433 | 4 | 6 958 | 1 | 203 | 1 |
| Agriculture de Diéri | 13 600 | 14 | 400 | 7 | 6 800 | 3 | 200 | 2 | - | - | - | - |
| Périmètres irrigués | 23 000 | 24 | 450 | 8 | 182 590 | 72 | 4 576 | 43 | 395 700 | 35 | 9 837 | 57 |
| Cheptel ² | 40 084 | 41 | 3 718 | 64 | 43 166 | 17 | 4 032 | 38 | 47 250 | 19 | 4 469 | 26 |
| Pêches Fluviales | 3 300 | 3 | 550 | 10 | 2 500 | 1 | 430 | 4 | 2 000 | 0 | 330 | 2 |
| Pêches Maritimes | 1 400 | 1 | 240 | 4 | 5 320 | 2 | 912 | 13 | 14 000 | 3 | 2 400 | 14 |
| TOTAL | 96 738 | 100 | 5 808 | 100 | 254 834 | 100 | 10 583 | 100 | 465 908 | 100 | 17 239 | 100 |

1/ les chiffres étant arrondis, les pourcentages ne totalisent pas toujours 100.

2/ Comprend des bovins, ovins et caprins, et à un degré moindre, des porcins et de la volaille.
A noter que dans une économie de subsistance la consommation de bétail est moindre que dans une économie monétarisée.

Tableau B.2-2

Résumé des prévisions sur les disponibilités annuelles en Calories et Protéines pour la population
du bassin du fleuve Sénégal, aux différentes étapes d'aménagement

| | An 1980 | An 2000 | An 2028 |
|--|-----------|-----------|-----------|
| Population | 1 649 500 | 2 901 100 | 6 274 500 |
| <u>Calories</u> | | | |
| Total disponible (x 10 ⁷) | 96 738 | 254 834 | 465 908 |
| Total recommandé ¹ (x 10 ⁷) | 138 476 | 243 547 | 526 744 |
| Déficit/Gain (x 10 ⁷) | - 41 738 | + 11 287 | - 60 836 |
| Disponible par jour et par personne | : 607 | 2 300 | 2 034 |
| <u>Protéines (Grammes)</u> | | | |
| Total disponible (x 10 ⁷) | 5 808 | 10 583 | 17 239 |
| Total recommandé ² (x 10 ⁷) | 3 974 | 6 989 | 15 115 |
| Déficit/Gain (x 10 ⁷) | + 1 834 | + 3 594 | + 2 124 |
| Disponible par jour et par personne | 66 | 66 | 66 |

1/ en supposant une moyenne de 2 300 calories par personne et par jour et compte tenu des prévisions démographiques pour le Bassin.

2/ En supposant une moyenne de 66 grammes par personne par jour et compte tenu des prévisions démographiques pour le Bassin.

On prévoit qu'en 1980, 61% des protéines disponibles pour la consommation proviendront de la production animale. Le restant des apports sera assuré à égalité par les autres sources de protéines. Cela donnera un surplus de 13 340 000 000 grammes de protéines et garantira donc à la population prévue le minimum requis de 66 grammes/capita/jour. Si l'on considère la situation avec réalisme, on constate que, bien que la consommation de produits animaux pourrait assurer l'essentiel des rapports en protéines, graisses et calories de la ration alimentaire, elle n'atteindra pas son potentiel pour des raisons culturelles (c'est-à-dire signe de richesse et moyen d'échange). Cette situation évoluera car dans le futur système économique monétaire, l'argent plutôt que le bétail sera le principal signe de richesse.

Vers l'an 2000, la production agricole dans le cadre de l'O.M.V.S. deviendra la principale source de calories avec une production de 72% de toutes les calories disponibles, supplantant la production animale qui n'en fournira que 17%. Les deux principales sources de calories sur les périmètres irrigués seront le sorgho et le riz. La production brute des différents types d'agriculture donnera un surplus de 112 870 000 000 calories et mettra donc à la disposition des habitants du bassin les 2300 calories/capita/jour jugés nécessaires.

Les estimations pour cette même année indiquent que la mise en valeur du bassin résultera en un surplus de 35 940 000 000 grammes de protéines, ce qui devrait permettre aux habitants de consommer la ration minima quotidienne de protéines recommandée.

Les apports protéiques seront assurés par l'agriculture irriguée, la production animale et, à un degré moindre, par la pêche fluviale et maritime, avec respectivement 43,38 et 17% du total des protéines disponibles produites dans le secteur agricole du bassin.

En 2028, la production des périmètres irrigués sera la principale source de calories et de protéines alimentaires avec 85 et 57% respectivement du total des disponibilités. L'accroissement constant de la population qui augmente au rythme de 2,3% par an, entraînera un déficit de 608 360 000 000 calories par an. La ration disponible ne sera que de 2034 calories/capita/jour. Les besoins en protéines pourront encore être satisfaits mais le surplus annuel de protéines disponibles n'atteindra plus que 21 240 000 000 grammes. A moins d'augmenter les superficies consacrées à l'agriculture irriguée, il faudra avoir recours à des importations de denrées alimentaires telles que le poisson de mer (pris en compte dans cette analyse sur la nutrition), le riz et le blé afin de compléter la ration de la future population du bassin du fleuve Sénégal qui devrait compter 6.3 millions d'habitants. L'analyse du statut nutritionnel est basée sur plusieurs hypothèses que nous allons détailler. Nous avons supposé que le développement agricole se déroulerait au rythme prévu. Les estimations de rendement agricole annuel reposent sur l'hypothèse d'une gestion adéquate des périmètres irrigués, avec l'aide des services de vulgarisation. En ce qui concerne les besoins alimentaires des populations, il a été supposé qu'ils seraient satisfaits avant de procéder à l'exportation de denrées alimentaires. On peut cependant considérer que certaines denrées seront exportées et assureront des revenus importants. Cela augmentera le revenu des consommateurs et leur permettra de compléter leur ration et de satisfaire d'autres besoins matériels grâce aux produits importés. Nous n'avons procédé à aucune stratification de la consommation alimentaire par couche socio-économique ni à une prévision de l'impact qualitatif et quantitatif que l'introduction d'une économie monétaire aura sur l'alimentation des populations.

Il convient de souligner que si les prévisions démographiques pour l'année 2028 sont exactes, à savoir une population supérieure à 6 millions d'habitants, et si la production agricole reste au même niveau qu'en 1980, la consommation quotidienne pourrait chuter aussi bas que 424 calories par personne par jour et 26 grammes de protéines par personne. Cela se traduirait pour les habitants du bassin par un grave problème de malnutrition et donc une plus grande vulnérabilité aux maladies.

De cette évaluation intégrée on peut conclure que la croissance exponentielle de la population du bassin du fleuve Sénégal et de la demande alimentaire qui s'ensuivra, excédera entre l'an 2000 et l'an 2028 l'augmentation linéaire de la production agricole.

Bien que les apports de protéines resteront adéquats, le problème, pendant cette période, viendra des carences quantitatives en termes de calories. Ce déficit calorique est incontestable, même si l'on suppose que tous les aliments produits dans le bassin seront mis à la disposition des populations du bassin. En outre, ce déficit apparaît sans qu'on ait procédé à la stratification de la population par tranches d'âge; or, les carences en calories sont plus fréquentes chez les jeunes.

Le déficit calorique pourrait à la longue provoquer une carence en protéines même si la consommation de protéines est adéquate. Cela vient du fait que les protéines sont utilisées pour fournir de l'énergie lorsque les apports en calories ne sont pas suffisants pour remplir ce rôle. La fonction des protéines en tant que facteur principal de croissance, de reconstitution et d'entretien du corps humain est alors supprimée.

Le déficit calorique global prévu pour la période allant de l'an 2000 à l'an 2028 sera en partie provoqué par la soudaine baisse du rythme de conversion des terres en périmètres irrigués entre 2021 et 2028. De l'an 2011 à l'an 2020 et selon les ajustements réalistes des taux de développement calculés par Groupement Manantali, le rythme d'aménagement sera de 5540 hectares/an tandis que de 2021 à 2028, il ne sera plus que de 4360 hectares/an. Durant cette période, la croissance démographique devrait atteindre 2,5% par an. La conclusion qui s'impose est que si l'on veut éviter les déficiences en calories au cours de la dernière période du programme, il faudra prévoir d'accroître soit la production agricole soit l'importation de denrées alimentaires dans le bassin.

D.2.2. La santé publique

Les projets de développement auront un impact positif sur la santé des populations du bassin du fleuve Sénégal, si les mesures prises pour atténuer les impacts négatifs sont efficacement mises en oeuvre. Des modifications dans la prévalence des maladies, dans la disponibilité en eau et en aliments et les changements d'ordre démographique seront à la base de cet impact.

L'amélioration de la santé publique dans le bassin allégera les souffrances physiques des habitants, augmentera le temps qu'ils consacrent aux activités familiales et professionnelles et ainsi leur permettra de mieux subvenir à leurs besoins.

Les maladies: Les futurs changements dans la prévalence des maladies ne peuvent être quantifiés de façon précise à cause de variables liées aux organismes porteurs de maladies et aux changements dans la résistance aux maladies des habitants du bassin. Selon les estimations, les moustiques vecteurs du paludisme et les arbovirus augmenteront dans la vallée du fleuve entre Diama et Bakel, par suite de l'extension d'habitats favorables à savoir les canaux d'irrigation et de drainage des périmètres irrigués. Ces canaux, ainsi que les réservoirs de Diama et de Manantali, constitueront un habitat qui pourrait abriter durant toute l'année les mollusques vecteurs du schistosome. Cette maladie semble poser plus de problèmes que le paludisme surtout dans la région de la vallée du fleuve située entre Diama et Bakel. Cependant, on considère que ni actuellement, ni à l'avenir ces maladies ne représentent un danger sérieux pour la santé des habitants du delta. Avec la régularisation des débits après la mise en service du barrage de Manantali, l'onchocercose pourrait devenir un véritable danger pour la santé des populations vivant en aval du barrage à cause de l'écoulement permanent

d'une eau courante bien oxygénée favorable à la reproduction des simuliens qui sont les vecteurs de cette maladie qui provoque souvent la cécité. Il est recommandé dans cette étude de mettre en oeuvre un programme de lutte contre l'onchocercose à financer par l'O.M.S. La forte prévalence de goitre endémique dans le haut bassin est due à une carence en iode. Ces maladies peuvent être contrôlées et ne menaceront pas dangereusement la santé des habitants du bassin, si les programmes de soins et d'éducation sanitaire sont institués par les services habilités des trois états membres.

D.2.2.1. La disponibilité en eau et en produits alimentaires

Le programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal est destiné à améliorer le statut nutritionnel des habitants du bassin. Le degré d'amélioration sera fonction de la nature des produits alimentaires cultivés et du volume de produits disponibles pour les habitats du bassin.

Cette étude révèle que les taux de malnutrition sont les plus élevés juste avant les récoltes annuelles c'est-à-dire en mars et en avril, quand les réserves de produits alimentaires sont quasiment épuisées. A long terme, l'agriculture irriguée devrait produire des aliments disponibles toute l'année, éliminant ainsi l'impact négatif des saisons sur le statut nutritionnel des habitants du bassin. A court terme, la perte de terres cultivables pendant la période de construction des périmètres irrigués nécessitera la constitution de stocks de céréales afin de composer les pertes en grains durant la période transitoire de conversion.

La régularisation des débits depuis le barrage de Manantali améliorera la santé publique en éliminant les mares, souvent malsaines, qui se forment en saison sèche dans les fleuves Sénégal et Bafing. La

population disposera en permanence d'une eau courante. Un meilleur pouvoir de dilution et d'absorption des éléments de contamination dans l'eau diminuera leurs taux de concentration. Ceci deviendra d'autant plus important que les objectifs de développement seront atteints et que la population s'accroîtra.

La population: La population humaine du bassin augmentera en nombre et en densité. En outre, des recasements de populations auront lieu. Les projets de développement seront créateurs d'emplois; les gens auront tendance à résider près de leur lieu de travail. L'augmentation prévue du nombre d'habitants et de la densité de population, surtout en zones urbaines, favorisera la transmission des maladies humaines à moins que ne soient institués un programme adéquat de soins curatifs et préventifs, d'éducation sanitaire, d'évacuation des ordures et des eaux d'égoûts, ainsi qu'une planification du développement. Les projets de mise en valeur n'auront d'impact favorable sur la santé publique que si l'on renforce les infrastructures et l'environnement sanitaires dans les centres de population.

D.2.3. Les migrations humaines

L'exode des populations du bassin du fleuve Sénégal s'est accéléré depuis les années 40, surtout celui de la population active à la recherche d'emplois; il a pour cause l'intensification de la désertification. Cette émigration a atteint des niveaux critiques après la sécheresse du début des années 70. La mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal provoquera au contraire un mouvement d'immigration vers la bassin au cours des 50 prochaines années, du fait de la création d'emplois.

Dans le bassin, il se produira un mouvement migratoire interne par suite du recasement des populations des villages en amont des barrages de Diama et de Manantali et qui seront inondés. On s'attend également à une migration interne vers les régions où les offres d'emplois seront supérieures à la demande, comme la région du delta où il est prévu que les emplois augmenteront rapidement.

Le mouvement migratoire aura tendance à s'effectuer des secteurs ruraux du bassin vers les zones urbaines où la majorité des emplois seront créés. On observera également une tendance vers la sédentarisation des éleveurs nomades au cours des 50 prochaines années au fur et à mesure de la réduction des superficies de pâturage et que les éleveurs trouveront des emplois dans les périmètres irrigués.

D.2.4. L'emploi

Au cours des 50 prochaines années, la mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal transformera graduellement l'économie traditionnelle de subsistance en une économie monétaire. On assistera à un déplacement de l'emploi, du secteur traditionnel lié à la pêche, à l'élevage et à l'agriculture de subsistance vers l'agriculture moderne à irrigation intensive en zones rurales, et les activités agro-industrielles et marginales en zones urbaines. La construction d'installations portuaires et l'amélioration de la navigabilité du fleuve seront également créatrices d'emplois. Les zones urbaines du bassin devraient plus rapidement que les régions rurales offrir de nouveaux emplois. Enfin, pendant cinq à six ans au début des années 80, la construction des barrages et des infrastructures de navigation devrait donner lieu à des offres d'emplois intensifs aux salaires élevés.

D.2.5. Changements dans les structures sociales traditionnelles et au niveau du patrimoine culturel

La mise en valeur de bassin du fleuve Sénégal modifiera le style de vie et provoquera d'importants changements culturels. L'un des

changements qui aura le plus de portée affectera les relations au sein de la famille élargie. L'introduction d'une économie monétaire et les perspectives d'emplois pour les jeunes engendrera le déclin de l'autorité traditionnelle et des sages du village.

Ce changement se fera ressentir davantage lorsque l'amélioration du système de communications facilitera la pénétration de nouvelles idées sociales et pensées religieuses dans la région.

Tandis que les familles rurales émigreront vers les centres urbains pour y travailler, la cellule familiale prendra plus d'importance car les castes auront tendance à disparaître au fur et à mesure que les différences économiques s'affaibliront et que les mariages entre personnes de conditions différentes seront plus fréquents.

En zones rurales, les activités liées à la pêche, à la chasse et à l'agriculture traditionnelles s'éteindront tandis que ces styles de vie deviendront de plus en plus démodés dans une économie monétaire. De nombreuses personnes associées à ces activités iront travailler dans les périmètres irrigués. Les gens qui auparavant vivaient dans une économie de subsistance, seront beaucoup moins indépendants; de plus, on assistera à un transfert d'autorité qui du niveau villageois passera aux niveaux régionaux et nationaux. La réglementation et l'attribution des terres par le Gouvernement menacera l'actuel système de castes et affectera le système traditionnel d'héritage de la terre.

Il se peut que l'artisanat indigène diminue tant en milieu urbain que rural. Une conséquence de l'amélioration du statut économique et du transport sera la préférence accrue de la population pour les biens importés. En zones rurales, des pressions de plus en plus fortes s'exerceront sur les artisans, les incitant à s'orienter vers un emploi plus lucratif sur les périmètres irrigués. En zones urbaines, la demande en produits de l'artisanat traditionnel sera moins forte au fur et à mesure que le style de vie deviendra plus sophistiqué.