

14760

OMVS
Haut Commissariat
Observatoire de L'Environnement
Chef du Bureau

République du Sénégal

**MINISTRE DES
MINES, DE L'ENERGIE
ET DE L'HYDRAULIQUE**



Service de gestion et
de planification
des ressources en eau



**DANISH
HYDRAULIC
INSTITUTE**

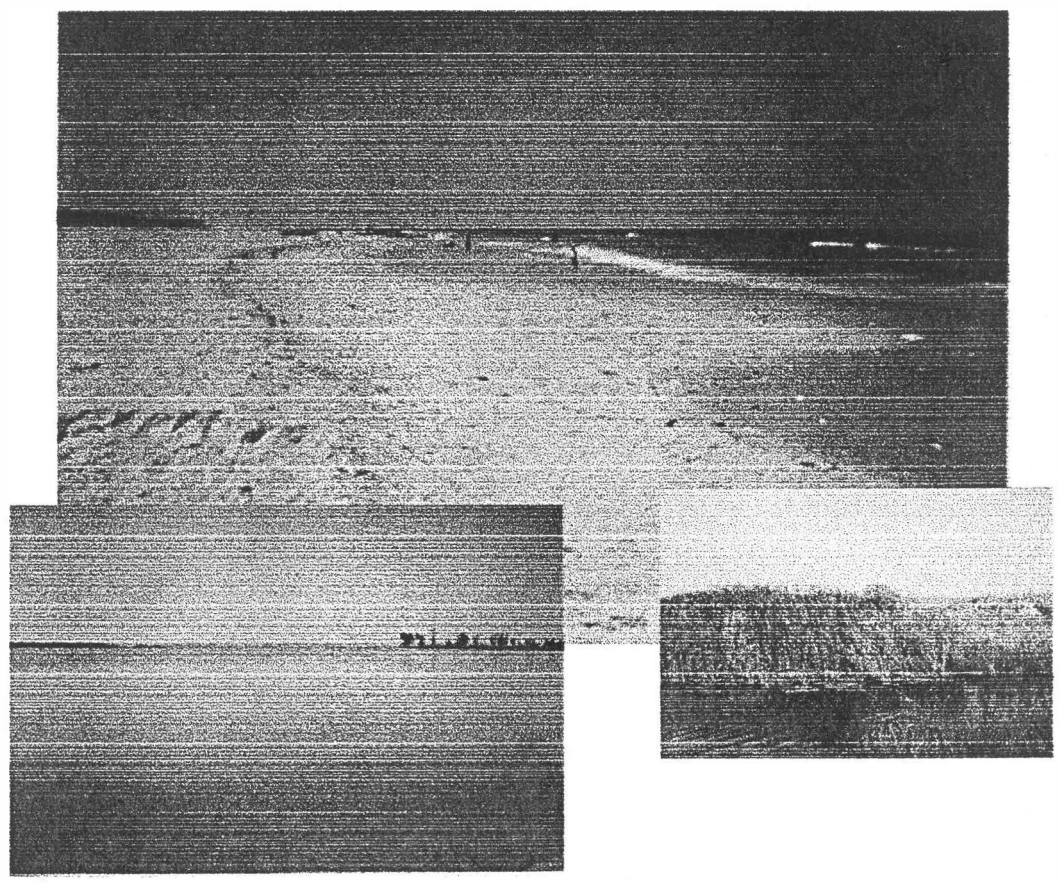
PNUE



Mai-Juin 2001

Gestion Intégrée du Littoral et des Bassins Fluviaux GILIF

Integrated Coastal And River Management ICARM



Programme pilote du Delta du Sénégal :

Inventaire des problèmes

A classer
Date 24/06/01
Visa J. A. S. S. I. R.

Tropis

Tropical
Service
Sarl

République du Sénégal

MINISTERE DES MINES, DE L'ENERGIE ET DE L'HYDRAULIQUE

Service de Gestion et de Planification des Ressources en Eau (SGPRE)

PNUE

DHI



Rapport

Version provisoire

Juin, 2001

Auteurs

Dr Adrien Coly

Dr Awa Niang

Gestion Intégrée du Littoral et des Bassins Fluviaux GILIF

Integrated Coastal And River Management ICARM

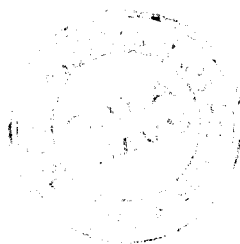
tropis

Tropical
Service

Sarl

DECLARATION D'ASSURANCE – QUALITE

Identification du projet	
Projet : Gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux	
Volet : <i>Programme pilote du delta</i>	
Titre du rapport: <i>Phase I- Inventaire des problèmes</i>	
Type de document : <i>Rapport</i>	Version : <i>provisoire</i>
N° du document : 1	Date :
Préparation et vérification	
Auteur/ Editeur : Dr Adrien Coly et Dr Awa Niang <i>Tropis-environnement en collaboration avec les techniciens du SGPRE</i>	
Contrôle de qualité par le sous-traitant : <i>Tropis-environnement</i>	
Contrôlé par : <i>Per B. Hansen, expert principal, DHI</i>	
Approuvé par : <i>??, DHI</i>	
Classement	
Nom du fichier : <i>rapp icarm</i>	
Document :	Tableaux et figures :
Calculs :	Graphiques :
Distribution interne	
Nombre de copies : 6	
Distribution : SGPRE (3 copies) DHI (1 copie) Pnue (1 copie) Tropis (1 copie)	



<u>1</u>	<u>Introduction</u>	7
<u>2</u>	<u>Méthodologie et déroulement de l'intervention</u>	8
<u>3</u>	<u>Présentation synoptique du bassin du fleuve et de la zone littorale</u>	9
<u>3.1</u>	<u>Le milieu naturel</u>	9
<u>3.1.1</u>	<u>Le haut bassin</u>	9
<u>3.1.2</u>	<u>La vallée</u>	9
<u>3.1.3</u>	<u>Le delta</u>	11
<u>3.1.4</u>	<u>La zone littorale</u>	11
<u>3.2</u>	<u>Le cadre socio-économique et environnemental du delta et de la zone littorale</u>	12
<u>3.2.1</u>	<u>Situation au plan humain</u>	12
<u>3.2.2</u>	<u>Situation environnementale</u>	17
<u>3.3</u>	<u>Les interrelations bassin versant – zone maritime</u>	19
<u>3.3.1</u>	<u>Hydrologie</u>	19
<u>3.3.2</u>	<u>Transports particuliers</u>	19
<u>3.3.3</u>	<u>Echanges économiques</u>	20
<u>3.4</u>	<u>Le cadre institutionnel et organisationnel de la gestion du littoral et du fleuve Sénégal</u>	20
<u>4</u>	<u>Les problèmes dans le bassin du fleuve Sénégal et la zone littorale</u>	23
<u>4.1</u>	<u>Les problèmes</u>	23
<u>4.1.1</u>	<u>Problèmes écologiques</u>	23
<u>4.1.2</u>	<u>Problèmes de ressources</u>	25
<u>4.1.3</u>	<u>Problèmes relatifs au processus d'échange</u>	26
<u>4.1.4</u>	<u>Problèmes liés au cadre humain</u>	26
<u>4.1.5</u>	<u>Problèmes d'usage</u>	28
<u>4.1.6</u>	<u>Problèmes du système de décision</u>	29
<u>4.2</u>	<u>Classification des problèmes dans le bassin du fleuve Sénégal et la zone littorale</u>	31
<u>4.2.1</u>	<u>Les critères de priorisation</u>	31
<u>4.2.2</u>	<u>La hiérarchisation des problèmes</u>	31
<u>4.3</u>	<u>Les interrelations des problèmes</u>	34
<u>5</u>	<u>Conclusion et recommandations sur les priorités</u>	41
<u>5.1.1</u>	<u>Zone estuarienne et margino littorale</u>	41
<u>5.1.2</u>	<u>Le Ndiael : zone périphérique mais tributaire du Delta</u>	41
<u>5.1.3</u>	<u>Le domaine irrigué de Ross-Béthio</u>	42
<u>6</u>	<u>Bibliographie</u>	43
<u>7</u>	<u>Liste des tableaux et figures</u>	46

1 Abréviations, sigles et acronymes

AGETIP : AGENCE D'EXECUTION DES TRAVAUX D'INTERET PUBLIC CONTRE LE SOUS EMPLOI

ASESCAW : ASSOCIATION SOCIO ECONOMIQUE, SPORTIVE ET CULTURELLE DES AGRICULTEURS DU WAALO

C.E.R.P. : CENTRE D'EXPANSION RURALE POLYVALENT

C.P.E. COMMISSION PERMANENTE DES EAUX

C.S.S. COMPAGNIE SUCRIERE SENEGALAISE

D.A.T. : DIRECTION D'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

EQUESEN : PROJET ENVIRONNEMENT ET QUALITE DES EAUX DU FLEUVE SENEGAL

FAC : FOND D'AIDE ET DE COOPERATION

G.I.E. GROUPEMENT D'INTERET ECONOMIQUE

I.G.N. : INSTITUT DE GEOGRAPHIE NATIONAL

I.S.E. : INSTITUT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

ISRA : INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHE AGRICOLE

M.A.S. : MISSION D'AMENAGEMENT DU SENEGAL

MEACC : MISSION D'ETUDE ET D'AMENAGEMENT DU CANAL DU CAYOR

MEAVF : MISSION D'ETUDE ET D'AMENAGEMENT DES VALLEES FOSSILES

O.M.V.S. ORGANISATION DE MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL

O.N.G. : ORGANISATION NON GOUVERNEMENTALE

ORSTOM : INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE EN COOPERATION

P.D.R.G. : PLAN DIRECTEUR DE RIVE GAUCHE

P.I.P. : PERIMETRE IRRIGUE PRIVE

P.I.V. : PERIMETRE IRRIGUE VILLAGEOIS

PNUD : PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR LE DEVELOPPEMENT

SAED : SOCIETE D'AMENAGEMENT ET D'EXPLOITATION DES TERRES DU DELTA ET DE LA FALEME

SONES : SOCIETE NATIONALE DES EAUX DU SENEGAL

2 Introduction

Le Pnue a développé un concept et une approche pour la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux (GLIF) dont le but est d'intégrer les bassins versant et les zones côtières dans une même unité de gestion pour plus d'efficacité et de d'économie.

Dans le cadre d'un partenariat SGP/RE/DHI/PNUE, le delta du fleuve Sénégal a été retenu pour des activités pilote dans le cadre de ce projet. Cette région vit une dynamique tant sur le plan physique que sur le plan social et économique, ce qui est à l'origine de ces modifications environnementales. Tous ces facteurs entraînent une forte pression sur les ressources en eau et créent des situations conflictuelles.

Le programme pilote vise un diagnostic multi-sectoriel afin d'aboutir à un plan de gestion rationnelle et intégrée pour garantir une utilisation durable des ressources en eau et de l'espace. Il devra porter sur : la connaissance du milieu physique (hydrologie, hydrogéologie, dynamique fluviale dynamique marine, hydro-biologie,...) les aspects sociaux et économiques, le contexte institutionnel, identification des conflits et des problèmes apparents et potentiels afin que de bonnes solutions et des options de gestions pertinentes puissent être proposées.

Le présent contrat avec Tropis environnement couvre la phase 1 des activités du projet dénommé « inventaire des problèmes rencontrés dans la zone d'étude ». Elle sera menée à terme au plus tard le 15 juillet 2001. Les résultats de cette phase seront présentés et discutés à une rencontre prévue le 11 juillet 2001. Cette rencontre devra proposer les activités de la phase 2.

Le consultant mènera les activités suivantes :

- Faire la liste des études et projets prévus, en cours ou déjà réalisés
- Dresser l'état des lieux en ce qui concerne les problèmes de gestion
- Interroger les usagers et institutions
- Description des interactions entre les problèmes identifiés en prévoyant une présentation graphique
- Proposer des critères de hiérarchisation et définir la priorité des différents problèmes
- Présenter un rapport sommaire des entretiens et de la présentation PowerPoint (les problèmes doivent être illustrer de préférence avec des photos)

3 Méthodologie et déroulement de l'intervention

L'analyse des problèmes est l'établissement des relations causes à effets entre des facteurs négatifs d'une situation existante. Cette analyse vise à identifier les goulots d'étranglement réels, importants et prioritaires pour les groupes concernés. Les problèmes retenus à ce stade sont constatés par les groupes formels, informels, les institutions /organisations concernées et les experts.

La démarche méthodologique proposée permet :

- de définir avec précision le cadre et le sujet d'analyse ;
- d'analyser les groupes intéressés ;
- d'analyser la situation problématique ;
- d'identifier et de hiérarchiser les problèmes ;
- de visualiser les relations cause à effet dans un diagramme

L'analyse se présente sous format de diagramme où les effets sont placés au-dessus et les causes en dessous d'un problème donné.

Pour cette intervention la méthodologie utilisée comprend une analyse documentaire, un recensement des problèmes, une enquête, un traitement et une restitution de l'information.

- Analyse documentaire

La recherche documentaire a été menée au sein de différentes structures, instituts et organismes intervenant dans le delta du fleuve. Pendant cette phase, il fallait collecter le plus grand nombre d'informations sur les travaux effectués

- Inventaire des problèmes

Une fiche d'identification a été élaborée pour permettre la constitution d'une base sur les différents problèmes des eaux.

- Mission de terrain

Plusieurs visites ont été effectuées sur différents sites ciblés afin de réaliser des entretiens avec les personnes ressources, collecter les données disponibles ou observer les différents problèmes.

Le présent rapport présente un aperçu synoptique des problèmes identifiés dans la zone littorale et le delta du fleuve Sénégal

4 Présentation synoptique du bassin du fleuve et de la zone littorale

Le fleuve Sénégal est un des grands organismes hydrographiques de la façade atlantique de l'Afrique de l'ouest. De sa source dans le massif du Mali au Fouta-Djalou en République de Guinée à l'Océan Atlantique, il parcourt de valeureux et pittoresques paysages.

4.1 Le milieu naturel

Le cadre général du fleuve Sénégal présente trois régions naturelles : le haut bassin, la vallée et le delta. Celui-ci jouxte une zone littorale et maritime de premier ordre pour la région.

4.1.1 Le haut bassin

Le haut bassin correspond à la région dite guinéenne ou domaine du Fouta Djallon. C'est une zone de hauts plateaux, constituée d'un substrat cristallin et gréseux imperméable. Les fortes pentes expliquent un réseau hydrographique vigoureux, dominé par le Bafing, le Bakoye et la Falémé principaux affluents du Sénégal.

Dans le domaine guinéen, les pluies s'installent en mars et s'arrêtent en décembre. Les mois de juillet, août et septembre cumulent l'essentiel de la pluviométrie. Les mois « secs » sont janvier et février. C'est le district des savanes péri forestières avec des îlots de forêts denses. Ces formations forestières sont reliques de la forêt dense ouest africaine. Le paysage de savane qui leur sert de toile de fond se constitue de façon très irrégulière soit pour des raisons édaphiques (dans les bas fonds cuirassés ou sur les *bowé*) soit à cause de l'action anthropique (savanes de versants).

Cette action se présente sous forme d'activités agricoles, d'exploitation forestière, de feux de brousse, ou d'élargissement de l'espace habité.

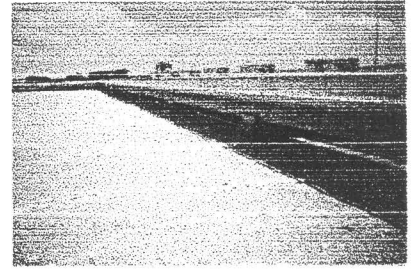
4.1.2 La vallée

La vallée du fleuve Sénégal s'étend de Bakel à Dagana et correspond au cours moyen du fleuve. Le lit du fleuve s'élargit sur une plaine alluviale.

La vallée du fleuve Sénégal est caractérisée par la diversité des formes du paysage. Cette région de basses altitudes se compose de plateaux et de plaines.

Un micro-relief caractéristique (cuvettes et levées) marque de façon transversale le modelé de la vallée : le *diéri* qui est la zone non inondable et le *walo*, zone inondée

Figure 1. Le delta du fleuve Sénégal



Les savanes constituent au niveau de ces immensités monotones du bassin du fleuve Sénégal, la formation phytogéographique dominante. Elles se caractérisent suivant leur physionomie en savane boisée, arborée, arbustive et herbeuse.

L'essentiel du bassin du fleuve s'étale dans ce domaine soudanien qui assure la transition entre les zones pluvieuses guinéennes et le Sahel. La pluviométrie est de 600 à 700 mm par an et la saison pluvieuse dure de juillet à septembre

4.1.3 Le delta

Au-delà de Dagana, le Sénégal se subdivise en un réseau hydrographique très chevelu et anastomosé. C'est le DELTA qui est une vaste plaine d'inondation caractérisée par de nombreuses cuvettes et marigots. Le fleuve alimente de part et d'autre de son cours, deux dépressions naturelles que sont le LAC RKIZ (en Mauritanie) et le LAC DE GUIERS (au Sénégal).

Le Delta se caractérise par une morphologie très complexe due à l'action combinée du climat, de la mer, du fleuve et du vent.

Le genre *Acacia* (*raddiana*, *senegal*, *seyal*...) domine la strate arborée des steppes du domaine sahélien. D'autres formations azonales sont constituées par les hydrosères naturelles, écosystèmes particuliers composés de végétaux aquatiques. Les plans d'eau du delta et les rives sont occupées par ces types de formations qui se développent là où les conditions leur sont favorables.

D'un point de vue climatique, le domaine sahélien se définit par l'irrégularité et la variabilité spatio-temporelle fort marqué des précipitations.

4.1.4 La zone littorale

La zone littorale est sous influence directe de la mer et comprend notamment la langue de Barbarie et la zone du Gandiolais.

La Langue de Barbarie (PNLB) s'étire sur un cordon fin de sable du village de Guéthie au nord à la latitude de Mbaw au sud. Il s'étend entre l'océan et la rive gauche du fleuve Sénégal. Le paysage de ce « bout de sable » présente des dunes, des hauts fonds découverts à marée basse. Elle comprendrait trois secteurs :

- ◆ un secteur maritime ou rivage externe largement balayé par la houle
- ◆ un secteur dunaire sous l'influence du vent qui se limite à la haute plage et aux dunes littorales
- ◆ un secteur fluvial ou rivage interne fortement soumis à la dynamique fluviale.

L'espace occupé par un parc a fait l'objet de nombreuses mutations liées à l'évolution de l'embouchure du fleuve Sénégal qui s'est régulièrement déplacé selon le rapport de force entre la houle et les eaux continentales.

L'hydrologie est essentiellement marine caractérisé par les influences alternées de la mer et du cours d'eau.

Le Gandiolais constitue son arrière pays. C'est une zone dunaire ponctuée de vasière, qui correspond aussi bien à la région septentrionale de Niayes et qu'au bas delta du fleuve Sénégal

A l'interface fleuve-mer, la zone estuarienne développe ses formations de mangroves et steppes halophytes. La séculaire remontée saline a conditionné au niveau de l'estuaire et de la basse vallée des paysages typiques. Entre le Gandiole et Saint-Louis le paysage est composé à l'avant pays (Route - fleuve) de *Rhizophora* et *Languncularia racemoza*, *Avicennia africana*, à l'arrière pays par des touffes de différentes variétés. Dans les secteurs plus sableux et plus exposés, sur le nebkha dominance de *Sporobolus spicatus*...

4.2 Le cadre socio-économique et environnemental du delta et de la zone littorale

Le fleuve Sénégal traverse plusieurs pays. Ses rives ont longtemps attirées les populations notamment au niveau de sa vallée où l'on retrouve les concentrations les plus importantes

4.2.1 Situation au plan humain

- Le peuplement

L'histoire des établissements humains dans le delta et sur le littoral est fortement marquée par des mouvements migratoires.

Le Delta du fleuve Sénégal était une zone sous-peuplée occupée par les sédentaires *wolofs* localisés le long du fleuve et au bord de la route Saint-Louis – Rosso. AUDRU (1966) estimait la population rurale du Delta à 17.000 habitants, soit une densité de 5,4 hts/km².

La colonisation agricole du delta a impulsé les mouvements migratoires les plus significatifs. Déclenchée par l'administration coloniale, elle s'est poursuivie avec le programme de riziculture irriguée encadrée par la SAED.

Les flux migratoires se sont renforcés au fil du temps, en rapport avec l'amélioration de l'environnement infrastructurel et institutionnel des cultures irriguées. Sous ce rapport l'après-barrage est responsable de la plus récente génération d'immigrants, sans doute la plus importante en taille. Le développement de l'agro-industrie, la disponibilité d'un crédit agricole (CNCAS et autres organismes bailleurs) ont attiré vers le delta de nombreuses populations qui vivent au rythme de l'aménagement et du fonctionnement du fleuve (Fall et al, 2000).

La population est composée de 52% d'hommes et 48% de femmes et le tout est réparti entre 69% de wolofs, 19% de peuls, 11% de Maures et 1% d'autres ethnies.

Cette répartition s'observe de façon analogue dans le Gandiolais où les Wolofs représente 45% de la population, les peuls 35%, les Maures 15% et les autres ethnies 5%.

Aujourd'hui, les zones de forte concentration humaine se trouvent le long de la route nationale n°2 ou près des cours d'eau.

- Occupation de l'espace et urbanisation

Dans le Delta, le plan d'aménagement de la SAED s'est accompagné, à l'image de celui de la

Mission d'Aménagement du Sénégal (MAS), d'un mouvement encouragé d'implantation de 9 000 familles (DIA, 1986) autour des cuvettes de Ndombo, Kassak et Boundoum. La stratégie a consisté à loger les périmètres irrigués le long du lit majeur et autour des axes hydrauliques secondaires du delta (Gorom, Lampsar) et à y favoriser la formation d'importants noyaux de concentration de moyens de production et d'hommes.

Dans la Communauté rurale de Ross-Béthio qui couvre l'essentiel du delta Sénégalais quatre unités territoriales ou unités de gestion se distingue : Ross-Béthio, Mboundoum, *diéri* et Yallar. Cette répartition tient aussi compte de la composition sociale. Ainsi, les peuls se localisent dans la zone de Yallar, Ross-Béthio et dans le *diéri* ; les wolofs également sont dans la zone de Ross-Béthio, Mboundoum et le long du lac de Guiers et les maures occupent la zone de Yallar.

Avec l'appel de population lié à l'après barrage, des villes comme Rosso, Ross-béthio et Richard-Toll se renforcent au plan démographique. La commune de Richard-Toll englobe l'essentiel de cette population et se positionne comme un pôle urbain de plein exercice.

Dans la communauté rurale de Gandon qui polarise le Gandiolais, la population est estimée en 1999 à 39 958 habitants. Elle compte 81 villages qui se répartissent comme suit : la zone du Gandiol et celle de Gandon polarisent chacune 22% des villages, Ndiawdoune 18% et Rao le reste soit (38%).

Cette zone du Gandiolais est aujourd'hui victime des tendances démographiques et spatiales décelées de la ville de Saint-Louis.

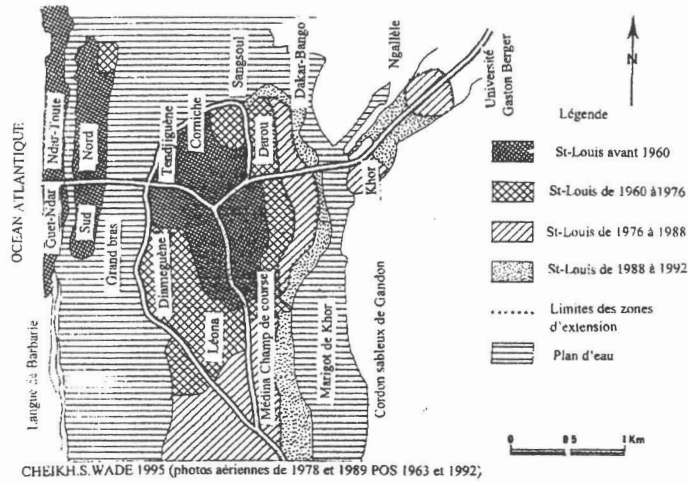
La ville de Saint-Louis est située à l'embouchure du fleuve Sénégal. Ville amphibie, Saint-Louis est édifié sur un site estuarien. Le modelé du site est formé d'une succession de lambeaux de terres plates, de dunes morcelées semi-fixées alternant des vasières, des marigots et des bras du fleuve Sénégal. La topographie est basse et les altitudes sont partout inférieures à 2,5mIGN. Ce qui l'expose fréquemment à la remontée des eaux du fleuve et aux fréquentes inondations.

Selon Wade et al. (1999), l'histoire retient l'île de Ndar comme site à partir duquel la ville de Saint-Louis s'est développée. La croissance de la ville de Saint-Louis s'est déroulée dans des espaces discontinus. Elle s'est faite sans plan d'orientation générale. Les conséquences sont lisibles sur le déséquilibre de l'ensemble de la structure urbaine. Treize (13) quartiers sur dix sept (17) occupent l'espace intra-muros délimité à l'ouest par la digue route construite en 1995

Fondée en 1659, la ville a connu une croissance démographique rapide. Les premières installations étaient localisées uniquement sur l'île qui est un banc de sable. la ville s'est ensuite étendue du côté occidental sur la Langue de Barbarie, puis à l'est, au-delà du grand bras du Sénégal, sur la grande île de Sor et la zone de de Khor.

L'occupation de l'espace se poursuit eu égard au développement économique lié aux activités touristiques, agricoles, industrielles, intellectuelles... et aux aménagements structurants dans la ville et au niveau de la vallée du fleuve Sénégal.

Figure 2. La ville de Saint-Louis



▪ Les activités

La vie socio-économique du delta du fleuve Sénégal dans le delta sénégalais était rythmée par les périodes de crue et de décrue qui conditionnaient toutes les activités traditionnelles de la région. L'agriculture était associée à l'élevage et à la pêche.

La pêche se pratiquait en saison sèche avec un matériel rudimentaire pour une consommation locale. Cette activité a connu un essor remarquable avec les nouvelles conditions hydrologiques. La pêche suscite un regain d'intérêt et la productivité des pêcheries semble croître malgré les contraintes liées à l'élimination de certaines espèces inadaptées aux nouvelles conditions hydrologiques et à la prolifération de la végétation aquatique.

L'élevage dans la région du delta combine un système d'élevage maure qui concerne les petits ruminants mais aussi les chameaux, un système villageois confiné ou intégré et un système extensif habituellement connu chez les grands éleveurs peuls qui pratiquent une transhumance saisonnière.

L'agriculture se pratiquait sous forme pluviale et en cultures de décrue. Les cultures pluviales se pratiquent dans le *diéri* en saison des pluies (fin juillet - mi septembre). Si la sécheresse a eu raison de la culture pluviale, il faut dire l'activité traditionnelle de décrue a périclité à cause des variations du plan d'eau et des typhas qui ont occupé les petites marges de terres qu'offrait le retrait des eaux (Coly, 1999).

Avec le développement de l'agriculture irriguée, l'espace pastorale s'est réduit et émietté. Coly 1996, distingue à ce sujet les espaces ruraux en déclin (espaces pastorales, espaces halieutiques, espaces protégés) et les espaces en devenir (espaces agricoles) au gré des politiques de mis en valeurs et d'usage de l'eau.

▪ Usages de l'eau

Les deux grands groupe d'usages sont répertoriés dans le delta et la zone littorale du fleuve Sénégal : l'usage économique (domestique, agricole, pastoral, industriel, touristique, ...) et celui écologique (projets hydraulique, conservation de la Nature...) Coly (1999) puis Fall et Coly, (2000) en ont fait un inventaire assez détaillé que nous présentons ci dessous :

L'usage domestique est le plus répandu puisqu'il concerne l'alimentation des ménages pour les différents besoins de la vie domestique. En milieu urbain existe le système AEP. En milieu rural le système AEP est encore embryonnaire; les populations prélèvent directement sur les cours d'eau naturels les quantités dont elles ont besoin.

L'usage agricole porte sur l'agriculture irriguée dans la zone deltaïque et au niveau du gandiolais, il s'agit du maraîchage qui utilise l'eau des nappes de préférence par des techniques traditionnelles d'exhaure (céanes).

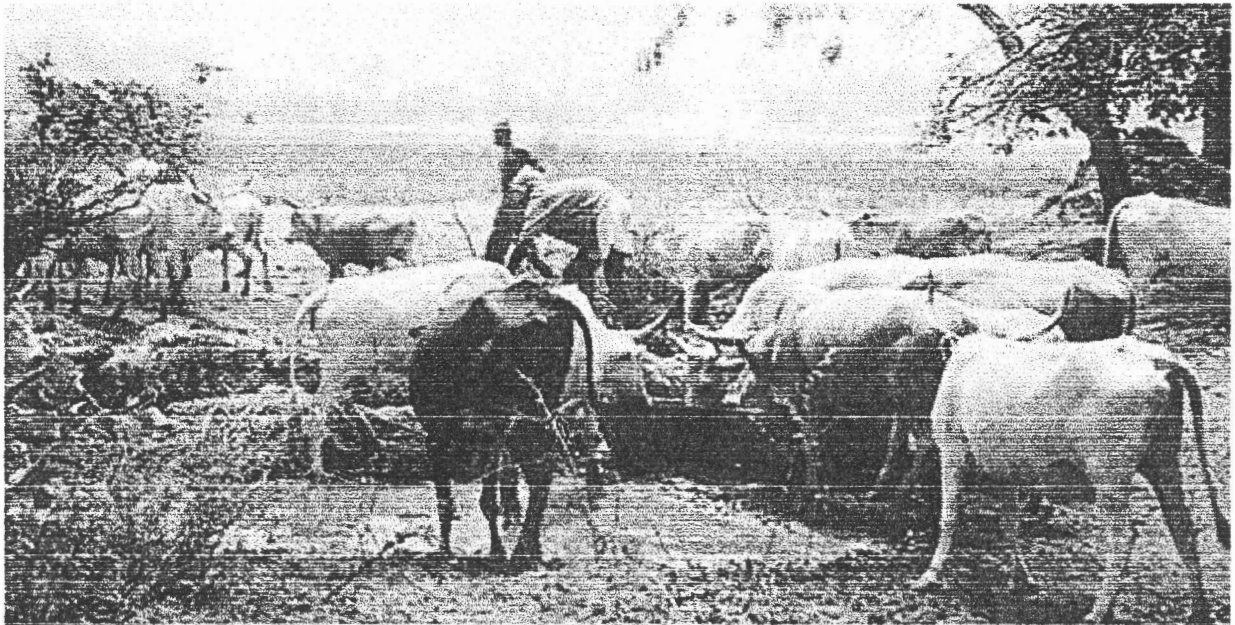
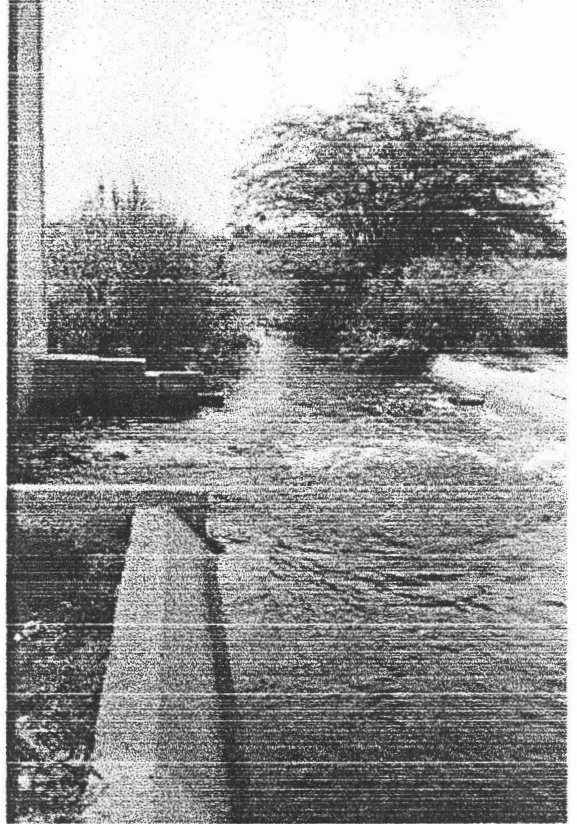
L'usage pastoral dans le contexte de l'après barrages, est soumis à de nombreuses contraintes (parcours, pollutions des points d'eau, sécheresse...) aussi bien dans le delta que dans le Gandiolais.

L'usage industriel est le fait de l'agro-industrie et des fabriques de glace. Ces unités industrielles consomment beaucoup d'eau pour l'irrigation des périmètres et/ou pour la fabrication des produits. La CSS s'est installée à Richard-Toll en 1972, la SOCAS à Savoigne en 1972 et la SNTI à Dagan en 1979.

L'usage touristique et chasse dans le delta est centré sur les attractions et les activités cynégétiques. L'attraction est tributaire de l'importance des colonies d'oiseaux d'eau en particulier des espèces migratrices du paléarctique occidental dont le stationnement au niveau du parc est lié à l'abondance des plans d'eau en poisson et à la qualité de l'effet miroir. Les zones amodiées correspondent à des sites fréquentés par des oiseaux d'eaux. C'est pourquoi l'activité cynégétique entretient indirectement des rapports avec la ressource.

La Pêche dans le delta du fleuve concerne la pêche continentale et la pêche maritime. La vitalité de la pêche continentale est liée à la qualité et à la dynamique des eaux fluviales. La pêche maritime est pratiquée au niveau du littoral saint-louisien mais l'ensablement et le rétrécissement de l'embouchure sont de réelles contraintes pour cette activité.

Figure 3. Photographie de quelques usages



La Navigation est un usage très limité au tourisme dans les parcs. Mais dans le cadre du programme OMVS, il est prévu de relancer la navigation sur le fleuve Sénégal.

Les Projets hydrauliques : depuis la mise en service des barrages plusieurs projets hydrauliques ont été initiés par la République du Sénégal pour revitaliser certaines vallées mortes et réseaux hydrographiques non fonctionnels. Dans le delta il s'agit surtout de la cuvette du Ndiaël, du projet Gandiolais et de la zone des trois marigots. Ces projets sont toujours au stade d'étude de faisabilité même si l'eau coule dans la plupart de ces vallées.

L'activité de *Conservation de la nature dans les Parcs et réserves* répond au besoin de restaurer les écosystèmes et d'offrir des espaces de repos et de reproduction à la faune sauvage.

Cette activité s'est signalée comme prépondérante dans le delta depuis ces dernières décennies avec la réalisation des barrages et des aménagements hydro-agricoles.

4.2.2 Situation environnementale

Plusieurs écosystèmes se distinguent en fonction de l'inondation ou de la position par rapport au delta. Sur ce critère topographique on peut considérer une première typologie caractérisée par les écosystèmes des zones humides et les écosystèmes secs (Coly, 1999).

◆ Les zones humides du delta font partie intégrante du système hydrologique du fleuve du Sénégal. Elles sont formées de sites de localisation littorale ou continentale

Les zones humides littorales se confondent avec l'estuaire qui abrite différents types d'habitats : zones intertidales avec des bancs de sable, des vasières et marécages, mangroves et lagunes saumâtres. Ces formations sont alimentées de façon alternée par l'eau de mer ou par l'eau douce du fleuve, des précipitations et/ou de la nappe souterraine. Les cordons littoraux (Langue de Barbarie, ...) complètent cet écosystème côtier (Fall, et al. 2000).

Les zones humides continentales du delta peuvent être classées en deux catégories selon des critères hydrologiques : la submersion par des eaux superficielles (courantes ou stagnantes) ou par engorgement.

Le delta compte également des zones humides artificielles constituées essentiellement par les aménagements hydro-agricoles, les réserves d'eau douce, les bassins de pisciculture, les zones d'épandage des eaux usées.

◆ Les écosystèmes secs correspondent aux paysages du diéri non atteints par la crue naturelle, localisés sur les bordures du plateau qui jouxte le fleuve et ses tributaires. Ils sont formés d'alignements dunaires mis en place à l'Ogolien.

Les caractéristiques fondamentales de cet écosystème sont la faiblesse de la couverture végétale composée d'espèces xérophiiles la forte activité érosive du vent, ainsi que leur fragilité et leur pauvreté en espèces et en habitats.

Figure 4. Carte des écosystèmes du delta source OMVS

4.3 Les interrelations bassin versant – zone maritime

4.3.1 Hydrologie

Le fonctionnement hydrologique du fleuve Sénégal détermine un régime pluvial tropical pur à Bakel avec un maximum en septembre et un minimum en mai. La période des hautes eaux se situe ainsi entre août et octobre et la saison des basses eaux sur le reste de l'année. Suivant la répartition pluviométrique dans les différents sous bassins, la part individuelle de l'apport au débit à Bakel est variable d'une année à l'autre de même que l'hydraulicité du fleuve.

La basse vallée est tributaire de l'hydrologie du bassin amont puisque 100% des débits proviennent de cette zone. Le régime saisonnier est fonction du temps de propagation des débits de l'amont. L'onde de crue arrive en fin septembre à Dagana. Son amplitude est faible à cause de l'amortissement induit par la plaine d'inondation où s'effectuent des transferts d'eau latéraux vers les cuvettes et autres dépressions.

A cause de la faible pente du profil topographique, l'intrusion de la « langue salée » débute dans la basse vallée du fleuve Sénégal, lorsque le débit s'affaiblit à Dagana. Son extension géographique dépend de l'hydraulicité annuelle qui varie suivant le même schéma que Bakel.

ROCHETTE (1974) explique que lorsque le niveau à Dagana descend en dessous de la hauteur de 1,20 m (débits $< 500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$), l'écoulement est perturbé par la marée. Ce fonctionnement du fleuve et de l'estuaire a été modifié par les barrages.

Lorsque les cuvettes sont aménagées et munies d'ouvrages, les vannes sont ouvertes et fermées selon un principe basé sur le régime naturel : remplissage en période de crue et fermeture à l'approche de la langue salée. Les combinaisons d'ouvertures et de fermetures présentent différents scénarios que sont le lessivage, le remplissage et le stockage.

La mise en service des barrages (à partir de 1985) a eu comme effet la modification des écoulements du fleuve. Le fonctionnement hydrologique du système dépend en plus de la pluviométrie et des options de gestion des barrages. L'achèvement de la digue de rive droite et la réhabilitation de la digue de rive gauche du fleuve ont été bénéfiques en ce qui concerne le niveau d'eau dans le bief aval. La variation des débits à Dagana dépend actuellement et des apports en amont et « du cahier de charges » des manœuvres de vannes à Diama.

Globalement le régime hydrologique du fleuve Sénégal montre la variabilité spatio-temporelle des manifestations de l'écoulement sous les effets combinés des facteurs naturels, de la gestion des ouvrages et des prélèvements des différentes activités. L'hydraulicité n'a pas un caractère exceptionnel, mais les aménagements ont modifié la répartition saisonnière des écoulements quasi pérennisés.

4.3.2 Transports particuliers

A l'arrivée de la crue, les eaux du fleuve Sénégal sont particulièrement chargées en matières provenant du bassin amont. Ces sédiments se déversent sur le littoral en forme de panache très caractéristique de l'embouchure du fleuve Sénégal. De nombreux travaux se sont consacrés à l'étude des apports fluviaux de matières en suspension. Gac et Kane(1985) concluent l'étude sur les charges solides en précisant que la charge en suspension est plus dépendante de la période de l'année que du débit. Ils considèrent une période d'érosion

précoce, une phase d'érosion tardive et une période d'alluvionnement. Les variations de charge sont importantes et rapides au cours d'une saison et dépendent des averses et des états de surfaces du bassin. Le débit solide selon Michel, (1970) varie de 10^6 tonnes en faible crue à $2,8 \cdot 10^6$ tonnes en crue très forte.

Kane (1985) Equesen (1992) et Kane (1997) se sont attaché à caractériser les flux de matières en suspension dans le fleuve Sénégal. Les flux d'origine continentale qui ont transité vers l'embouchure du fleuve se sont élevés à 725 000 tonnes en 1989-1990.

Aujourd'hui, le constat fait par les travaux (Dia, 2000) est une prépondérance de la dynamique marine sur celle fluviale. L'estuaire se caractérise par la réduction des profondeurs et des largeurs de Saint-louis vers l'embouchure.

4.3.3 Echanges économiques

L'analyse des interrelations économiques entre le littoral n'est pas aisé à faire. Mais l'observation présente une division fonctionnelle de l'espace même s'il existe une intégration des milieux au plan écologique.

Les activités du littoral (pêche, maraîchage, tourisme...) semblent extraverties et complètement orientées vers les filières nationales et internationales. L'arrière pays est négligé sauf au niveau de la pêche qui essaye de répondre à la demande urbaine locale au niveau de Saint-Louis et des villes secondaires de Richard-Toll et Dagana.

Au niveau du continent ce constat est moins tranché mais s'exprime de la même façon. La pêche est orientée à une autoconsommation, le maraîchage est destiné à la consommation nationale, le sel s'exporte jusqu'à Kayes et les marchés urbains.

4.4 Le cadre institutionnel et organisationnel de la gestion du littoral et du fleuve Sénégal

L'institution chargée de la gestion des eaux du fleuve Sénégal est l'O.M.V.S qui comprend comme organe de décision la conférence des chefs d'état, le conseil des ministres et le haut commissariat. Deux sociétés ont été récemment créées : la Sogem au Mali (Société de Gestion de Manantali et la Soged (Société d'exploitation des eaux de Diama)

Les procédures de décision au sein de l'O.M.V.S. sont simplifiées. Avant chaque session de la Commission permanente des eaux (C.P.E.), pour chaque saison, les utilisateurs (Sociétés nationales ou privées) introduisent leurs besoins en eau auprès de la Commission permanente. Le haut commissariat avec le comité consultatif Ad-hoc liste les impératifs pouvant entraver le fonctionnement des barrages et définit le projet de gestion qui doit être approuvé par le conseil des Ministres.

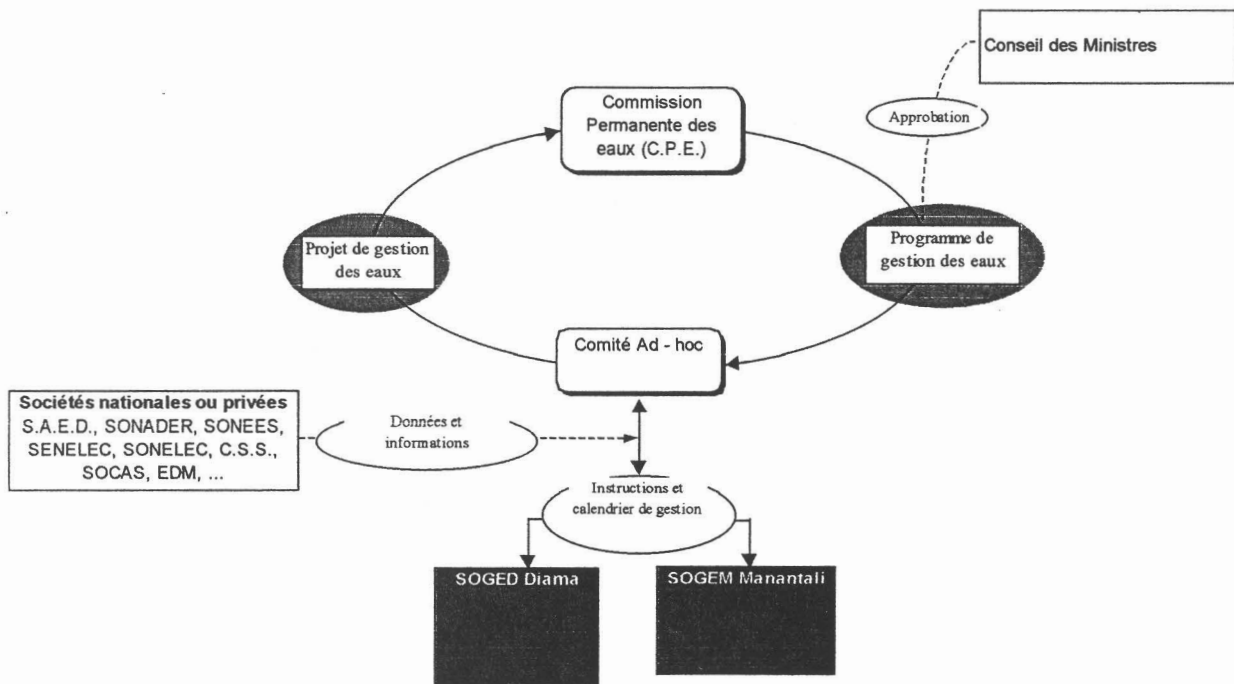


Figure 5. Procédures de décision dans le cadre de l'OMVS

L'application des consignes de gestion au niveau des barrages dépendra pour Diama du calendrier des hauteurs à respecter dans la retenue pour la saison et pour Manantali du respect de l'hydrogramme à Bakel qui est fonction des cotes des affluents non contrôlés et des lâchers (Coly, 1999).

Dans le delta sénégalais, trois autorités sont chargées de la gestion des eaux (Fall et Coly, 2000) :

- ◆ la Saed qui dans sa lettre de mission est gestionnaire de toutes eaux de surface au niveau du Sénégal (delta, vallée et Falémé) dans les zones dépendant de son activité. Ces prérogatives ont été cédées à la Saed par le Ministère de l'hydraulique depuis 1970 ;
- ◆ le Ministère de l'hydraulique prend tout le reste c'est à dire les autres défluent en particulier le lac de Guiers et les autres réserves du delta ;
- ◆ le Ministère de l'Environnement qui gère les eaux des parcs nationaux et des réserves qui sont sous sa responsabilité.

A l'échelle du delta, il n'y a aucun cadre commun pour la gestion de l'eau et pour la coordination des différentes autorités.

Dans le cadre de la stratégie du développement de la vallée du fleuve Sénégal le Commissariat Après-barrage (Cab) est créé. Il est l'organe chargé de la planification et de la coordination. Son rôle est de veiller à la cohérence des grands programmes nationaux (Plan de développement de la rive gauche, ...) et de piloter l'après barrage.

Pour le littoral, on retrouve le ministère de l'Environnement, celui de l'agriculture, de l'hydraulique avec les services techniques et la Capitainerie du port.

Cette autorité joue un rôle prépondérant dans au niveau de l'espace littorale puisqu'elle est

chargée de la conservation du domaine public maritime et fluvial, de la navigation maritime et fluviale entre autres.

Il ne nous est pas connu une autorité unique chargée de la gestion globale des eaux dans le bief estuarien et littoral. Mais le désintérêt que l'O.M.V.S. avait pour cette partie est entrain de s'estomper puisqu'il existerait une relation entre cette institution et le COSEC dans le cadre de l'ouverture d'un chenal pour la navigation à Saint-Louis.

Ce rapprochement pourrait désigner l'O.M.V.S. comme l'autorité chargée de la zone maritime sous influence du bassin du fleuve Sénégal. Ceci offrirait l'avantage de traiter les problèmes du littoral et du bassin versant dans leur globalité.

5 Les problèmes dans le bassin du fleuve Sénégal et la zone littorale

5.1 Les problèmes

5.1.1 Problèmes écologiques

- Sécheresse climatologique et hydrologique

Dans le bassin du fleuve Sénégal, les grands traits de la pluviométrie se caractérisent par un déficit important par rapport à la moyenne. L'intensité du phénomène est bien appréciée à travers les études de SOW (1984) et ALBERGEL *et al.* (1993).

Le déficit présente un gradient sud - nord, avec en *sus* une pluviométrie très faible. Le domaine sahélien accumule un déficit de près de 35 % (ALBERGEL *et al.*, 1993). Entre 1980 et 1991, le déficit s'est stabilisé pour les domaines guinéen et nord soudanien. Par contre le domaine sahélien et sud soudanien enregistre une hausse respective du déficit de 1 % et 2 %.

Les digues empêchent les épanchements de la crue dans la plaine alluviale et changent ainsi le modèle des « cycle d'inondation et d'exondation dans la vallée du Fleuve Sénégal ». L'effet immédiat est l'assèchement d'anciens lits et dépressions comme les défluent du gandiolais, le Ngalam, les trois marigots et le Ndiaël.

Dans la zone littorale la mise en service des barrages entraîne une influence plus marquée des eaux saumâtres. La dilution des eaux n'est plus assurée normalement et entraîne une salinisation des terres.

L'impact climatique lié au fonctionnement hydrologique le plus ressenti est l'accroissement de l'évaporation par l'étalement des surfaces d'eau dans ces zones où par définition l'eau est peu profonde. Toutes les cuvettes connaissent cette situation qui agit de beaucoup dans les bilans de l'eau. Au lac de Guiers, ce volume évaporé représente près de 80% des pertes et contribue à la minéralisation.

- Le dysfonctionnement des hydrosystèmes

L'endigement des rives droite et gauche change les voies d'écoulement dans la plaine alluviale et favorise le rehaussement de la ligne d'eau dans la basse vallée du fleuve Sénégal et dans les défluent et dépressions comme le lac de Guiers. L'instabilité des berges, par accélération de l'écoulement et par sapement latéral, constatée est liée à la transmission plus rapide des ondes de crues vers l'aval.

L'édification du dispositif hydraulique actuel à Diama et à Manantali a entraîné le changement du tracé du réseau hydrographique en créant des lacs de retenu.

Au niveau hydrogéologie, les effets du lac de Diama semblent très limités du fait de l'hétérogénéité texturale. Par contre avec la mise en eaux des périmètres et du fait d'un mauvais drainage on observe une montée très rapide des eaux. La nappe suit le rythme de l'activité agricole (Da Boit, 1993). Les variations saisonnières se situent entre 0,33 à 0,71 IGN.

La sédimentation et colmatage sont encore très mal connus dans la région du delta même si les effets parfaitement visibles sur les mouvements des masses d'eaux. La rétention d'une eau généralement chargée (MeS variant entre 4 et 6 mg/l en saison sèche à 351 mg/l en hivernage selon Cogels, 1996) a pour effet une sédimentation au pied des ouvrages et dans les différents réservoirs et certainement à une étape ultime la modification de la profondeur minimale d'étiage.

Le premier effet constaté de la disponibilité en eau est l'adoucissement des eaux dans le delta. Selon le BDPA, le gradient de salinité décroissant dans la basse vallée est encore enregistré. La conductivité des eaux dans la réserve de Diama est plus élevée par rapport au haut delta à cause de l'évaporation et des rejets des activités agricoles. La salinité moyenne des eaux fluviales a régressé depuis 1991 passant de 999 mg/l (1989-90) à 78 mg/l (1991-93). Le pH reste relativement stable en cours de saison variant entre 7,4 et 7,7 comme c'est le cas de l'essentiel des autres paramètres.

- Dégradation des paysages

Au niveau des écosystèmes végétaux associés aux formations sableuses intérieures au delta, l'effet des ouvrages hydrauliques est indirect de même que pour les écosystèmes des formations dunaires intérieures bordant le delta du fleuve. On assiste à une disparition de certains pâturages, l'élimination d'une certaine flore ligneuse, la perte en terres liée à la salinisation, la création d'écosystèmes aquatiques nouveaux dans les canaux d'irrigation, chenaux aménagés, drains

- Migration de la faune paléarctique

Le delta du Sénégal est reconnu comme zone de prédilection d'une partie de l'avifaune paléarctique. La mise en service des barrages a amené une véritable perturbation dans le rythme d'évolution de l'avifaune aquatique particulièrement les anatidés (Ndiaye, 1999) du fait de la végétation aquatique principalement. La mise en eau des réservoirs a eu comme effet immédiat (de 1986 à 1990) la réduction de l'effectif des migrateurs paléarctiques (sarcelles d'été...), des canards éthiopiens et surtout du dendrocygne fauve.

- Perte de biodiversité des poissons

L'inventaire ichtyofaunistique dans l'estuaire indique un degré relativement assez élevé de diversification à l'intérieur des familles. La comparaison des peuplements actuels de poisson montre que la composition spécifique est restée relativement stable dans l'estuaire. En amont de Diama, les peuplements ont connu une modification de leur structure (Diouf, 1999). La cause principale en est la végétation.

L'effet des barrages sur le poisson n'est pas homogène dans la basse vallée du fleuve Sénégal. On distingue :

- une zone aval au barrage où les Tilapia, les mullets entre autres semblent avoir augmenté. La croissance des poissons a diminué selon les pêcheurs

- une zone amont barrage qui s'arrête à Dagana où les espèces marines ont diminué
- une zone allant de Dagana à Podor où plusieurs espèces disparus pendant la sécheresse réapparaissent comme *Lates niloticus*.
- une zone lac de Guiers où la ressource est abondante mais inaccessible du fait de la végétation aquatique

La biodiversité des poissons est menacée dans le contexte du fleuve Sénégal (Diouf, 1999) dans le cadre de l'après barrage. Les ouvrages constituent une barrière physique qui bloque la migration des poissons et entraîne une perte d'habitat liée au rétrécissement de la zone estuarienne. La gestion de Manantali entraîne une réduction de la biomasse de poisson du fait que celle-ci dépend du volume rendu à l'aval.

5.1.2 Problèmes de ressources

- Dégradation des Sols

Les sols du bassin du fleuve Sénégal (D.A.T. *et al.*, 1986) connaissent une évolution sous les dynamiques combinées ou non des agents hydrique, éolien, salin et anthropique. La dégradation se présente sous les formes érosion et déflation (Coly, 1996).

L'érosion concerne les zones à sols minéraux bruts. L'action du ruissellement en rapport avec le modelé contribue au décapage, à la remobilisation d'un sol déjà peu développé et à l'entaille linéaire. Dans le haut bassin la disparition de la végétation, les fortes averses des premières pluies favorisent la désagrégation mécanique. La déflation joue un rôle prépondérant dans la partie sahélienne du bassin par le processus ablation-accumulation.

Le *sel séculaire* compromettrait l'aménagement des terres du delta, la gestion du sel dans les sols demeure un des problèmes du delta qui compromet l'exploitation agricole.

Les aménagements hydroagricoles ont aussi un effet sur l'évolution des sols par le biais de deux phénomènes : la compaction et l'utilisation de produits chimiques dans le traitement agricole mais aussi les types d'aménagements et les pratiques en matière d'irrigation.

La *compaction* n'est pas encore bien étudiée même si des structures agricoles comme la C.S.S. procèdent à la mesure de la compaction des terrains dans leur domaine sucrier. En effet, d'un point de vue agronomique, les variations d'état hydrique du sol, ainsi que l'utilisation d'engins lourds peuvent avoir des contraintes mécaniques sur les sols. Les modes d'irrigation aussi jouent sur la remontée du sel au niveau des parcelles par le processus de remontée capillaire. A la longue, les parcelles mal arrosées et mal drainées sont colonisées par le sel.

Les *produits agricoles (pesticides, engrais...)* qui s'accumulent à la longue dans les sols modifient par le processus de leur évolution (par ailleurs très longue) la nature des sols. Dans le delta du fleuve Sénégal, cet impact environnemental est mal perçu, ou au demeurant ignoré.

- Contamination des eaux

La contamination des eaux, par les pesticides et les engrais liés aux activités humaines (luttés anti-aviaire, anti-acridienne, raticide), est encore mal connue. La pollution par les engrais concerne l'azote et le phosphore. Les voies de contamination du milieu aquatique sont les épandages, les lessivages et les drainages. Les eaux de drainage agricole constituent le

principal apport en pesticides et nutriments pour les eaux.

5.1.3 Problèmes relatifs au processus d'échange

- **Compétition**

La question de la compétition entre usage est latent puisque le niveau de la ressource ne permet pas de l'observer. Mais, l'absence de hiérarchisation des options de développement fondé sur la mise en valeur de l'eau et l'inexistence d'un profil de la demande en eau clarifié sont des indicateurs de ce problème qui n'est pas aujourd'hui très grave mais perceptible dans les revendications de prérogatives de gestion des eaux.

- **Normes**

Toutes les activités utilisatrices de l'eau définissent des normes qui sont des seuils à partir desquels leur activité est compromise. Comme pour la compétition, il faudrait établir l'inventaire des normes d'usages de la ressource au niveau des aspects qualitatif et quantitatif.

5.1.4 Problèmes liés au cadre humain

- **Santé**

Dans le contexte du développement, les conséquences socio-sanitaires et économiques sont les plus importants. Au plan de la santé, la morbidité est liée au paludisme (20%), à la diarrhée (17.5%) aux affections cutanées (14%) et aux affections pulmonaires (10%) BDPA (1994). Le taux de prévalence de la bilharziose est de 60 à 80%.

- **Economie**

Sur le plan économique, à considérer les extrêmes hydrologiques (déficit en eau et inondation), l'on perçoit les conséquences de la gestion des plans d'eau sur l'économie et sur la santé des populations. De façon anecdotique, les inondations de 1992 et 1996 ont démontré de la fragilité des conditions économiques et sanitaires de la région du delta du Sénégal.

- **Les inondations d'eau stagnantes superficielles.**

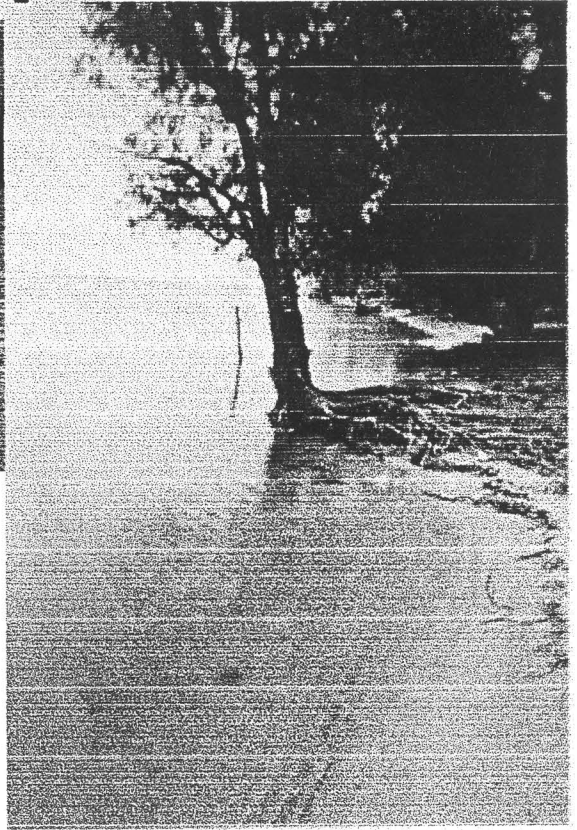
Dans les quartiers sis sur des sites vaseux, cette forme d'excès d'eau représente un phénomène récurrent. En effet la saison des pluies transforme les anciennes vasières en marécages où il est pratiquement difficile de vivre.

Les conditions de formation de marécage relèvent du niveau piézométrique de la nappe phréatique qui a un battement positif tendant à l'affleurement car elle est alimentée à la fois par l'eau de pluie et l'inféro-flux d'origine fluviale, du type de sol qui est vaseux, argileux et une infiltration quasi nulle des eaux de pluie qui constituent flaque en surface, de la topographie basse sur les endroits vaseux qui sont des zones de réceptacle des eaux de ruissellement venant des dunes élevées comme les cordons de Pikine Toundou, Dar es Salam, de Pikine Sor Daga mais aussi des points des quartiers surélevés par remblaiement comme Pikine Bas Sénégal et de la Route Nationale 2 surélevée avec pendage ruisselant vers les zones d'habitations (Diallo, 2001).

Figure 6. Photographie de quelques problèmes observables



Inondation de Saint-Louis oct. 99 (SGPRE)



érosion des berges

Erosion côtière



- Les inondations d'eau superficielles courantes.

Les hautes eaux qui se ressentent à Saint-Louis à partir de Juillet coïncide avec la crue annuelle du fleuve. A partir de ce moment, les eaux du fleuve montent et prennent possession de toute la partie qui constituent la plaine d'inondation notamment les zones vaseuses. Avant la construction de la digue, elles entraient dans les marges orientales de Saint-Louis.

Malgré la digue, l'eau est présente en aval de la retenue d'eau en volume important. A cet endroit sa présence reste constante durant tout l'hivernage et même un mois après. Certes, cette eau s'explique par la venue des pluies mais aussi sa constance se fonde probablement sur l'existence d'un inféro-flux qui provient de la remontée des eaux fluviales.

Selon Diallo, (2001), l'étude des hauteurs d'eau montre aussi qu'à une certaine côte, la ville de Saint-Louis est inondée par les eaux d'écoulement. Selon la M.A.S. (1960), à 1,2m IGN, les eaux du fleuve atteignent les hautes eaux ordinaires. A 1,5m IGN, elles ont une côte d'inondation. Ces valeurs sont actuellement revues à la hausse avec les aménagements de protection hydrauliques comme la digue, la réhabilitation des quais.

En fait, les côtes d'inondation sont désormais établies en tenant compte des aménagements et des accumulations fluviales dans le bief aval du barrage de Diama. En 1994, elles ont culminé à 184cm IGN (moyennes journalières d'Octobre et les eaux ont traversé la digue route Nationale 2 près de la Gare Routière en Septembre à une hauteur comprise entre 140 et 181cm IGN). En 1999, les relevés journaliers montrent des hauteurs jamais atteintes à Saint-Louis 210cm IGN en Octobre. Toute cette année, les eaux ont menacé d'envahir la ville car déjà en Août, le niveau moyen journalier a atteint 163cm IGN, et en Septembre un minimum de 165cm IGN et un maximum de 197cm IGN.

5.1.5 Problèmes d'usage

- Mutation des pêcheries

Au niveau des pêcheries, il est noté une variation saisonnière faible de l'activité même si la saison sèche est plus active avec un nombre de pirogues plus élevé. Les sites de débarquement sont moindres. Si la pêche ne semble pas sortir de sa torpeur liée aux effets cumulatifs de la sécheresse avec des captures peu importantes (4000 et 10000 tonnes), il faut dire qu'un circuit commercial assez structuré existe avec plusieurs catégories liées au nombre d'intermédiaires.

Le poisson est vendu frais ou transformé en poisson salé, fermenté et séché ou en poisson salé et séché, ou alors en poisson fumé et séché ou encore en poisson non éviscéré séché.

- L'usage agricole

Les principales contraintes sont le coût élevé de l'eau d'irrigation et la salinisation des nappes qui explique la pratique de l'itinérance dans les cuvettes maraîchères du Gandiolais

- L'usage domestique

Il est confronté à deux types de contraintes l'accessibilité : dans le système AEP, le coût de l'adduction et celui des consommations sont considérés exorbitants par rapport aux revenus moyens des ménages et la qualité : l'eau potable fait défaut dans une bonne partie du delta en raison du caractère salé de la nappe (secteurs du Gandiolais et du Djoudj) et/ou de la

contamination de certaines cuvettes par la pollution chimique résultant du drainage des périmètres irrigués (Noar, Pardiagne).

- Prolifération de la végétation aquatique

L'après barrage dans la vallée du fleuve Sénégal se caractérise par l'envahissement des zones humides par la végétation aquatique. Ce phénomène lié à l'adoucissement des eaux fut naguère connu lors des épisodes de bonne pluviométrie.

Typha est devenu une question majeure dans la vallée du fleuve. D'autres plantes aquatiques notamment *Salvinia* sont présents dans le delta du Sénégal.

L'effet lié à l'envahissement des plantes aquatiques est multiple notamment sur la navigation, la pêche voire l'eutrophisation des nappes d'eau.

- Tendence à l'eutrophisation

Une tendance nette à l'eutrophisation est observée dans le delta notamment sur l'ensemble Lac de Guiers-Ferlo. Cette eutrophisation est surtout marquée dans la zone centrale du lac.

La zone centrale se caractérise par un important développement du phytoplancton, avec une domination nette des cyanobactéries, potentiellement toxiques et pouvant donc être à l'origine de problèmes importants pour l'approvisionnement en eau potable à partir du lac. Cette zone centrale est aussi celle dont les conditions sont les moins stables.

La zone sud et le Ferlo sont les lieux d'accumulation des sels et des nutriments, mais la croissance phytoplanctonique y est relativement limitée. Des cyanobactéries sont aussi présentes dans la région sud et surtout le Ferlo. Le zooplancton est particulièrement abondant et riche dans les zones de végétation importante. Le développement des macrophytes est important en particulier dans la partie sud du lac et le Ferlo où il constitue un frein au développement du phytoplancton.

- Pollution par les pesticides

Les paysans dans la recherche de productions meilleures utilisent les pesticides, en parfaite ignorance des risques liés à leur utilisation.

Les cas de pollution évoqués concernent surtout des cas très localisés. En effet avec la végétation bordières, il n'existe que quelques couloirs d'accès à l'eau autorisés par la végétation. Hommes et bêtes s'y engouffrent occasionnant une superposition des usages parfois incompatibles. Aussi, il arrivent que certains rincent leur récipient qui contenait un pesticides occasionnant ainsi une pollution.

Ces pollutions sont dangereuses du fait du faible renouvellement des eaux au niveaux des berges. D'ailleurs les populations en sont conscientes et souvent vont puiser l'eau à boire en profondeur. De même le bétail évite le contact direct avec le lac là où les aménagements le permettent.

5.1.6 Problèmes du système de décision

- Problématique générale de la gestion des eaux

Les problèmes sont liés à l'inexistence d'un véritable système de gestion des eaux pour la coordination, l'organisation et la planification de l'eau. Or, il existe une pluralité de l'utilisation de l'eau et donc une augmentation du nombre des enjeux sur la ressource. L'entretien avec les populations révèle déjà des relations difficiles voire conflictuelles entre les différentes composantes de l'usage de l'eau.

L'approche de la problématique de gestion des eaux aboutit au constat qu'il existe de nombreux problèmes comme la désorganisation du schéma ancien de gestion. Ces problèmes amènent à parler d'absence de gestion car il y a absence de règles de gestion, d'objectifs clairement définis de gestion des systèmes.

- Conflits d'utilisation

L'analyse des problèmes et à l'examen des relations d'utilisation permet de faire une typologie des conflits potentiels sur les ressources. Les conflits dans le contexte du delta sont liés à l'eau, à son utilisation (activités) ou à sa présence (organisation, espace). Les conflits liés à l'espace, à son organisation et à la gestion du système sont les plus cruciaux. Les conflits liés à l'utilisation de l'eau sont encore mineurs du fait de la faible pression sur la ressource.

- Un cadre institutionnel peu efficient

La mise en service des ouvrages de Diama et Manantali et les enjeux liés aux nouvelles conditions hydrologiques ont rendu obsolètes le cadre organisationnel et réglementaire de l'utilisation des eaux. De nombreux acteurs sont identifiés au niveau du « système de gestion ». Il s'agit des structures techniques d'encadrement, de mise en valeur, de mise en œuvre et de pratique de la gestion, de la planification et de la décision. Il faut signaler la prépondérance de plus en plus grande des structures promues par les milieux paysans.

- Cloisonnement des institutions et des actions de gestion de l'eau

L'examen des relations entre les institutions montre un cloisonnement manifeste entre les différentes structures qui entretiennent peu de relations. Le seul flux de la décision est souvent hiérarchique et les acteurs tiennent peu compte des avis des autres.

- Une information de gestion encore déficitaire

De nombreux problèmes sont identifiés dans la gestion de l'eau notamment la circulation de l'information, le refus de partage de l'information, la qualité de l'information de gestion...

- Un cadre normatif embryonnaire

La législation régissant la gestion des eaux est encore très nébuleuse. Même s'il existe le code de l'eau et des textes complémentaires et harmonisation est à faire en rapport avec tous les autres codes existants et interférents dans la gestion de l'eau (code de la pêche,...).

L'émergence de textes au niveau local atteste en tout cas de l'inopérationalité des textes existant aujourd'hui. Ce constat est renforcé par le vide laissé par les gestionnaires de la ressource en terme d'intervention pour une organisation ou une police de l'eau. La cellule du lac de Guiers donne à espérer d'une mutation positive en cours dans ce domaine.

- Des outils non intégrés

Beaucoup d'outils existent pour la gestion de différents aspects de l'eau sur le fleuve. L'O.M.V.S. a ses outils de même que les grands utilisateurs comme la Saed. La critique est que la plupart de ces outils sont limités au plan géographique (l'O.M.V.S. « oublie » souvent l'estuaire par exemple), sont sectoriels et pas intégrés.

5.2 Classification des problèmes dans le bassin du fleuve Sénégal et la zone littorale

Les problèmes inventorier dans le bassin sont nombreux et sont d'une urgence quasiment égale en terme d'application de solutions. Mais, des priorités s'imposent

5.2.1 Les critères de priorisation

L'inventaire des problèmes nous amène à considérer le niveau de gravité comme critères de priorisation avec une échelle qui s'établit comme suit : pas grave, grave, très grave

Les actions en cours ou envisagées (aménagement...) dans le court terme au niveau d'un milieu révèle certains problèmes comme urgent et affine le classement.

Tableau 1. Grille d'évaluation de l'urgence des problèmes

Problèmes	Pas grave	Grave	Très grave	Pas urgent	Urgent	Très urgent	Classement
Conflits d'usage		+		+			6
Pollution des eaux		+				+	2
Dysfonctionnement des axes hydrauliques			+			+	1
Assèchement de cuvettes			+		+		4
Modification de la structures des peuplements itchyologiques		+			+		3
Maladies hydriques			+		+		8
Salinisation des sols et des eaux			+		+		5
Prolifération de la végétation aquatique	+			+			7

5.2.2 La hiérarchisation des problèmes

La hiérarchisation des problèmes est délicat à faire. Mais en tenant compte des critères que nous avons établi ainsi que de l'actualité que la visite de terrain nous a permis de faire, la classification ci-dessous peut être proposer.

1. Dysfonctionnement des axes hydrauliques

Le problème de l'écoulement des eaux dans le delta est une des grandes question. Sur le fleuve, dans les périmètres et les réseaux d'irrigation, au niveau des axes hydrauliques, à l'embouchure, dans le Ndiaël, les inondations, la remise en eau, l'allongement de la langue de Barbarie, l'hydrodynamique actuelle, l'allocation des ressource soulève la question de la topographie des cuvettes et de la bathymétrie des lits, celle de la sédimentation et du changement des profils.

Dans l'estuaire, l'ensablement de l'embouchure et le danger u'il représente pour la navigation et la pêche ont amené la plupart des jeunes gens à l'émigration vers d'autres ports de pêche ou à changer d'activités.

2. Pollution des eaux

Les rejets agricoles et domestiques sont un problème majeur du delta sénégalais. L'acuité de ce problème est renforcé par le fait que la nappe phréatique est sous-jacente.

Un bon drainage constitue en ce lieu l'hypothèse de réussite de l'agriculture irrigué, mais le problème de la destinée des eaux rejetées reste entier.

La CSS ainsi que la Saed sont toujours à la recherche d'une solution optimale pour la gestion des eaux de drainage.

Le problème restera entier d'autant plus que les solutions adopté aujourd'hui avec l'émissaire delta ne font que transférer le problème du delta à l'estuaire puisque l'émissaire se déverse en aval de Diama.

L'estuaire risque d'en souffrir en terme de pollution et le projet de remise en eau du Gandiolais par le Niallakhar risque d'être compris. Une alimentation de la réserve d'eau douce de Bango risque d'être compromise. Pour les populations riveraines de l'émissaire les difficultés ne font que commencer.

3. Modification de la structure des peuplements itchyologiques

Dans l'estuaire Diouf, 1999 note un degré de diversification relativement élevé à l'intérieur des familles mais le peuplement de poisson reste stable contrairement à l'amont du barrage de Diama. Les captures de poissons révèlent la prédominance de la carpe qui bénéficie des conditions actuelles du milieu. La végétation constitue un facteur de structuration des peuplement.

Beaucoup de barrières physiques réduisent le déplacement du poisson et le mode de gestion de Diama entraîne des variations brusques de milieux préjudiciables aux poissons situé dans l'estuaire. Le danger réside dans la réduction de la biodiversité des poissons dans le fleuve Sénégal et d'une menace des pesticides sur l'ichtyologie.

4. Assèchement

Le déficit d'eau est paradoxalement un problème ressentie dans les zones marginales du delta du fleuve Sénégal. Le Ndiaël et le Gandiolais sont les victimes encore actuelles de la sécheresse pluviométrique et de l'endiguement des eaux du delta.

Les conséquences sont nombreuses notamment pour le milieu (érosion éolienne, salinisation, baisse nappe phréatique...) et pour les activités des populations (élevage, maraîchage...)

Les projet de remise en eaux du Gandiolais et du Ndiaël suscite beaucoup d'espoir pour les populations de ces région productrice respectivement de légumes et de viandes.

5. Salinisation des eaux et des sols

Si l'adoucissement des eaux est le fait majeur dans le delta, le processus contraire se manifeste dans les zones asséchées, dans les cuvettes de drainage des eaux et dans certains casiers agricoles ou les pratiques d'irrigation sont mal faites ou le drainage inexistant.

Dans le delta, l'agriculture itinérante amenuise le potentiel foncier notamment dans la zone du Boundoum et du lac de Guiers. L'irrigation à la raie qui nécessite beaucoup d'eau rehausse les nappes salées sous-jacentes.

6. Conflits d'usage

La mise en service des barrages combinée à la régionalisation qui confère des compétences aux collectivités dans la gestion de leurs terroirs et à la libéralisation au plan de la production créent des difficultés dans la mise en valeur des ressources du delta et dans la conservation de l'environnement.

Le conflit manifeste est celui de l'aménagement du terroir. Le parcours et l'occupation du sol sont un problème dans tout le delta du fait de l'inexistence des plans d'occupation et d'affectation du sol.

Avec l'appui d'ingénieurs et de chercheurs, une démarche ouverte et progressive a été menée par les populations pour produire successivement le Pan général d'occupation de sols (POS), le plan d'aménagement des terroirs (PAT), le plan d'aménagement foncier (PAF) qui sont les composantes du POAS.

Le POAS est donc un cadre pour la prise en charge des enjeux du développement économique, social et culturel de la vallée. Il permettra une utilisation rationnelle de l'espace et des ressources de la communauté rurale dans le strict respect des équilibres économiques et écologiques cela dans une parfaite cohérence entre les nécessités locale, nationale et régionale.

Limitée à la communauté rurale de Ross-Béthio, cette action doit s'étendre au reste du delta et le Ndiaël en particulier qui fait l'objet d'une convoitise. On observe aujourd'hui, un bornage et de nombreux domaines. La remise en eau risque de créer un conflit sans précédant autour de l'eau.

7. Prolifération de la végétation aquatique

Le développement excessif de la végétation aquatique entrave la circulation des eaux, du poisson et des hommes. Il réduit la capacité de stockage de l'eau par la réduction de la surface mouillée, l'augmentation de l'évapotranspiration. Il privilégie le développement de certains vecteurs de maladies.

Le delta connaît tous ces problèmes avec surtout l'apparition de plantes aquatiques comme pistia et salviana. Ce problème demeure crucial même si des actions de recherche et de lutte sont en cours.

8. Maladies hydriques

La dimension spectaculaire des maladies hydriques s'est estompée avec les actions de lutte qui ont été menées par les services de Santé à partir de Richard-Toll. Mais les problèmes de santé demeurent et sont source de morbidité parce que les causes de certains problèmes demeurent.

5.3 Les interrelations des problèmes

Les problèmes découlent du milieu, des aménagements et de leur gestion, de l'usage de l'eau et de l'organisation qui soutient cet usage et de ses impacts sur la ressource. Le schéma ci-dessous résume l'origine des problèmes.

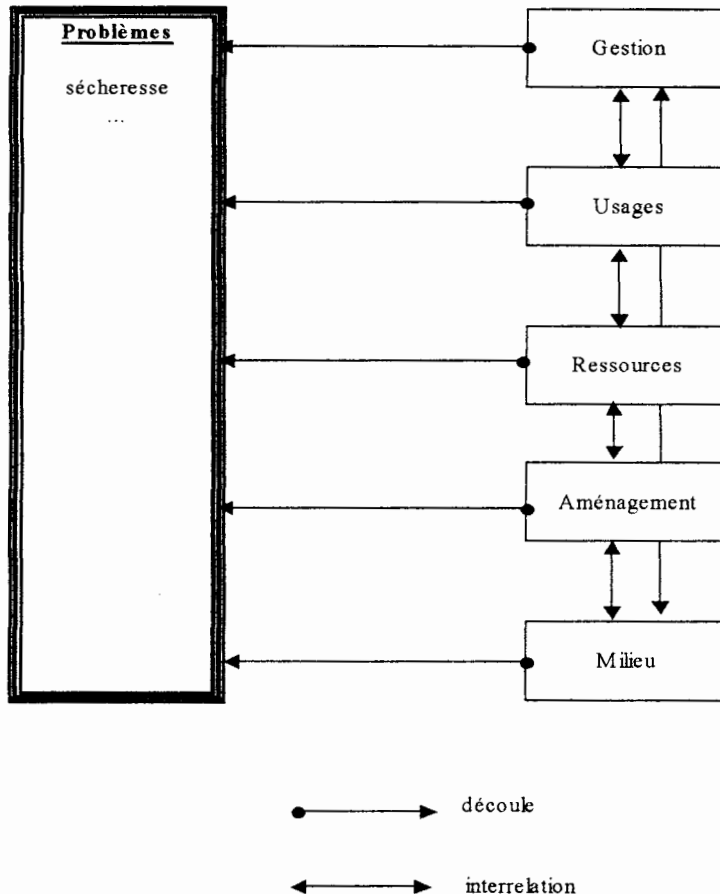


Figure 7. origine des problèmes

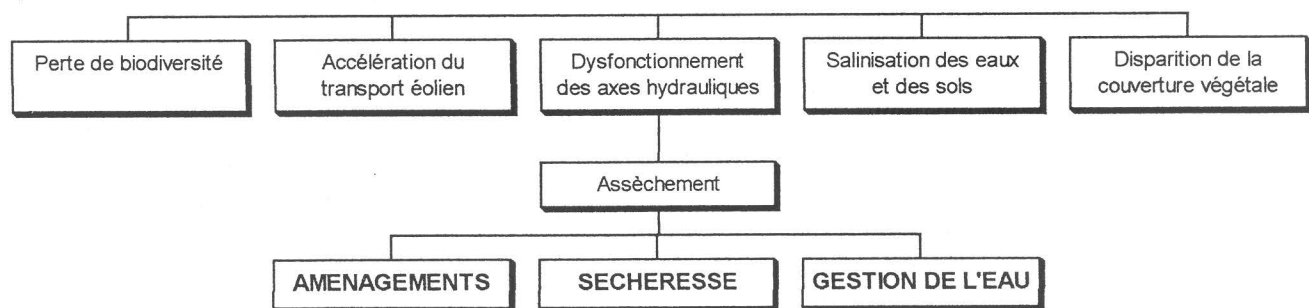
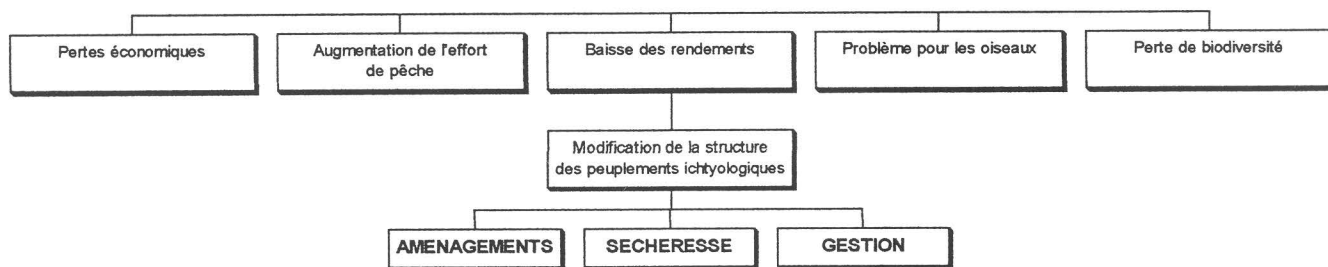
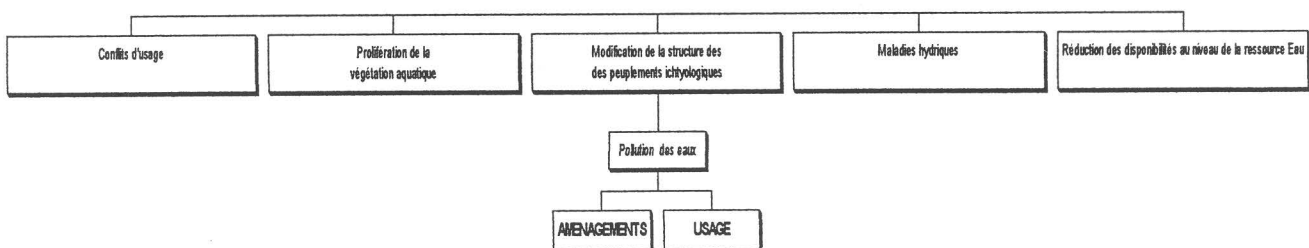
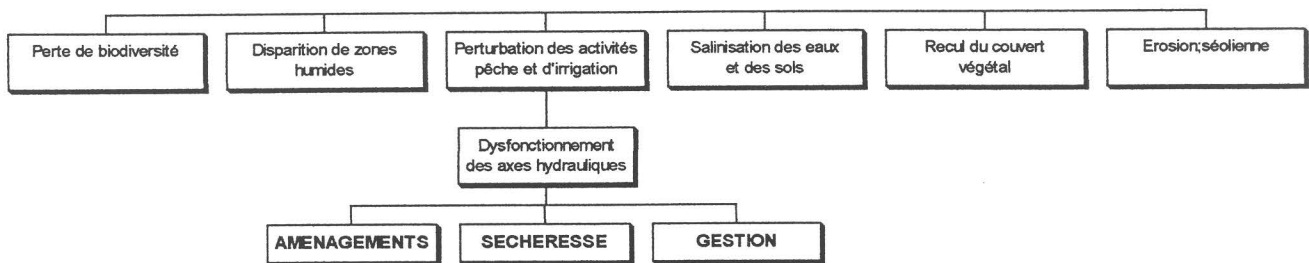
Le tableau ci-dessous présente un ensemble de problèmes avec une possibilité de les relier.

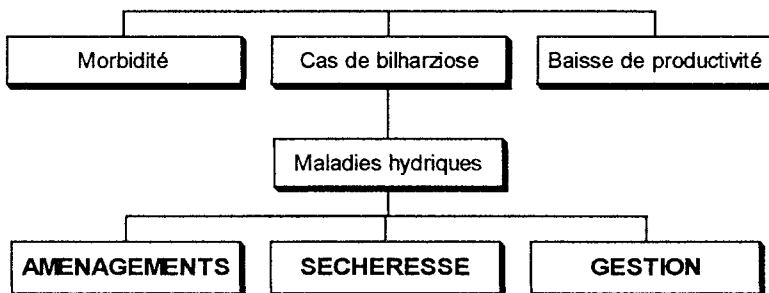
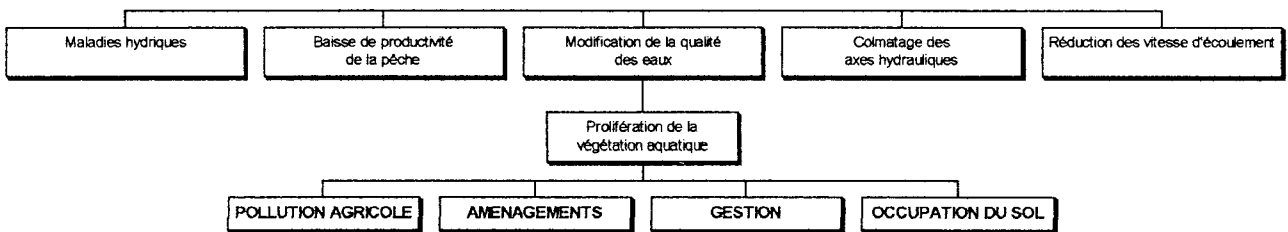
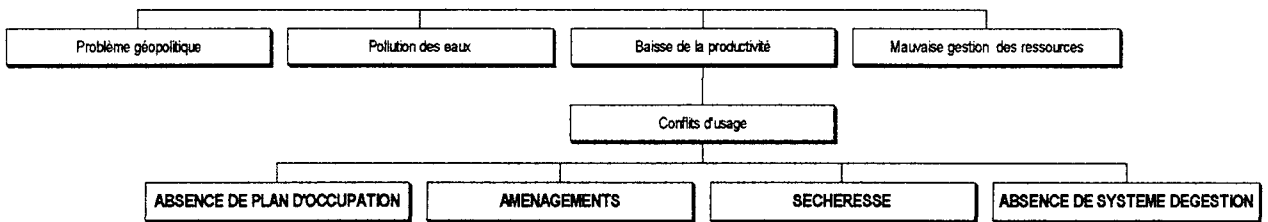
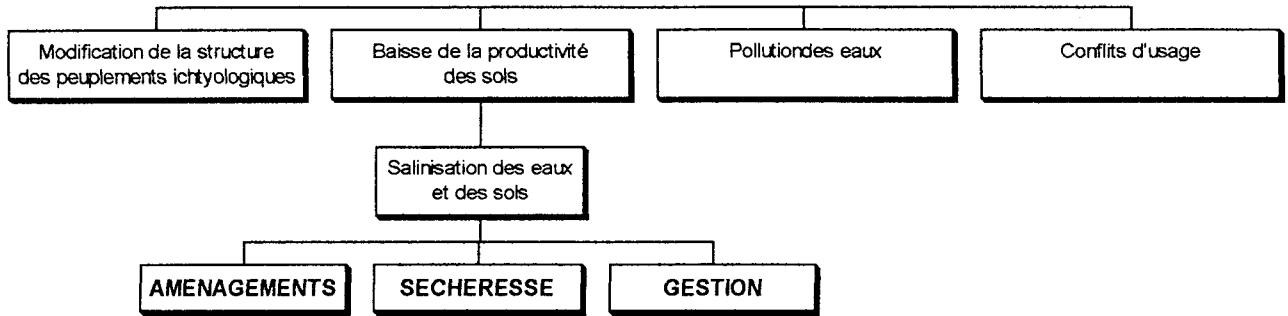
L'origine de tous les problèmes du delta est écologique dépendant exclusivement de la sécheresse. Celle-ci justifie les aménagements qui sont cause de problèmes par réaction avec la ressource qu'ils permettent de mobiliser, les activités et l'organisation générées.

Tableau 2. Liste synthétique de problèmes répertoriés

Le graphique ci-dessous présente l'arbre à problèmes des problèmes prioritaires

Figure 8. Diagramme relationnel des problèmes





6 Conclusion et recommandations sur les priorités

De ces interrelations découlent une possibilité de détermination de zones prioritaires en fonction de l'urgence des problèmes. Ces zones font l'objet des recommandations prioritaires pour les études à mener puisque les connaissances manquent à ce niveau.

6.1.1 Zone estuarienne et margino littorale

- Le maraîchage est en recul du fait de la salinisation des terres et des eaux

Ce constat est fait depuis la mise en service des barrages. Des puits se salinisent ou se dessèchent parce qu'il n'y a plus assez d'eau douce à cause de l'insuffisance des apports pluviométriques et hydrologiques. Pour cette zone du Gandiolais, il est important d'envisager la recharge des nappes via le fleuve

- Embouchure du fleuve Sénégal : érosion, sédimentation et dragage du chenal au niveau de l'embouchure

Une flèche sableuse prolongeant la langue semble fermer l'embouchure. L'érosion est très marquée. On observe le recul de la berge et des plantes qui s'écroulent. Il existe des difficultés pour la navigation et les accidents sont nombreux.

Le dragage du chenal est prévu et les impacts risent d'être nombreux notamment au niveau du parc de la langue de Barbarie. Beaucoup de questions se posent sur l'impact également du trafic et la cohabitation entre la pêche et la navigation.

6.1.2 Le Ndiaël : zone périphérique mais tributaire du Delta

- L'impact des rejets

La destinée des eaux de rejet pose des questions majeures de la valorisation agricole. Le Ndiaël est aujourd'hui au cœur de cette problématique de la pollution

La pollution agricole (pesticides, engrais, eaux chargées) du Ndiaël est la réponse proposée à la problématique de drainage. L'impact de celle-ci doit être étudié de même que l'impact de l'arrêt de ces rejets au profit de l'émissaire delta.

- la remise en eau

Le Ndiaël souffre de l'assèchement qui lui a été imposé. Le problème de l'eau est aigu dans le

Ndiaël aussi bien pour le bétail que pour les hommes comme l'atteste les *céanes* creusées pour chercher de l'eau

La remise en eau envisagée va poser la problématique de la rencontre des différents enjeux (Zone humide, Elevage, Agriculture, Chasse...)

- Problème du fonctionnement sédimentologique du Delta

Le Ndiaël semble être la zone de prédilection de ce phénomène de l'érosion éolienne : mobilisation et mobilisation du matériel éolien, ensablement des chenaux des axes hydrauliques. Beaucoup de zone d'ombre en terme de connaissance :

- Méconnaissance de la contribution des sédiments éoliens dans le colmatage des chenaux (fossiles, fonctionnel) réseau d'irrigation
- Présence d'un plan d'eau ouvert à l'action éolienne sera un problème

6.1.3 Le domaine irrigué de Ross-Béthio

- Impact de l'émissaire delta sur l'estuaire

Pour lever la contrainte liée aux eaux de drainage des casiers du delta, un chenal principal dénommé « **émissaire Delta** » a été initié depuis 1992 et connaît un début de réalisation

Le canal suit le Djeuss et va déverser les eaux en aval de Diama. Les sites humides classés, comme le Ndiaël, ne seront plus utilisés. Le Parc du Djoudj sera également épargné.

Mais le bief estuarien recevra les eaux de drainage et malgré leur quantité estimée négligeable, elles auront des impacts sur tout le secteur aval aussi bien au niveau de la qualité des eaux, sur la biologie...

- Pêche et poisson

Beaucoup de changements observés : la pêche est plus difficile, le poisson est rare même s'il se vend mieux, le poisson est plus gros... Des problèmes de mortalité du poisson lié au changement brusque de qualité des eaux (passage eaux salées / eaux douces et vis versa) sont notés. Ce dernier cas se pose avec acuité puisque le barrage est refermé quand une bonne partie du poisson est encore dans le bief estuarien. L'augmentation progressive de la salinité entraîne la mortalité observée chaque année. Quand le barrage est fermé, le poisson ne remonte plus. Quand il est ouvert certains poissons se retrouvent repousser en aval.

De plus, inexistence d'aménagements destinés aux poissons et à l'activité de pêche (échelle, infrastructure)

7 Bibliographie

- ALBERGEL (J.), BADER (J.C.), LAMAGAT (J.P.), SEGUI (L.), 1993. – « Crues et sécheresse sur un grand fleuve tropical de l'Ouest Africain : application à la gestion de la crue du fleuve Sénégal ». *Sécheresse* n°3, vol.4, pp.143-152. AUPELF-UREF.
- AUBOURG (G.), 1998. — Bassin du fleuve Sénégal : répertoire des actions de développement. Tome : Sénégal, Programme solidarité eau/Congad. 5è édition.
- BDPA-SETAGRI/ORSTOM/SECA/AFID/SERADE, 1995. — Study of the environmental problems and protection of the natural environment in the Senegal river. Sythesis. OMVS /FAC (France). 166 p.
- BERTHOME (J.) et GILLET (T.), 1994. – Le développement local à Ross-Béthio : Résultats de la démarche de planification animée par le conseil rural de Ross Béthio avec l'appui du CIEPAC. 35 p. *Doc. multigr.*
- C.T.A/I.E.M.V.T., 1989. – Elevage et potentialité pastorales sahéliennes - synthèse cartographique - Sénégal. 27 p
- CISSE (A.S.), 1997. — Identification des acteurs du bassin du fleuve Sénégal et bilan, perspective de la dimension participative dans le processus de développement du bassin. Rapport de pays : Sénégal. Août 1997. PNUD-DAES : « Gestion des eaux internationales en Afrique : une revue et un programme d'actions ».
- COGELS (F.X.), 1999. – étude bathymétrique et limnologique du Lac de Guiers : chimie des eaux.M.H./SGPRE 113 p. *Doc. multigr.*
- COLY (A.), 1996. – Le système fluvio-lacustre du Guiers : étude hydrologique et gestion quantitative intégrée. Thèse doct. 3e cycle. Dép. géograph. Ucad/ Orstom/C.R.D.I., 350 p. *Doc. multigr.*
- COLY (A.), 1999.— Etude bathymétrique et limnologique du lac de Guiers : volet institutionnel et organisationnel et inventaire d'utilisation. rapport MH/SGPRE, carl Bro international. 200 p., *doc. multigr.*
- CONGAG, 1999. — Répertoire des actions de développement dans le bassin du fleuve Sénégal.
- CONSERE, 1995.— Plan national d'action pour l'environnement. MEPN, 170 p.
- CROUSSE (B.), MATHIEU (P.), SECK (S.M.), 1991.— La vallée du fleuve Sénégal : évaluation et perspectives d'une décennie d'aménagements. éd. Karthala, Paris, 380 p.
- CROUSSE (B.), MATHIEU (P.), SECK (S.M.), 1991.— La vallée du fleuve Sénégal : évaluation et perspectives d'une décennie d'aménagements. éd. Karthala, Paris, 380 p.
- DA BOIT (M.), 1993. – Impacts des aménagements hydro-agricoles sur la nappe superficielle de la basse vallée du fleuve Sénégal : Thiagar, Richard-Toll, Dagana. Mém. D.E.A. de Géol. appliquée (hydrogéologie), Fac. Sc. et Tech., UCAD, ORSTOM/EQUESEN, Dakar, 94 p., *Doc. multigr.*
- DIA (A. M.), 2000. - Ecoulements et inondations dans l'estuaire du fleuve Sénégal : le cas de la ville côtière de Saint-Louis. Mém. DEA Géol, Chaire UNESCO/UCAD : "Gestion intégrée et développement durable des régions côtières et des petites îles". 65 p.
- DIAGANA (A.), 1990. – Etude des paramètres hydrodynamiques des aquifères de la basse vallée du fleuve Sénégal entre Saint-Louis et Podor. Mém. D.E.A, dép. Géol., fac. Sciences, UCAD, Dakar, *Doc. multigr.*

- DIAGNE (A. P.), 1998. - Cartographie d'évolution de la mangrove de Saint-Louis. Effets de la sécheresse et impacts potentiels du barrage de Diama. Mém. maîtrise UFRLSH, 96 p.
- DIAKHATE (M.), 1988. - Ecodynamique des milieux et effets d'impacts potentiels du barrage de Diama dans le delta du fleuve Sénégal. Univer. Lumière Lyon II, th. 401 p., *Doc. multigr.*
- DIEME (C. M.), 1996. - Modifications écologiques et de la qualité des eaux en rapport avec l'épidémiologie de la bilharziose au lac de Guiers. Mém. maîtrise UGB, UFRLSH, 82 p. + annexes
- DIOUF (Th.B.O.), 1995. - Eau et environnement dans la réserve du Djeuss-Lampsar : problématique d'une gestion de la ressource hydrique. Mém. maîtrise, section géog., U.S.L., Saint-Louis, 72 p. *Doc. multigr.*
- EQUESEN (1993) - Environnement et qualité des eaux du fleuve Sénégal, Rapport final, 6 Tomes 12 chap., Projet CEE/ORSTOM/UCAD/ISRA, Dakar, 35 p. *Doc. multigr.*
- FALL (I.), 1999. - Adaptabilité et durabilité du système de production dans la cuvette de Pont-Gendarme (Delta du fleuve Sénégal). Mém. maîtrise UGB, UFRLSH, 126 p.
- GERSAR et al., 1991. - Plan directeur de développement intégrée de la rive gauche du fleuve Sénégal.
- GUEYE (O.), 2000. - Evakuation des possibilités d'aménagement et de mise en valeur de la dépression du Noar et de sa périphérie. Mem. Maîtrise UGB, UFRLSH, 107 p.
- HANDSCHUMACHER (P.), TALLA (I.), HERVE (J.P.), DUPLANTIER (J.M.), SENE (M.), DIAW (O.T.) et HEBRARD (G.), 1994. - Petit atlas informatisé de Richard-Toll : Environnement urbain et bilarziose intestinale. Notice. ORSTOM/Projet Espoir. Dakar, 9 p.
- KA (Al O.), 1999. - Gestion étatique et autogestion paysanne dans le Delta du fleuve Sénégal. Le cas des périmètres irrigués de Kassack Sud. Mém. maîtrise UGB, UFRLSH, 99 p.
- KANE (A.), 1985. - Le bassin du Sénégal à l'embouchure flux continentaux dissous et particuliers, invasion marine dans la basse vallée du fleuve : Contribution à l'hydrologie fluviale en milieu tropical humide et à la dynamique estuarienne en domaine sahélien. Th. 3^e cycle Géograp. Physique - Univers. Nancy II / ORSTOM / NANC.I.E. - NANCY. 196 p.
- MATTY (F.), NDOUR (NG.), NIASS (S.), 1998. — Dynamique du système de production agricole et évolution des sols autour du lac de Guiers. UCAD/ISE, projet FUL/ISE, 69 p.
- MBENGUE (A.), 1981. - Population et utilisation actuelle de l'espace dans la région du lac de Guiers. Mém D.E.A., I.S.E., Faculté des Sciences, Univ. Dakar, 139 p., *Doc. multigr.*
- MICHEL (P.), BARUSSEAU (J.P.), RICHARD (J.F.), SALL (M.) 1993. - L'après barrages dans la vallée du Sénégal : modifications hydrodynamiques et sédimentologiques, conséquences sur le milieu et les aménagements hydro-agricoles. Projet Campus (1989-1992). UFR de Géographie Cérég (Strasbourg), Labo. de rech. en sédimentol. marine (Perpignan), départ. de Géog., Départ. de Géol. de Dakar, *coll. Etudes, Presses Universitaires de Perpignan* 152 p.
- MIETTON (M.) et HUMBERT (J.), 1991. - Le projet de remise en eau du NDiaël (Sénégal) : pré-faisabilité hydraulique, bilan hydrologique et impacts. *Rapport CEREG, ULP, CEREG, U.R.A - 95, CNRS.* 75p.
- MIETTON (M.) et HUMBERT (J.), 1991. - Le projet de remise en eau du NDiaël (Sénégal) : pré-faisabilité hydraulique, bilan hydrologique et impacts. *Rapport CEREG, ULP, CEREG, U.R.A - 95, CNRS.* 75p.
- NIANG (A.), 1999. — Suivi de l'environnement et gestion qualitative des eaux dans la basse vallée du fleuve Sénégal. Approche globale et perspectives de la télédétection et des systèmes d'information géographiques. Thèse doct. 3e cycle. Dép. géograph. Ucad/ Orstom/C.R.D.I., 350 p. *Doc. multigr.*
- NIANG (C.I.), 1983. - « Problématique d'environnement et de développement dans l'univers socio-culturel du
- LOUDANG OUYA (M. V.), 1999. - Impacts des aménagements hydro-agricoles sur la distribution des zones humides marginales du Delta du Sénégal : analyse des évolutions spatiales de l'environnement de Nietyone. Mém. maîtrise UGB, UFRLSH, 101 p.
- PIGEON (J.L.), 1999. — Etude d'impact du projet d'approvisionnement en eau potable à long terme. Rapport définitif. 200 p.
- PRITCHARD JR. (L.), COLDING (J.), BERKES (F.), SVEDIN (U.) FOLKE (C.), 1998. — The problem of fit between Ecosystems and Institutions. IHDP Working paper, n° 2, may 1998, 50 p.

- RENARD (Y.), 1991. – « La gestion communautaire dans les Caraïbes : défis institutionnels ». *Nature et ressources*, vol. 27 n°4 « gérer nos ressources » UNESCO. Pp. 4-9
- ROCHE INTERNATIONAL / SONED, 1999. — Synthèse des connaissances sur les ressources piscicoles et les activités de pêche du fleuve Sénégal. OMVS/ACDI— études des ressources ichtyologiques du fleuve Sénégal (900/14845), Sel – 97-0322, janvier 1999. 146 p.
- ROCHETTE (C.), 1974. – Le bassin du Fleuve Sénégal. Monographies hydrologiques. Orstom, 329 p. *Doc. multigr.*
- SAED/D.A.I.H, 1994. – Etudes de faisabilité et d'avant projet sommaire de l'émissaire delta. Rapport final, SAED/D.A.I.H, Groupement LAHMEYER INTERNATIONNAL, SOGREA, juillet 1994, 70 p., Planches, fig., ann., tabl.
- SALL (M.M.), KANE (A.), DIOP (N.), 1993. – Hydrologie estuarienne (Diama) - Apports fluviaux de matières en suspension et en solution à l'embouchure du fleuve Sénégal - Façonnement des paysages dans la basse vallée et le delta du Sénégal. Equesen (1993) : Tome IV, chap. 8, *Doc. multigr.*
- THIAW (A.), 1998. - Qualité bactériologique des eaux de surface et maladies hydriques dans le secteur de Richard Toll. Mém. maîtrise UGB, UFRLSH, 119 p.

8 Liste des tableaux et figures

<u>Tableau 1. Grille d'évaluation de l'urgence des problèmes</u>	31
<u>Tableau 2. Inventaire des problèmes</u>	36
<u>Figure 1. Le delta du fleuve Sénégal</u>	10
<u>Figure 2. La ville de Saint-Louis</u>	14
<u>Figure 3. Photographie de quelques usages</u>	16
<u>Figure 4. Carte des écosystèmes du delta source OMVS</u>	18
<u>Figure 5. Procédures de décision dans le cadre de l'OMVS</u>	21
<u>Figure 6. Photographie de quelques problèmes observables</u>	27
<u>Figure 7. origine des problèmes</u>	34
<u>Figure 8. Diagramme relationnel des problèmes</u>	38