



Gestion Intégrée des Ressources en Eau de l'axe Gorom Lampsar : Cas des PIV et des PIP du Delta Central

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du master en
Hydraulique et systèmes irrigués

Présenté et soutenu publiquement le **Octobre 2009** par :

M. Babacar FAYE

Travaux dirigés par : **Dr Harouna KARAMBIRI,**

Enseignant en Hydrologie UTER GVEA -2iE

Devant le jury :

Dr. Hamma	YACOUBA	Chef du département GVEA	Président
Dr. Harouna	KARAMBIRI	Enseignant au 2iE	Rapporteur
FFF	GG		Membre
fff	fff	fff	fff

Promotion 2008/2009

Dédicaces

Ce travail est dédié

Remerciements

Nous remercions le bon DIEU, LE TOUT PUISSANT, LE CLEMENT ET LE MISERICORDIEUX de nous avoir donné la santé, la force et le courage d'effectuer le travail. Nous tenons à remercier tout ce qui ont contribué à l'aboutissement de ce présent mémoire en particulier :

Monsieur Paul GINIES, Directeur Général du 2iE,

Monsieur Kouassi KOUAME, Directeur des études du 2iE,

Dr Hamma YACOUBA, Chef de Département UTER GVEA, pour sa disponibilité, son encadrement ainsi que ses conseils et suggestions,

Dr Harouna KARAMBIRI, Enseignant au 2iE, pour la qualité des cours et sa rigueur dans le travail, merci de nous avoir encadré votre appui a été considérable,

M. Amadou KEITA, Enseignant au 2iE, pour sa disponibilité et ses remarques pertinentes, soyez assuré de notre profonde gratitude,

M. Mamoudou DEME, Directeur Général de SAED qui nous a permis d'effectuer ce stage de mémoire dans sa structure à travers lui tout le personnel, particulièrement M. Aboubacry SOW Directeur de la DAIH, mes encadreurs M. Mahamoud GASSAMA et M. Sidy FALL, nous saluons leur comportement exemplaire de bon scientifique, leur sympathie, et leur esprit d'ouverture qui ont permis l'aboutissement de ce mémoire,

M. Aliou NDIAYE, grand merci collègue,

M. Diokèle KAMA et sa famille,

Nous remercions tous les étudiants du 2iE en particulier ceux du master HSI,

A tous les étudiants qui ont fait du 2iE une famille je veux nommer Ibou Diop, Lamine Mbaye, Babacar Faye, Touba Dor, Mass Diallo, Fatou Cissé Mbaye, Aïda Boye, Cherif, Assane, Mbaye Guèye, Aw, Mor, grand Sarr, grand Diédhiou, Emile, Ngom, Diouf, Sidatte, Momath, Doyen Ndao.

Résumé

Summary

Sommaire

DEDICACES	I
REMERCIEMENTS	III
RESUME	V
SUMMARY	VII
SOMMAIRE	VIII
LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES	XI
LISTE DES TABLEAUX	XIII
LISTE DES FIGURES	XIV
INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : CONTEXTE DE L'ETUDE	3
1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	3
1.1. <i>Caractéristiques physique de la zone d'étude</i>	3
1.1.1. Généralités	3
1.1.2. Climat	5
1.1.2.1. Température et hygrométrie.....	5
1.1.2.2. Les vents.....	7
1.1.2.3. Insolation	7
1.1.2.4. Evaporation	8
1.1.3. Pluviométrie	8
1.1.4. Végétation	10
1.1.5. Hydrographie et Hydrologie.....	11
1.1.6. Géologie et Relief.....	12
1.1.7. Les sols	13
1.2. <i>Caractéristiques socio-économique</i>	15
2. CADRE INSTITUTIONNEL ET JURIDIQUE	16
2.1. <i>La SAED</i>	16
2.2. <i>Cadre gestion</i>	17
DEUXIEME PARTIE : PRESENTATION DE L'ETUDE	19
3. OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	19
3.1. <i>Objectif global</i>	19
3.2. <i>Objectifs spécifiques</i>	19
4. HYPOTHESES	19
5. RESULTATS.....	19
6. METHODOLOGIE ET OUTILS	20
6.1. <i>Recherche bibliographique</i>	20
6.2. <i>Elaboration des supports de collectes de données</i>	20
6.3. <i>Collecte des données</i>	21
6.4. <i>Traitement des données</i>	21
6.5. <i>Limites et contraintes méthodologiques</i>	21
7. DEFINITIONS ET DISCUSSIONS DES CONCEPTS	21
8. LE SYSTEME HYDRAULIQUE ET TYPOLOGIE AMENAGEMENTS DU DELTA DU FLEUVE SENEGAL	24
8.1. <i>Le système hydraulique</i>	24
8.2. <i>Typologie aménagements du Delta du fleuve Sénégal</i>	26

TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSIONS	30
9. DYNAMIQUE ORGANISATIONNELLE DES PIV ET PIP	30
10. LES MISES EN VALEURS	31
11. LA REDEVANCE FOMAED ET OMVS	33
11.1. <i>Situation de référence</i>	33
11.2. <i>La redevance FoMAED</i>	34
11.3. <i>La redevance OMVS</i>	34
12. ANALYSE AGRO ECONOMIQUE DES AMENAGEMENTS	35
12.1. <i>Généralités</i>	35
12.2. <i>La culture du riz</i>	36
12.3. <i>Contraintes et opportunités agro économique</i>	40
13. ANALYSE FINANCIERE	41
13. 1. <i>Le mode de financement</i>	41
13.2. <i>Les comptes de fonctionnement</i>	42
14. CARACTERISATION DES GMP	42
14.1. <i>Type de GMP</i>	42
14.2. <i>Amortissement GMP</i>	43
14.3. <i>Redevance eau</i>	43
14.4. <i>Estimation de la demande en eau</i>	44
15. PROPOSITION DE GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU	46
15.1. <i>Disponibilité en eau de l'axe Gorom Lampsar</i>	46
15.2. <i>Suivi des prélèvements</i>	46
15.3. <i>Gestion de l'eau</i>	48
15.3.1. <i>Généralités</i>	48
15.3.2. <i>Cas des PIV et des PIP</i>	48
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	50
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	53

Liste des Sigles et Acronymes

AHA	Aménagement Hydro-Agricole
AEP	Adduction d'Eau Potable
CIRIZ	Comité Interprofessionnel pour le Riz
CNCAS	Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal
CNUED	Commission des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement
CPF	Conseillères en Promotion Féminine
CR	Communauté Rurale
CSS	Compagnie Sucrière Sénégalaise
DAGE	Direction de l'Aménagement et de Gestion de l'Eau
DAIH	Direction des Aménagements et Infrastructures Hydro- agricoles
DAM	Direction Autonome de Maintenance
DDAR	Direction du Développement et de l'Aménagement Rural
DHGE	Division Aménagements Hydrauliques et Gestion de l'Eau
DPAS	Direction de l'Analyse de la Prévision et des Statistiques
DRDR	Direction Régionale du Développement Rural
DSRP	Document Stratégique de Réduction de la Pauvreté
FOMAED	Fond de Maintenance des Adducteurs et Emissaires de Drainage
GA	Grands Aménagements
GIE	Groupements d'Intérêt Economiques
GIRE	Gestion Intégrée des Ressources en Eau
GMP	Groupe Moto Pompe

GOANA	Grande Offensive
HIV	Hivernage
LOASP	Loi d’Orientation Agro-Sylvo-Pastorale
OMVG	Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Gambie
OMVS	Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal
ORSTOM	
PIP	Périmètre Irrigué Privé
PIV	Périmètre Irrigué Villageois
SAED	Société Nationale d’Aménagement et d’Exploitation des Terres du Delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé
SDE	Sénégalaise des Eaux
SSC	Saison Sèche Chaude
SSF	Saison Sèche Froide
SOCAS	Société de Conserves Alimentaires du Sénégal
UGB	Université Gaston Berger de Saint Louis
2iE	Institut International d’Ingénierie de l’Eau et de l’Environnement

Liste des Tableaux

Tableau 1: Typologie des sols du Delta du Fleuve Sénégal.....	14
Tableau 2: Fonctions actuelles des axes hydrauliques	26
Tableau 3 : Problème d'irrigation dans le Bas delta.....	33
Tableau 4 : Spéculation de la zone	36
Tableau 5 : Variété hivernale	37
Tableau 6 : Choix des variétés à cultiver	37
Tableau 7 : Doses moyennes des fertilisants.....	39
Tableau 8 : contraintes et opportunités agro économiques.....	40
Tableau 9: Atouts et contraintes de l'axe hydraulique Gorom-Lampsar	49

Liste des Figures

Figure 1 : Situation de la zone d'étude	4
Figure 2 : Moyenne mensuelle des températures à Saint Louis (1951 – 2003)	6
Figure 3: moyennes mensuelles de l'humidité relative à Saint Louis (1951 à 2003)	6
Figure 4 : moyennes mensuelles du vent à Saint Louis (1951 à 2003)	7
Figure 5 : Insolation moyennes mensuelles de Saint Louis (1951 à 2003).....	8
Figure 6 : carte des isohyètes du Sénégal	9
Figure 7 : Pluviométrie moyennes mensuelles de Saint Louis (1951 à 2003)	10
Figure 8 : Réseau hydrographique du Delta du fleuve Sénégal	12
Figure 9 : Carte des PIV et PIP	28
Figure 10 : Répartition des PIV et des PIP du Delta central	30
Figure 11 : Réseau de drainage des PIV et des PIP.....	31
Figure 12 : Classe des superficies mises en valeur	32
Figure 13 : La redevance FoMAED.....	35
Figure 14 : Quantité de semences par hectare.....	38
Figure 15 : Financement des producteurs.....	41
Figure 16 : Recouvrement des redevances	42
Figure 17 : Types de GMP	43
Figure 18 : Redevance eau par hectare.....	44
Figure 19 : Heures de pompage par hectare	45
Figure 20 : Suivi plan d'eau du Gorom Lampsar	47

INTRODUCTION

La crise alimentaire qui sévit le monde, les pays en voie de développement en particulier a poussé des pays comme le Sénégal à faire de l'agriculture un moteur de développement à travers des programmes de sécurité alimentaire dont on peut citer entre autre la GOANA.

Elle demeure encore un des secteurs les plus importants de l'activité économique. Elle occupe près de 60% de la population active du pays et continue de rester le principal levier pour le développement des secteurs artisanal et industriel (DSRPIL.,2006).

Depuis l'indépendance, l'agriculture sénégalaise est essentiellement restée une petite agriculture paysanne, à faible productivité, pratiquée sous pluie, ceci malgré la diffusion de progrès techniques. On note cependant l'émergence récente d'une agriculture commerciale en zone périurbaine et dans la vallée du fleuve Sénégal (LOASP.,2004).

Cette agriculture qui est basée essentiel sur l'irrigation vise à promouvoir son développement en rive gauche du fleuve Sénégal. Elle participe activement à l'augmentation du PIB et à l'accroissement de la production agricole visant à atteindre l'objectif qui est la sécurité alimentaire.

Ce secteur de l'irrigation utilise des quantités d'eau importante 70% à 80% contre 20% pour l'industrie (Mermoud A., 2006).

Le Fleuve Sénégal qui a un volume d'eau de plus de 20 milliards de mètre cube peut satisfaire les 240 000 ha de terres potentiellement irrigables de la VFS si la ressource eau est bien géré.

Le Gorom-Lampsar est un ensemble de défluent du Fleuve Sénégal et constitue l'axe le plus important avec un potentiel aménageable d'environ 21 000 hectares.

L'extension des aménagements hydro-agricoles sur l'axe Gorom-Lampsar de la VFS et la mauvaise gestion de l'eau par les producteurs due aux prélèvements importants ont conduit cette année 2009 à une insuffisance d'eau au niveau des certains casiers rizicole entraînant des abandons de superficies estimés dans certaines zones à près de 30% ceci malgré le fait que les producteurs ont eu à utiliser les eaux de drainage pour essayer de sauver les cultures, une situation qui, selon les observateurs n'a jamais existé depuis la création de la SAED en 1965.

Conscient de cela la SAED a entrepris de mettre en place des études sur la GIRE au niveau de la VFS en particulier sur l'axe Gorom lampsar dont celle-ci présente une illustration.

La présente étude qui constitue une contribution de la gestion intégrée des ressources en eau sur l'axe Gorom lampsar cas des PIV et des PIP cherche d'une part à identifier les raisons de cette insuffisance et d'autre part à proposer une gestion optimale et durable de la ressource eau.

Pour ce faire l'étude s'articulera autour de trois parties essentielles que sont :

- ✚ Présentation du contexte de l'étude, il s'agira d'une présentation de la zone d'étude dans sa globalité et d'une définition du cadre institutionnel
- ✚ Présentation de l'étude, elle est constituée par les objectifs de l'étude, les résultats attendus ainsi que la méthodologie adaptée. Elle comporte également les définitions et la discussion des concepts essentiels, enfin elle décrit la composition du système hydraulique et la typologie des aménagements.
- ✚ Présentation et discussion des résultats, c'est la partie décisive de toute étude, elle présente les résultats obtenus grâce aux enquêtes de terrain ainsi que les discussions portant sur ceux-ci.

PREMIERE PARTIE : CONTEXTE DE L'ETUDE

1. Présentation de la zone d'étude

1.1. Caractéristiques physique de la zone d'étude

1.1.1. Généralités

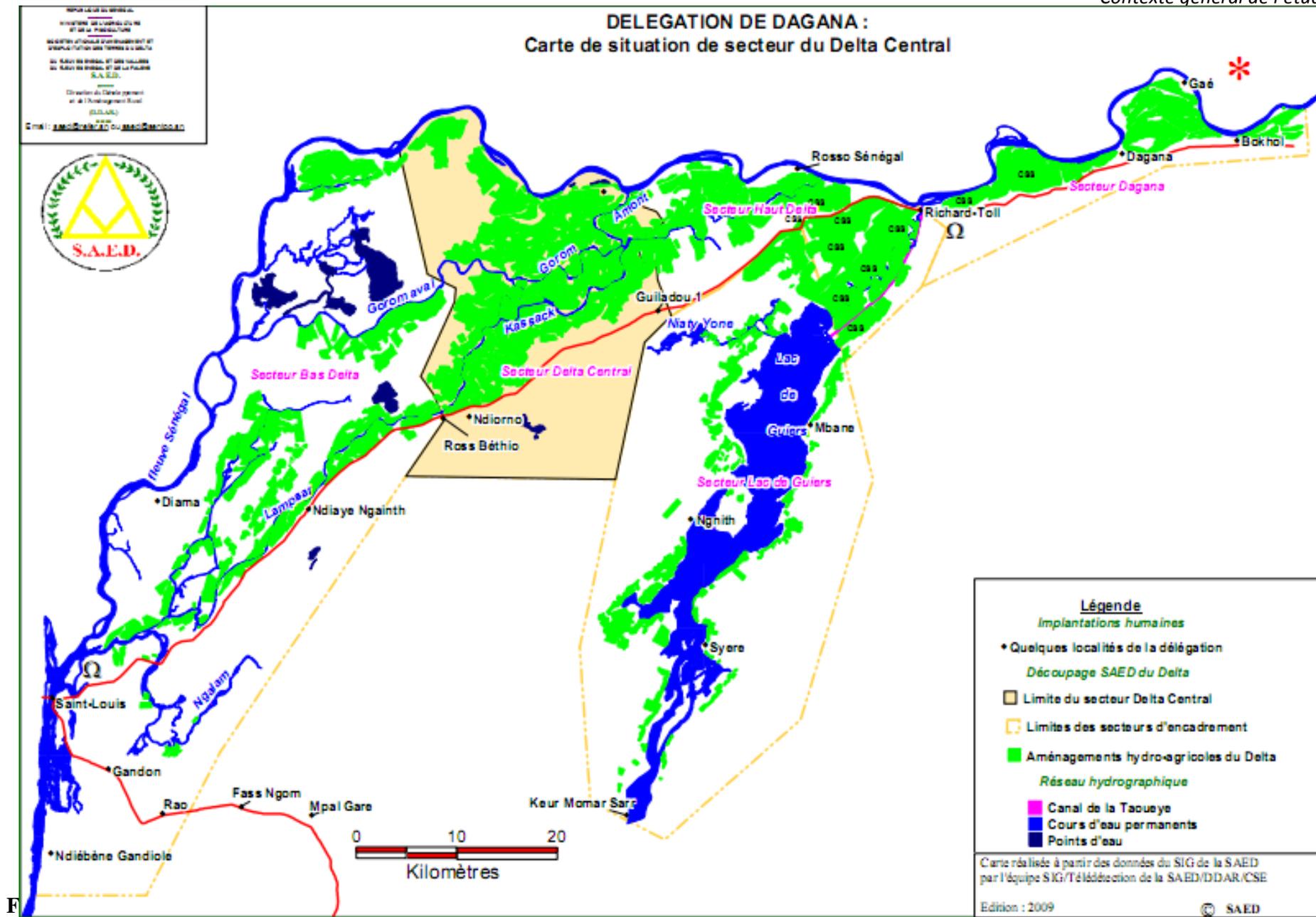
Le delta du fleuve Sénégal se situe au Nord ouest du Sénégal. Il est compris en latitude Nord entre 16° et 14°4 et en longitude entre 15°30 et 16°30. Le delta est une entité géographique de forme triangulaire dont les cotés sont définis par une limite dite Walo/Diéri (Le Walo est une unité hydro morphologique du delta du fleuve Sénégal. C'est la partie qui était autrefois inondée par la crue. Le Walo s'oppose au Diéri qui est la partie exondée du delta jamais atteinte par la crue).

La superficie du delta est de 4343 km² dont les trois quarts se situent en rive gauche. Il est parcouru par un réseau hydrographique assez dense.

Depuis le début des indépendances en 1960, l'agriculture irriguée y prend pied et se développe en devenant la principale activité de la zone. Aujourd'hui avec l'avènement des barrages sur le fleuve Sénégal (Diama, 1986 ; Manantali, 1988) qui ont permis la disponibilité annuelle de l'eau douce.

La riziculture est la principale spéculation dans le delta sénégalais, elle est supervisée par la Société d'aménagements et d'exploitation des terres du delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé (SAED). On y cultive aussi de la canne à sucre, de la tomate ; exploitée respectivement par la Compagnie sucrière sénégalaise (CSS) et la Société de Conserverie Alimentaire du Sénégal (SOCAS). Avec la diversification agricole initiée ces dernières années, les cultures maraîchères prennent de l'ampleur surtout dans la zone du lac de Guiers.

La mise en valeur agricole du delta du fleuve Sénégal est confrontée dès le début par la salinité importante des sols et au drainage à cause de la pente quasi nulle (Cogels.,1994). La teneur en sels des sols du delta est naturelle en raison de la genèse du delta qui est une suite de transgression et de régression de l'océan Atlantique (Cissé 2007).



1.1.2. Climat

Les facteurs climatiques participent de manière directe à la variation des eaux de surface donc du système hydraulique Gorom-Lampsar. Ils sont aussi des éléments importants dans la détermination des besoins en eau des cultures donc leurs connaissances sont d'une importance capitale dans la dynamique des eaux de L'axe.

Comme sur l'ensemble du pays, Le climat zonal du Delta est de type sahélien. Il est marqué par une alternance d'une longue saison sèche et d'une courte saison des pluies.

1.1.2.1. Température et hygrométrie

On distingue 3 grandes saisons au niveau de Delta du Fleuve Sénégal :

☞ La saison des pluies : dépassant rarement 3 mois, elle démarre entre fin juin et début juillet et se termine entre mi-septembre et mi-octobre. Les amplitudes thermiques moyennes sont relativement faibles (entre 25 et 28°C). L'humidité relative de l'air est élevée, les maxima sont de l'ordre de 92 à 94% (figure 3) ;

☞ La saison sèche fraîche : elle se situe entre mi-Novembre et Février (en moyenne et à titre indicatif, car des variations de l'ordre du mois ne sont pas rares). Elle est caractérisée par des minima plus faibles (15 à 17°C) et par des maxima compris entre 30 et 33°C. L'humidité relative de l'air peut être très basse (vents forts, secs et relativement frais) ;

☞ La saison sèche chaude : elle se situe entre Mars et Juin. Les minima remontent progressivement de 16 à 23 - 24°C et les maxima s'élèvent de 30 à 35° pour culminer vers Mai (ils sont plus élevés, d'autant qu'on s'éloigne de l'influence océanique). Des maxima journaliers absolus de 35 à 40°C peuvent être observés lors des coups de vent d'harmattan (vent d'Est chaud et sec) : des échaudages physiologiques peuvent alors se produire, notamment sur le maïs, même très bien irrigué. L'humidité relative, d'abord très basse, augmente progressivement avec l'approche de la saison des pluies (remontée de la mousson vers le nord, sous l'influence de l'anticyclone de Saint-Hélène, à partir du mois de Mai). L'humidité relative moyenne est toujours supérieure à 50 % et ceci est général au niveau de la zone d'étude.

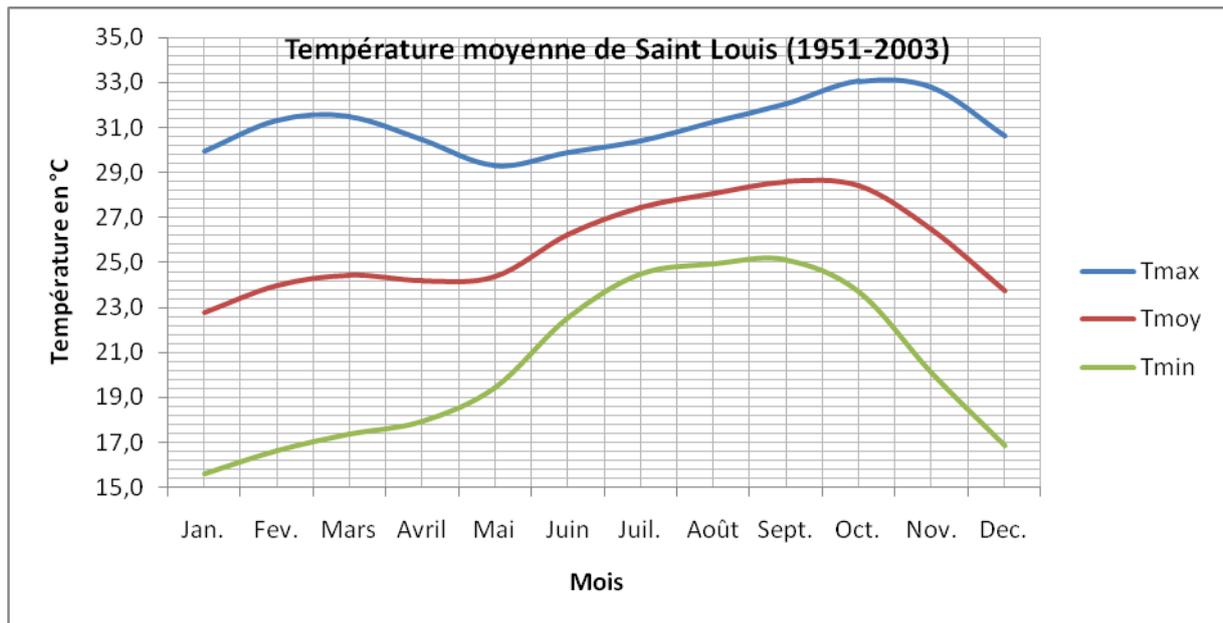


Figure 2 : Moyenne mensuelle des températures à Saint Louis (1951 – 2003)
 Source service climatologie DAIH / SAED

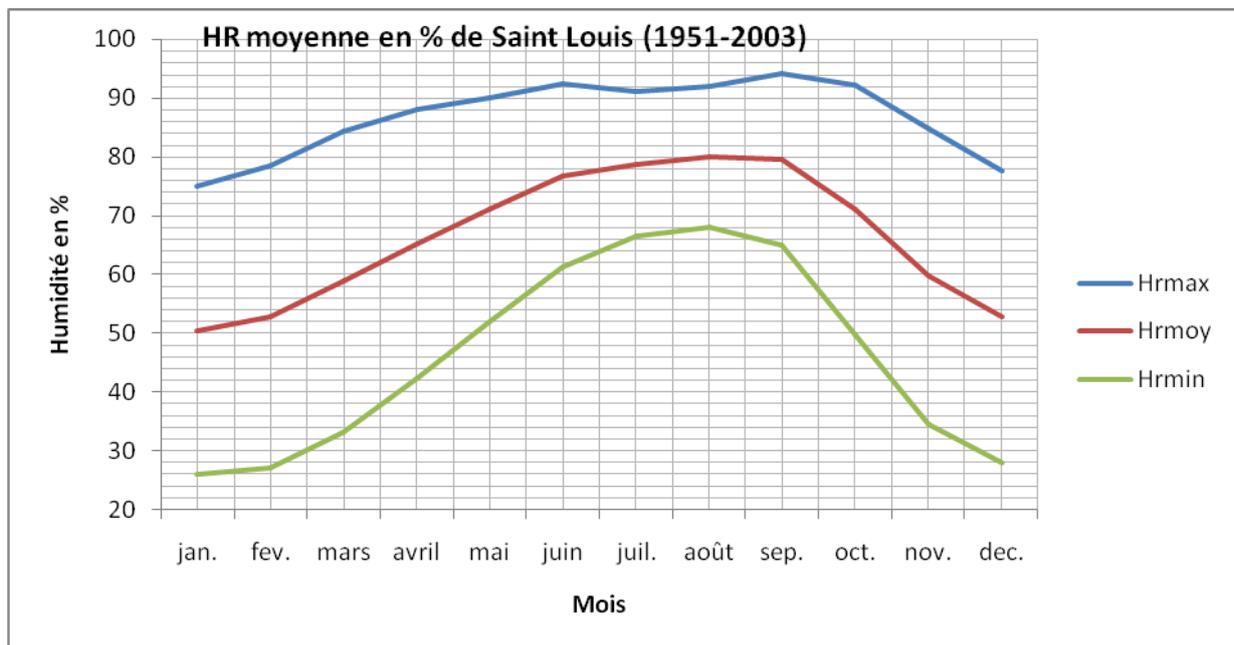


Figure 3: moyennes mensuelles de l'humidité relative à Saint Louis (1951 à 2003)
 Source service climatologie DAIH / SAED

1.1.2.2. Les vents

La saison sèche est le cycle des vents chauds et secs chargés de poussière (continentaux) soufflant sur l'ensemble de la zone.

Le véritable harmattan s'observe surtout de mars en juin. C'est un vent fort du secteur Est à Nord-Est. Il s'accompagne des températures maximales les plus élevées (42 à 46°C). Il est très néfaste pour les cultures irriguées.

C'est un facteur dont il faut tenir compte dans les calages calendaires des cultures irriguées. Les risques d'échaudages et de perte totale des cultures sont surtout à craindre quand l'harmattan survient pendant les phases d'induction florale et de floraison.

La moyenne et la haute vallée sont sous le régime de ces vents. Le Delta, en raison des influences océaniques, bénéficie du régime des alizés maritimes du Nord-Ouest dont l'humidité adoucit le climat.

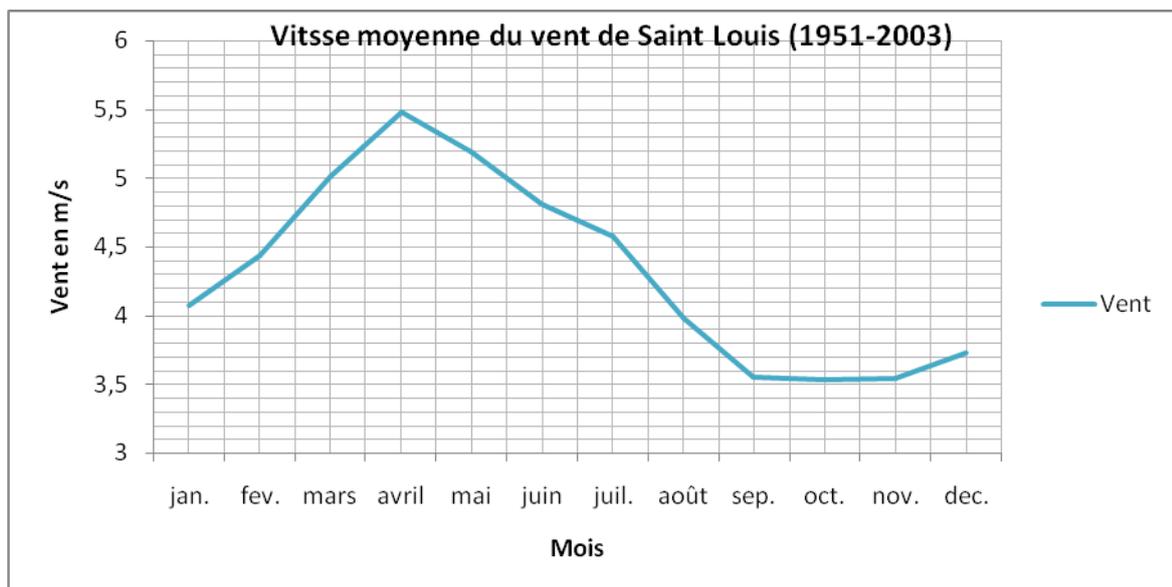


Figure 4 : moyennes mensuelles du vent à Saint Louis (1951 à 2003)

Source service climatologie DAIH / SAED

1.1.2.3 Insolation

L'insolation qui atteint ou dépasse 2500 heures (durée moyenne de 1951 à 2003 est de 240 heures par mois) par an n'est pas limitative et est favorable à une bonne activité photosynthétique, si les conditions d'alimentation hydriques et minérales sont bonnes.

En raison de sa situation sahélienne, la zone enregistre une radiation élevée toute l'année (8 heures/j en moyenne).

L'analyse de figure 5 montre que le maximum d'insolation est enregistré durant la saison sèche chaude, précisément au mois d'avril (280 heures). Le mois de juin correspond à la plus faible valeur de l'ensoleillement (214 heures). Ces conditions thermiques ainsi que le régime des vents entraînent une forte évaporation qui varie en fonction des saisons.

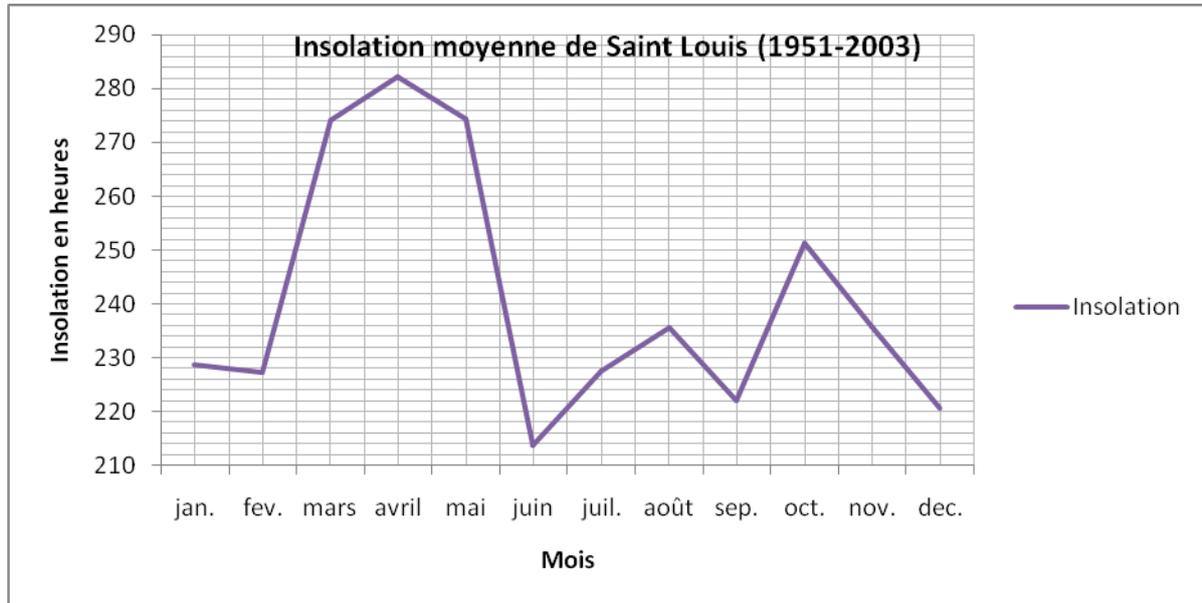


Figure 5 : Insolation moyennes mensuelles de Saint Louis (1951 à 2003)

Source service climatologie DAIH / SAED

1.1.2.4. Evaporation

L'évaporation (mesurée au piche) donne des moyennes annuelles qui sont de 5,1mm/j à Saint Louis, correspondant à une lame d'eau de 1880mm/an.

Ces valeurs attestent des conditions climatiques sévères qui, en relation avec les précipitations moyennes annuelles, révèlent à la fois l'ampleur des déficits hydriques et des besoins en eau des plantes.

1.1.3. Pluviométrie

La pluviométrie de la vallée est caractérisée par des pluies faibles, irrégulières, réparties sur une courte période (2 à 3 mois) entre fin juillet et fin septembre.

Dans l'ensemble, les quantités et le nombre de jours de pluie diminuent du Sud au Nord. Les moyennes mensuelles sont de: 200-300mm dans le Delta et la basse vallée, 300-400mm dans la moyenne vallée et 500-600mm dans la haute vallée. Le gradient pluviométrique diminue progressivement en durée et en intensité du sud-est au nord-ouest. Durant les trente (30) dernières années, la pluviométrie a varié entre 250 et 500mm du nord-ouest au sud-est.



Figure 6 : carte des isohyètes du Sénégal

L'analyse de la figure 7 montre que la pluviométrie au niveau de Saint Louis se concentre véritablement sur la période de juillet à octobre et cela représente plus de 95% de la pluie annuelle (moyenne annuelle de 1951 à 2003 est de 268 mm). La saison des pluies est unimodale et le mois le plus pluvieux est celui d'août avec 98 mm soit plus du tiers de la pluviométrie totale annuelle.

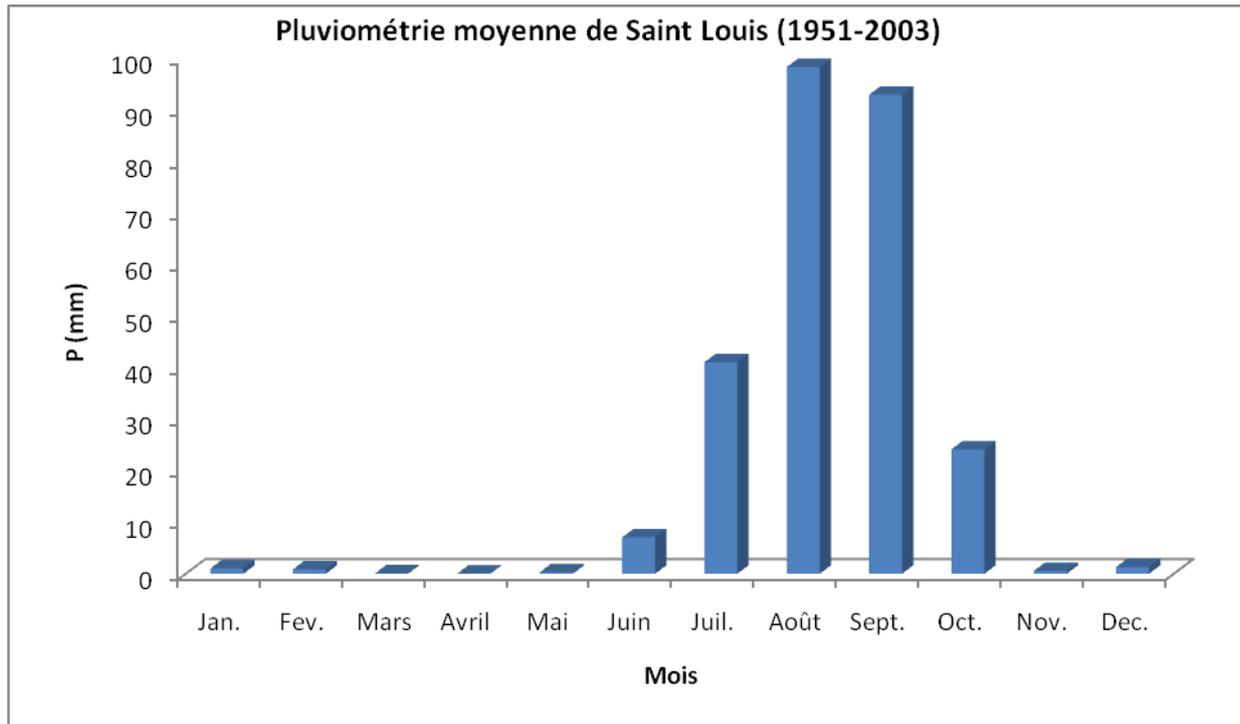


Figure 7 : Pluviométrie moyennes mensuelles de Saint Louis (1951 à 2003)

Source service climatologie DAIH / SAED

1.1.4. Végétation

La végétation du delta est de type sahélien, elle est influencée par le fleuve Sénégal et les remontées salines. Il se caractérise par des espèces halophiles telles que le *Tamarin senegalensis* et même des palétuviers du côté de l'embouchure du fleuve.

La strate arborée est essentiellement composée de :

- Mimosaceae : *Acacia nilotica* , *Acacia adansonii* , *Acacia tortilis* ;
- Gygnophyllaceae : *Balanites aegyptiaca*.

La strate herbacée est dominée par :

Vetiveria nigritana, *Brachiara mutica*, *Echinochloa spicatus* ou encore *Typha australis*.

La strate arbustive est essentiellement constituée de: *Combretum glutinosum*, *Boscia senegalensis*, *Bauhinia rufescens*, *Salvadora persica*, *Calotropis procera*, *Grewia bicolor*.

1.1.5. Hydrographie et Hydrologie

Le Delta, en aval de Richard-Toll a une superficie est de l'ordre de 250 000 hectares. Depuis 1968, le fleuve connaît une série d'années très déficitaires, dues à la diminution des pluies dans le haut bassin en zone guinéenne et dans l'ensemble des zones soudaniennes et sahéliennes d'Afrique de l'Ouest.

Les contraintes hydrologiques liées au régime naturel du fleuve Sénégal sont les suivantes :

- le débit irrégulier du fleuve qui s'accompagne de fortes variations des superficies inondées

- le niveau d'étiage qui était très bas en année sèche, entraînant la remontée de la « langue salée », d'où la salinisation des sols avec des dégâts plus ou moins importants sur les cultures en place ;

- le stockage insuffisant de l'eau douce nécessaire à l'alimentation des villes et à l'irrigation ;

Pour la levée de ces contraintes, deux barrages ont été construits sur le fleuve dans le cadre de l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS) : l'un en amont (Manantali, hydro - électrique) et l'autre en aval (Diama, anti-sel) du fleuve.

Les chenaux de la partie deltaïque se situent en aval de Dagana en rive gauche. Ils comprennent essentiellement:

- Le Gorom, d'une longueur de 60 km, qui se subdivise en deux bras à partir du pont barrage de Boundoum (le Gorom amont qui alimente le Lampsar et le Gorom aval).
- Le Lampsar qui coule Nord-sud de Boundoum barrage à Ross Béthio, puis s'infléchit vers le Sud-ouest entre les différentes cuvettes de la vallée du Lampsar jusqu'à Ndiawdoune où il rencontre le Djeuss.
- D'autres petits marigots tels que le Djeuss, le Kassak, le Natchié, le Diawel enrichissent ce réseau.
- S'ajoute à ce réseau tout un système de canaux desservant les périmètres hydroagricoles tels que ceux de Diovol, de Balky, de Mbilor-Oualo, de Ntiago /Ndombo et les plantations de canne à sucre de la CSS.

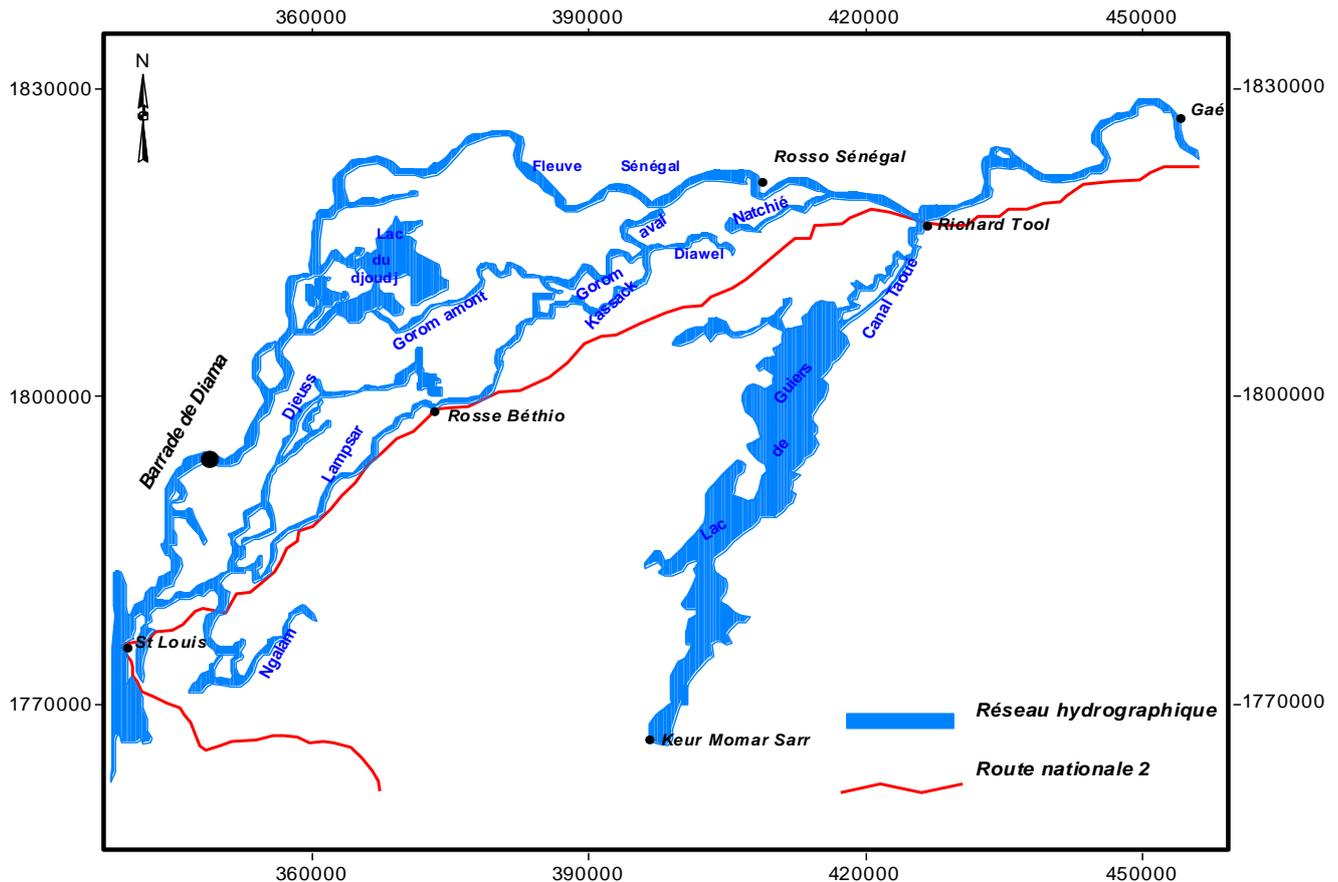


Figure 8 : Réseau hydrographique du Delta du fleuve Sénégal

1.1.6. Géologie et Relief

La vallée du fleuve s'est formée au cours du quaternaire quand le fleuve s'est encastré dans des terrains de l'Eocène et du Plateau Continental. Pendant les 100.000 dernières années, les effets combinés des variations climatiques, des fluctuations conséquentes du niveau de la mer et plusieurs cycles d'érosion fluviale et de dépôts alluvionnaires ont donné lieu à de nombreux changements dans le cours du fleuve et dans le dynamisme qui caractérise la morphogénèse de la Vallée et du Delta (Van Lavieren G. et Van Wetten J., 1988).

Le microrelief de la plaine est donc déterminé par les processus sédimentaires liés aux débordements des eaux en dehors du lit majeur. Le bourrelet de berge, large de quelques dizaines de mètres et situé en bordure directe de ce lit, est de nature sablo-limoneuse et s'élève de 1 à 2 m au-dessus des cuvettes de décantation qui sont de texture nettement plus argileuse.

Ce processus d'origine assez simple est souvent compliqué par le fait que le cours d'eau déplace localement son lit ; les cuvettes antérieurement planes peuvent alors devenir le lieu d'un lit secondaire, à partir duquel un nouveau cycle de sédimentation comprenant la séquence classique de bourrelets de berges et de cuvettes, se développe.

L'érosion fluviale et la sédimentation ont également causé la formation de levées, de bancs de sable, de vasières, de dunes vives bordant la plage actuelle, ainsi que de dunes éoliennes rouges et remaniées dans le nord du Delta.

1.1.7. Les sols

La genèse du Delta du fleuve Sénégal s'est effectuée suite à une séquence de transgressions et de régression de l'océan atlantique (Le Brusq, 1980 ; Van Levieren et al, 1988 ; Loyer, 1989). Le Delta est alors constitué d'un complexe de marigots et de lagunes qui sont séparés de la mer par la zone littorale.

Cette morphogenèse a des conséquences profondes sur l'évolution des sols. En effet, la géologie et la pédogenèse, sont déterminées actuellement par les conditions de mise en place du Delta et par les régimes hydriques. On distingue quatre grands types de sols classés en fonction de leur texture et de leur structure (classification des sols, source : OMVS/FAO,).

Les grands changements du système hydrologique engendrés par la construction des digues et du barrage de Diama ont démarré de nouvelles pistes évolutives dans les caractéristiques des profils pédologiques. Ainsi actuellement le facteur pédogénétique principal est la fluctuation de la nappe phréatique causée par l'infiltration de la pluie, de l'eau d'irrigation et de l'influence de la retenue de Diama (Fall., 2006).

Tableau 1: Typologie des sols du Delta du Fleuve Sénégal

Types de sols		
Pulaar	Méthode ORSTOM	Méthode FAO
Hollaldé : 30 % du potentiel irrigable, 50 à 75 % d'argile, mauvais drainage, favorable à la riziculture, structure prismatique à sols sans structure, supportent la submersion.	Vertisols et paravertisols/ vertisols topomorphes nongrumosoliques / hydromorphes / gley de surface et d'ensemble	Chimic vertisol Eutric gleysols
Faux- Hollaldé : 31 % du potentiel irrigable, teneur en argile de 30 à 50 % (argilo limoneux), mauvais drainage, sols sans structure, favorable à la riziculture et autres cultures.	Vertisols et paravertisols / vertisols topomorphes nongrumosoliques, hydromorphes , pseudogley à taches et concrétions ; peu évolué ; d'apport hydromorphe	Chimic vertisol Eutric fluvisols Eutric fluvisols
Fondé : 30 % du potentiel irrigable, teneur en argile de 10 à 30 % (limoneux), drainage moyen, structure cuboïde, favorable à toutes les cultures autres que le riz, sols filtrants.	Peu évolué / d'apport hydromorphe / pseudogley à taches et concrétions.	Eutric fluvisols Eutric fluvisols
Diéri : 80 à 90 % de sable, structure monogranulaire, supportent toutes les cultures autre que le riz.	Sols iso humiques / brun rouge subaride, Minéral brut / d'apport éolien Minéral brut / d'apport fluviale	Haplic xenosols Eutric regosols Eutric fluvisols

Source : OMVS/FAO, 1973

En général les sols du delta sont très salés. La présence de sel entraîne souvent la formation d'une couche pulvérulente en surface, ce qui favorise l'érosion éolienne. Cette exposition des terres du delta à l'érosion peut contribuer à l'ensablement et l'envasement des défluent du fleuve Sénégal comme c'est le cas du système hydraulique Gorom-Lampsar (diop., 2006).

1.2. Caractéristiques socio-économique

La population de la zone se répartit en trois principaux groupes ethniques : les *Halpulaars* et les *Wolofs* respectivement dans la moyenne Vallée et le Delta et les *Soninkés* dans la haute Vallée, le département de Bakel notamment.

En 2004, la population de la vallée (Régions de Saint-Louis, Matam, département de Bakel, communautés rurales de Keur Momar Sarr et de Syer) était estimée à 1 434 884 habitants pour une densité moyenne de 20 h/km². Cette population est inégalement répartie. La région de Saint-Louis concentre 51% de la population totale de la vallée sur une superficie de 19034 km², soit une densité moyenne de 39 h/km².

La population de la vallée du Fleuve Sénégal est très jeune avec près de 54% en dessous de l'âge de vote (moins de 18 ans).

Depuis son introduction dans la vallée du fleuve Sénégal, l'agriculture irriguée prend une place de plus en plus importante dans les systèmes de production. Elle est devenue la composante principale de la plupart des exploitations agricoles du delta et de la basse vallée; et concerne, en 2004, près d'un million quatre cents mille personnes. (*Sources : Direction de la Prévision et de la Statistique : Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 2002 et Projections en 2004*)

Le cheptel du Delta est composé principalement de bovins d'ovins et de caprins dont les bovins sont plus représentatifs.

Selon CORNIAUX (2005), ces bovins sont des Zébu de race gobra, tandis que les caprins sont des chèvres du sahel et que les ovins sont représentés par deux races : les « touabir » (race maure) et les « peul peul ».

Quant aux équins et asins ils sont souvent utilisés pour le transport.

Deux systèmes d'élevage sont à distinguer :

- l'élevage pastoral peulh caractérisé par la mobilité du troupeau entre le Diéri et le Walo.
- l'élevage sédentaire qui est pratiqué par toutes les ethnies (Lo., 2006 cité par Diop)

Il faut noter que la pratique de l'élevage connaît des problèmes d'alimentation des animaux liés au développement de la culture irriguée qui a entraînée la disparition de certaines zones de parcours, mais aussi les contraintes sanitaires liées à l'humidité qui favorise le développement rapide de foyers de maladie.

2. Cadre institutionnel et juridique

2.1. La SAED

✓ La loi n° 65-001 du 20 Janvier 1965 crée la Société d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal (SAED) avec un statut d'Etablissement Public à caractère industriel et commercial.

✓ Par la loi n° 79 - 29 du 24 Janvier 1979, la SAED a vu son champ d'intervention s'étendre sur l'ensemble de la Rive Gauche du Fleuve Sénégal ainsi qu'à la Vallée de la Falémé.

✓ La SAED changera de statut par la suite et passera en Société Nationale à compter du 1er Décembre 1981 suivant la loi n° 81-57 du 29 Juin 1981. Elle est ainsi liée à l'Etat par des Lettres de Mission triennales. De 1981 à 2005 sept Lettres de Missions (LM) ont marqué les activités de la SAED.

✓ L'Etat a défini le cadre général d'intervention de la SAED à travers la LPDA (Lettre de Politique et Développement Agricole) et le PDRG (Plan Directeur de la Rive Gauche du Fleuve Sénégal).

- La LPDA définit les orientations de politique agricole, lesquelles trouvent leur justification dans le processus d'ajustement global de l'économie. Elle concrétise ainsi l'option libérale des prix et du commerce des produits agricoles.
- Quant au PDRG, cadre de référence de toutes les actions engagées dans la vallée jusqu'à l'an 2020, il vise principalement les objectifs suivants:
 - L'autosuffisance et la sécurité alimentaire des populations locales,
 - La contribution à l'autosuffisance alimentaire du pays,
 - L'amélioration des conditions de vie des populations en vue d'inverser le flux migratoire.

La SAED se consacre actuellement à des missions plus fondamentales tournées vers la pérennisation des ressources naturelles et de leur environnement, leur exploitation optimale au bénéfice de tout le pays afin d'éviter, ainsi, de compromettre l'avenir de la vallée et de tout un peuple qui fonde beaucoup d'espoir sur celle-ci.

Pour mener à bien sa mission (garantir les biens de la collectivité locale, assurer une fonction technique, fournir un service public ou participer à la gestion d'intérêts collectifs), la SAED s'appuie particulièrement sur trois directions techniques :

Au niveau central (conception)

- La Direction des Aménagements et Infrastructures Hydro - agricoles (DAIH)

- La Direction du Développement et de l'Aménagement Rural (DDAR)
- La Direction Autonome de Maintenance (DAM)

Au niveau du terrain (opérationnel)

- Les Délégations présentent un dispositif d'encadrement et d'appui conseil ramifié jusqu'à l'échelon du village où l'on compte actuellement 88 Conseillers Agricoles (CA) et 14 CPF (Anonyme., 2008).
- Par ailleurs, ces délégations abritent les projets de développement rural financés par la puissance publique et qui s'exécutent au niveau du département.
- Les directions techniques appuient sur le terrain les délégations départementales auxquelles est conférée une grande autonomie dans la gestion et l'exécution des programmes.

2.2. Cadre gestion

L'article 16 du Code de l'eau, dont l'introduction mentionne les ouvrages de l'OMVS, prévoit qu'une redevance est due pour tout prélèvement des eaux.

De plus, la Charte du domaine irrigué, en cours de mise en œuvre dans la zone du fleuve Sénégal sous l'impulsion de la SAED, prévoit que tout attributaire de terre irriguée à partir des eaux du fleuve Sénégal devra s'acquitter de la redevance OMVS. Il est prévu que cette disposition soit liée à la décision d'affectation des terres irriguées.

C'est pourquoi dans le cadre de la LOASP, l'Etat, en concertation avec les collectivités locales et les organisations professionnelles agricoles, conformément aux engagements pris au sein de l'Organisation de Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS) et de l'Organisation de Mise en Valeur du Fleuve Gambie (OMVG), définit et met en œuvre une politique et des programmes opérationnels d'hydraulique agricole.

Cette politique et ces programmes sont fondés sur les principes de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau et de rentabilité socio économique des investissements hydroagricoles. On entend par gestion intégrée, une gestion où tous les éléments du domaine concerné sont pris en compte dans le processus de développement. Ils tiennent compte de la nécessité de réaliser des ouvrages, des infrastructures hydrauliques et des points d'eau permanents en milieu rural pour faire face aux besoins en eau des populations, de l'agriculture et de l'élevage.

Elle définit les modalités de financement de l'investissement et de maintenance des infrastructures hydro agricoles, de même qu'elle précise les conditions spécifiques de la gestion et de l'exploitation du domaine irrigué.

Ainsi l'Etat veille à la mise en valeur efficace et durable de l'eau sur l'ensemble du territoire national.

La culture irriguée est un secteur très important dans l'agriculture ; car, contrairement à la culture sous pluie, elle permet de cultiver plus, et plus longtemps dans l'année. Le Sénégal a beaucoup de potentialités en matière de culture irriguée. Aussi, tenant compte du désir d'améliorer cette pratique culturelle dans le pays, la politique hydraulique agricole précise les conditions spécifiques de la manière de gérer et d'exploiter le domaine irrigué.

Cependant, l'irrigation ne peut se faire n'importe comment. La politique de l'hydraulique agricole retient qu'elle doit se faire en tenant compte d'un certain nombre de facteurs :

- L'état et la disponibilité des ressources en eau et la nécessité de les gérer durablement ;
- La nécessité de sauvegarder les écosystèmes naturels
- La nécessité d'utiliser de la meilleure façon les ouvrages et les infrastructures hydrauliques :

DEUXIEME PARTIE : PRESENTATION DE L'ETUDE

3. Objectifs de l'étude

3.1. Objectif global

La finalité de cette étude est de contribuer à l'optimisation de la gestion de l'eau sur l'axe Gorom Lampsar Cas des PIP et des PIV du Delta Central afin d'avoir une distribution d'eau régulier et accessible toute l'année par les producteurs.

3.2. Objectifs spécifiques

Pour atteindre l'objectif global de cette étude, on s'est fixé les objectifs spécifiques suivants :

- ↳ Faire une analyse diagnostique de la dynamique organisationnelle des aménagements hydro agricoles en particulier des PIV et des PIP sur l'axe Gorom Lampsar ;
- ↳ Faire une analyse critique des aménagements sur le plan agronomique et économique ; en fin
- ↳ Faire une analyse diagnostique de la situation actuelle de gestion des aménagements et proposer un système de gestion intégrée de la ressource en eau.

4. Hypothèses

Les hypothèses qui ont sous-tendu cette étude sont au nombre de deux :

- ✚ La diminution de niveau d'eau de l'axe Gorom-Lampsar est due à la mauvaise gestion des ouvrages hydrauliques et à une sur estimation des besoins en eau des cultures.
- ✚ L'augmentation du nombre de GMP a accentué le prélèvement des quantités d'eau et du coût la demande en eau devient supérieure à l'offre.

5. Résultats

Au terme de cette étude les résultats suivants sont attendus :

- description des aménagements et de l'axe Gorom Lampsar ;
- caractérisation des GMP et détermination de la durée de fonctionnement des pompes ;
- évaluation de la disponibilité et de la demande en eau ;
- Identification des contraintes, des problèmes, des atouts et opportunités afin de proposer une optimisation durable de la gestion de l'eau.

6. Méthodologie et outils

Elle constitue la base de tout travail de recherche en ce sens elle permet d'emblée de jauger la fiabilité voire même la validité de toute œuvre humaine. Afin d'atteindre les objectifs assignés à la présente étude, la méthodologie suivante a été adoptée :

6.1. Recherche bibliographique

Cette partie constitue une étape non négligeable de l'étude car permettant de cerner le thème dans sa globalité, de définir des hypothèses de travail et d'élaborer des outils de collecte de données.

Elle s'est déroulée, tout le temps de l'étude, au niveau de certains centres de documentation et d'information dont la bibliothèque du 2iE, au niveau de la SAED ainsi que les autres structures d'appui et d'encadrement, par l'Internet, etc.

Toutes les personnes ressources susceptibles de fournir des informations ont été également sollicitées en vue d'élargir l'éventail de l'étude.

6.2. Elaboration des supports de collectes de données

Les supports de collecte de données ont été élaborés à l'aide de la bibliographie et des entretiens avec des personnes ressources de la SAED.

Ces supports sont essentiellement constitués d'un questionnaire et d'un guide d'entretien.

Pour déterminer la taille d'un l'échantillon, les études se basent généralement sur une loi de Bernoulli qui fait intervenir 3 paramètres: sa représentativité, son homogénéité et sa précision. NB : l'échantillon est choisi en fonction des GMP pour avoir une plus grande représentativité mais aussi pour éviter qu'un GMP puisse être utilisé par deux producteurs différents ce qui pourrait biaiser les résultats.

$$n = \frac{(1,96)^2 * N}{(1,96)^2 + L^2 * (N - 1)}$$

n = taille de l'échantillon à interroger
N = taille de l'univers investigué
L = largeur de la fourchette exprimant la marge d'erreur

Avec une erreur de 15% et une précision de 85%

Pour un nombre de GMP égal à 273 répartis en neuf villages ; nous avons eu par calcul un échantillon de taille n=37 GMP.

Mais une fois sur le terrain nous nous sommes retrouvés avec 49 GMP car certains producteurs ont plus d'un GMP.

6.3. Collecte des données

L'approche par des enquêtes a été utilisée comme méthode de collecte des données. Elle a été menée à l'aide d'un questionnaire comprenant des questions fermées et ouvertes qui ne limitent pas les réponses tout en permettant de faire le lien avec les autres questions et/ou de les transformer pour les rapprocher de la compréhension du sujet. L'objectif du questionnaire est d'avoir des éléments d'identification des enquêtés et de recueillir des informations aussi bien quantitatives que qualitatives. Ce questionnaire a aussi pour but de mieux connaître la zone d'étude, d'avoir une vue d'ensemble des pratiques agricoles et des activités diverses de gestion de l'eau.

Le guide d'entretien, quant à lui, a été utilisé dans la collecte des informations nécessaires à la compréhension du fonctionnement des exploitations. Il est constitué de questions ouvertes qui laissent aux enquêtés la possibilité de donner librement leur point de vue.

Les enquêtes ont été faites pendant la période du 01 au 23 Juillet 2009.

6.4. Traitement des données

Les données quantitatives et qualitatives fournies par les producteurs sont traitées par le logiciel sphinx sous forme de tableaux les graphiques sont réalisés par le tableur Excel, enfin la rédaction est faite avec Word.

6.5. Limites et contraintes méthodologiques

Parmi les contraintes que nous avons rencontrées au cours des enquêtes qui peuvent entraîner des biais dans les données nous pouvons noter :

- L'obtention de données quantitatives précises sur l'ensemble du système d'activité. En général les producteurs n'aiment pas dévoiler leurs revenus et les rendements dont ils disposent.

- L'obtention de données chiffrées net notamment pour ce qui concerne les superficies mises en culture, les productions ainsi que les quantités d'eau pompées.

- Notons aussi la difficulté liée à la détermination des temps de pompages faute d'avoir de fiches de pompages mais aussi chaque producteur à sa manière de gérer son aménagement.

7. Définitions et discussions des concepts

La Gestion : est employée dans son sens le plus large. Elle souligne que nous devons non seulement nous concentrer sur la mise en valeur des ressources en eau mais que nous devons gérer consciemment la mise en valeur de l'eau de manière à assurer son utilisation durable à long terme pour les générations futures.

Intégrée : c'est une notion nécessaire, mais non suffisante, Selon le Larousse, l'intégration consiste à « assembler les différentes parties d'un système et assurer leur compatibilité ainsi que le bon fonctionnement du système complet ». L'intégration est donc « l'art » de regrouper des éléments de manière pertinente en vue de former un tout cohérent.

Gestion Intégrée : veut dire que toutes les différentes utilisations des ressources en eau sont prises en compte ensemble. Les attributions et les décisions de gestion de l'eau prennent en compte les effets de chaque utilisation sur les autres. Elles sont en mesure de tenir compte des objectifs sociaux et économiques globaux, y compris la réalisation du *développement durable*. Ceci signifie également assurer une prise de décision politique logique liée à tous les secteurs.

Ressource en eau Sens strict, premier

L'eau dont dispose ou peut disposer un utilisateur ou un ensemble d'utilisateurs pour couvrir ses besoins.

La ressource en eau a bien le sens d'une offre, réelle ou potentielle, rencontrée par une demande en eau et à évaluer suivant les critères de celle-ci. Ce sens strict est sans implication sur les sources d'approvisionnement ou les modes de production de l'eau offerte : il peut s'agir aussi bien des possibilités de prélever de l'eau dans le milieu naturel que des possibilités d'approvisionnement par des agents intermédiaires producteurs-distributeurs d'eau.

Ressource en eau est pris dans ce sens dans les expressions telles que "créer, accroître, améliorer ou développer les ressources".

Ressource en eau Sens élargi

Les eaux de la Nature considérées du point de vue de leur utilité pour les humains et des possibilités de les utiliser.

✓ Du fait que les eaux offertes aux utilisations humaines proviennent en dernière analyse du milieu naturel, les hydrologues tendent à identifier les ressources en eau le plus souvent au pluriel aux occurrences d'eau dans la nature et plus particulièrement aux eaux douces continentales, objet de l'hydrologie. Beaucoup de publications ou monographies hydrologiques emploient le terme ressources dans ce sens, peut-être pour transposer, plus ou moins consciemment, à l'hydrologie l'utilité attribuée à l'eau. Exemples : "Ressources en eau terrestres/Water resources of the earth" (UNESCO, 1978).

✓ La référence à la fonction d'utilité est réintroduite par la distinction entre les ressources en eau non qualifiées ou dites "naturelles" et les ressources en eau dites exploitables, mobilisables ou utilisables, voire aménageables, tous ces qualificatifs étant relatifs aux

critères multiples d'utilisation ou de conservation qui impliquent des contraintes internes et externes (pratiques et techniques, économiques, environnementales).

✓ Dans cette acception large la ressource en eau, concept physico-économique, conserve le sens d'une offre de la nature, d'un potentiel, à définir suivant de multiples dimensions (référence spatio-temporelle, quantité - flux et stock - qualités, efforts et coûts nécessités pour la mobiliser et la rendre utilisable) évaluées suivant les critères d'utilisation.

"Les ressources en eau ne sont pas aisément définissables dans l'absolu, elles ne peuvent se définir que par rapport à des besoins qui imposent des contraintes de quantité, qualité et coût".

La ressource en eau est ainsi indissociable de la conception de l'eau, à la fois comme bien économique et comme bien d'environnement. Sa définition est inséparable de l'analyse d'hydro système en interaction avec les activités humaines.

La gestion intégrée des ressources en eau devient donc « *un processus qui favorise le développement et la gestion coordonnés de l'eau, des terres et des ressources connexes, en vue de maximiser, de manière équitable, le bien-être économique et social en résultant, sans pour autant compromettre la pérennité d'écosystèmes vitaux* ». Cette définition la plus connue de la GIRE a été donnée par le Global Water Partnership (GWP) en 2000.

Mais compte-tenu du caractère extrêmement large de cette définition, il s'avère nécessaire de préciser les principes sur lesquels s'appuie la GIRE pour donner un contenu plus opérationnel à cette notion. En effet, le discours sur la GIRE s'appuie sur un certain nombre de principes qui sont aujourd'hui reconnus à l'échelle internationale comme devant guider les choix en matière de politique de l'eau.

Principe 1 : L'eau est une ressource limitée et vulnérable qui est indispensable à la vie, au développement et à l'environnement;

Principe 2 : La mise en valeur et la gestion de l'eau doivent avoir un caractère participatif et associer les utilisateurs, les planificateurs et les décideurs à tous les niveaux;

Principe 3 : Les femmes jouent un rôle déterminant dans l'approvisionnement, la gestion et la préservation de l'eau;

Principe 4 : L'eau est utilisée à de multiples fins et à une valeur économique et l'on doit donc la reconnaître comme un bien économique.

La GIRE se fixe un objectif principal d'atteindre un équilibre entre l'utilisation de l'eau en tant que fondement pour la subsistance d'une population mondiale en plein essor, et sa protection et sa conservation en vue de garantir la pérennité de ses fonctions et caractéristiques (Anonyme., 2000).

8. Le système hydraulique et typologie aménagements du Delta du fleuve Sénégal

8.1. Le système hydraulique

Le réseau hydrographique du Delta est composé de défluent du fleuve qui permettent d'arroser la plaine. Ce réseau est principalement alimenté à partir de l'ouvrage de Ronkh ; huit passes dont quatre équipées de vannes et les autres murées. Cet ouvrage est également muni d'une station de pompage d'une capacité de 8,6 m³/s qui permet de servir le réseau quand le niveau dans le fleuve est insuffisant pour une alimentation gravitaire (**Anonyme., 2006**).

Le Gorom aval

Compte tenu de ses deux fonctions de drainage et d'irrigation, le Gorom aval a été isolé du Gorom amont par le barrage de Boundoum pour servir de collecteur des eaux de drainage du périmètre de Boundoum. Quelques PIV et PIP sont installés le long du Gorom aval qui s'étale sur 30 km jusqu'à l'ouvrage gravitaire G qui le relie au fleuve Sénégal.

Actuellement, le Gorom Aval se comporte hydrauliquement comme une réserve d'eau.

Le Gorom amont

Long de 25 km entre Ronkh et Boundoum Barrage, il assure l'irrigation de quelque périmètres et l'alimentation du Kassack et du Lampsar qui se poursuit jusqu'à la réserve en eau potable de Saint-Louis (Réserve de Bango).

Il est alimenté à partir du fleuve Sénégal par la prise de Ronkh comprenant une station de pompage et un ouvrage gravitaire.

Les caractéristiques actuelles du Gorom amont ne lui permettent pas de transiter le débit demandé à l'aval. Elles doivent donc être améliorées.

Le Lampsar

Il est alimenté par le Gorom amont avec lequel il forme ce qu'on appelle l'axe Gorom - Lampsar et qui constitue la principale voie d'eau du delta. L'axe s'étale sur une longueur de 95 km jusqu'à Dakar Bango. Il est composé de trois biefs séparés par les ouvrages de Ross-Béthio et de Ndiol. Le Lampsar a un tracé sinueux entre le barrage de Boundoum et le pont Demba. Il alimente le Kassack aval et constitue à sa partie aval, avec le Djeuss et le Ngalam, la réserve de Saint-Louis.

Principale source d'eau d'irrigation et d'alimentation de la réserve de Saint-Louis, le Lampsar à l'instar du Gorom doit voir sa capacité améliorée pour contribuer à terme à la satisfaction des besoins en eau totaux de la zone du bas-delta.

Le Kassack

Il est alimenté par le Gorom amont au niveau du pont Diambar. Il est alimenté dans les deux sens, à l'amont par le Gorom amont et à l'aval par le Lampsar et s'écoule du nord-est au sud – ouest parallèlement au Gorom amont sur une distance de 20km, avant d'entrer en confluence avec le Lampsar au pont demba. Le chenal qui constitue la limite entre les cuvettes de Kassack sud, est séparé en deux biefs (amont et aval) à la suite de son franchissement par le drain du Ndiaël. Son bief amont permet d'alimenter le Diovol. Le Kassack assure l'irrigation de près de 4250 ha de périmètres irrigués dont 3108 ha mises en valeur durant l'hivernage 2008 (CABO., 2008).

Le Diovol

Le Diovol était utilisé comme collecteur des eaux de drainage. Il était donc isolé du système actuel des adducteurs du delta jusqu'en 1989, date à laquelle il fut relié au Kassack amont par une simple buse placée de façon artisanale. Il permet d'irriguer environ 1 200 ha bruts de périmètres irrigués villageois ou privés.

Le Djeuss

Le Djeuss est encore utilisé comme adducteur, mais aussi comme drain. En conséquence ses deux biefs amont et aval sont séparés par l'ouvrage de Keur Samba Sow. Le Djeuss aval qui se jette dans le Lampsar à Mboubène constitue avec celui-ci et le Ngalam la réserve de Saint-Louis. Le Djeuss amont servant de colature est aussi alimenté à partir du fleuve Sénégal par l'ouvrage H. Ceci permet l'utilisation des eaux à l'irrigation de près de 2 700 ha de périmètres irrigués villageois et privés.

Le Ngalam

Le Ngalam est très large dans sa partie aval à la confluence avec le Lampsar et présente une capacité importante à cet endroit. Il constitue un bassin de stockage des eaux de la réserve jusqu'à l'ouvrage de Ndiaoudoune sur la route nationale. Cet ouvrage muni de batardeaux sert à l'isolement de la réserve et au renouvellement des eaux qui se fait périodiquement.

Des périmètres irrigués d'une superficie totale de moins de 150 ha sont aménagés dans la partie amont. D'autres potentialités estimées à 3 000 ha d'aménagement existent le long du marigot.

Tableau 2: Fonctions actuelles des axes hydrauliques

Axe hydraulique	Source	Fonctions actuelles
Gorom Amont	Fl.Sénégal à Ronkh	Irrigation
Gorom Aval	Fl.Sénégal - Ouvrage G	Irrigation
Lampsar	Gorom à Boundoum	Irrigation / AEP St-Louis
Kassack	Gorom Amont	Irrigation
Diovol	Kassack	Irrigation
Djeuss amont	Fl.Sénégal - Ouvrage H	Drainage et Irrigation
Djeuss aval	Djeuss amont	Irrigation / AEP St-Louis
Ngalam	Lampsar	AEP et écologie

A l'heure actuelle, ce réseau de défluent se trouve en mauvais état (problèmes d'endiguement, d'envasement et d'enherbement par le typha), ce qui ne lui permet pas de transiter tout le débit demandé à l'aval.

8.2. Typologie aménagements du Delta du fleuve Sénégal

Les aménagements portent sur des grands périmètres, des petits périmètres irrigués villageois et privés et des périmètres intermédiaires (Gassama., 2007) :

- **Grands Périmètres**

Les grands aménagements sont financés par l'Etat. Ce sont les premiers aménagements en maîtrise totale de l'eau issus de la reconversion des anciennes cuvettes de submersion contrôlée. Ces aménagements sont essentiellement localisés dans le Delta. Ils sont caractérisés par leurs superficies relativement importantes dont l'irrigation se fait à la demande.

Ils sont destinés principalement à la riziculture mais néanmoins des cultures de diversification comme la tomate industrielle et plus rarement le maïs, peuvent être cultivées.

Actuellement ils représentent environ 13 000 ha (19 %) des surfaces irriguées. Le coût d'aménagement estimé à 4 millions FCFA / ha en moyenne avant dévaluation, se situe après actualisation entre 5 et 6,5 millions (LO, 2006) cité par diop.

La conception actuelle de ces aménagements a évolué vers les aménagements intermédiaires.

- **Périmètres Irrigués Villageois**

Les premiers aménagements de ce type ont été faits dans la moyenne et la haute vallée durant la période de sécheresse dans l'objectif d'équiper plusieurs villages et rapidement. Ils ont donc été aménagés de façon très sommaire sur les berges du fleuve pour la plupart et avec la participation physique des paysans. Ils comportaient un groupe motopompe sur bac flottant,

un réseau d'irrigation ouvert au grader, des parcelles non planées. Ils ont rarement un réseau de drainage et un endiguement. La plupart de ces PIV ont été abandonnés. Ils ont fait place actuellement à des PIV dits améliorés dont la conception et la mise en œuvre sont proches des aménagements intermédiaires. Ils comportent une station de pompage fixe électrifiée (pompes submersibles) ou un GMP sur bac flottant mais avec un réseau d'irrigation en terre compactée. Un réseau de colature et de drains de surface permet l'évacuation des eaux de pluie et de vidange des parcelles.

La petite taille de ces périmètres et l'absence de régulation dynamique constituent la grande différence avec les aménagements intermédiaires.

- ***Périmètres Irrigués Privés***

Les périmètres privés, du même type que les PIV, sont des périmètres aménagés par les privés depuis les années 1980 suite au développement et à la réorganisation des groupements paysans, notamment les groupements d'intérêt économiques (GIE). Généralement, ils sont réalisés sur la base d'études très sommaires.

Ils ont connu une explosion dans le delta suite aux désengagements de la SAED des fonctions productives et commerciales. Ils sont de conception similaire aux périmètres irrigués villageois sommaires et sans réseau de drainage.

Ils consistent généralement en l'implantation d'un GMP en bordure d'une source d'eau aisément accessible qui peut être soit le fleuve, soit un défluent, soit un canal d'irrigation d'un GA, voire un ancien défluent recevant des eaux de drainage. Le réseau se limite souvent à un canal d'amenée et à des diguettes construites à la niveleuse sans compactage. Un raclage grossier des parcelles tient lieu de planage et il n'y a ni ouvrages maçonnés, ni drainage.

- ***Aménagements Intermédiaires***

Leur conception résulte de la combinaison des avantages liés aux grands aménagements et aux périmètres irrigués villageois. Ils sont composés de plusieurs unités autonomes d'irrigation (UAI) dont la taille varie entre 20 et 30 ha. Ces UAI sont desservies par des canaux secondaires à travers des prises modulées (modules à masque) sur des canaux principaux. Les secondaires alimentent des tertiaires à partir d'ouvrages partiteurs, qui distribuent l'eau dans les parcelles. L'irrigation dans l'UAI est faite au tour d'eau. On y retrouve les mêmes composantes d'aménagements que pour les grands aménagements auxquelles il faut ajouter l'endiguement qui est propre à chaque site dans la moyenne et la haute vallée.

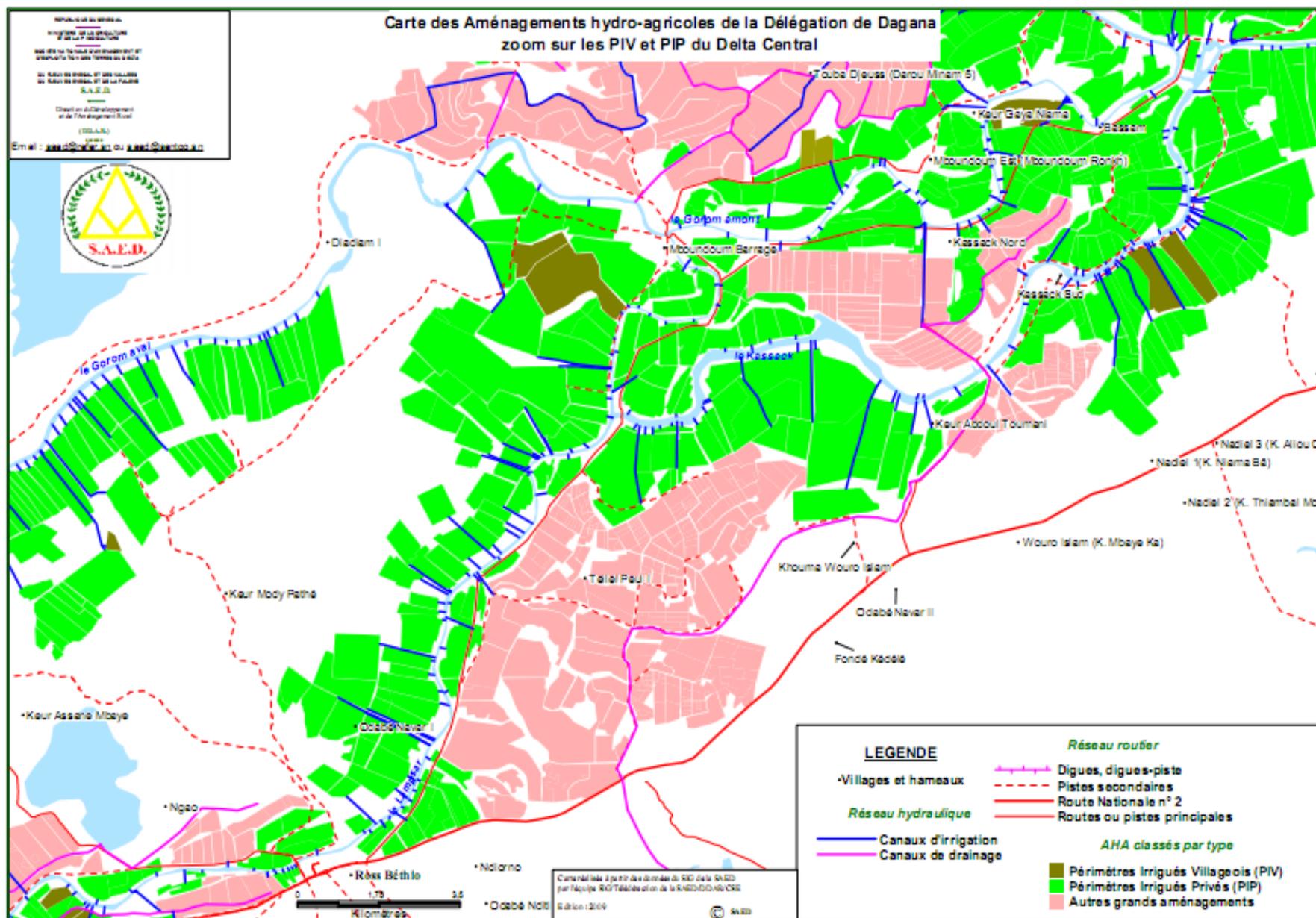


Figure 9 : Carte des PIV et PIP

TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSIONS

9. Dynamique organisationnelle des PIV et PIP

Les PIV et les PIP sont des aménagements sommaire généralement sans système de drainage. Leur différence réside du mode de gestion. Les PIV sont gérés par un village ou un groupe de village par contre les PIP sont gérés par des privés soit individuellement ou généralement des organisations de GIE. Ils comportent des GMP installés en bordure d'une source d'eau aisément accessible qui peut être soit le fleuve, soit un défluent, soit un canal d'irrigation d'un GA, voire un ancien défluent recevant des eaux de drainage.

Nous remarquons que les PIV représentent 27% des aménagements alors que les PIP 73% ce qui s'explique du fait que les PIV ont tendance à être abandonnés au profit des PIP dont la gestion est plus aisée. De ce fait les PIP contiennent généralement un nombre de personne restreint et la prise de décision devient plus facile.

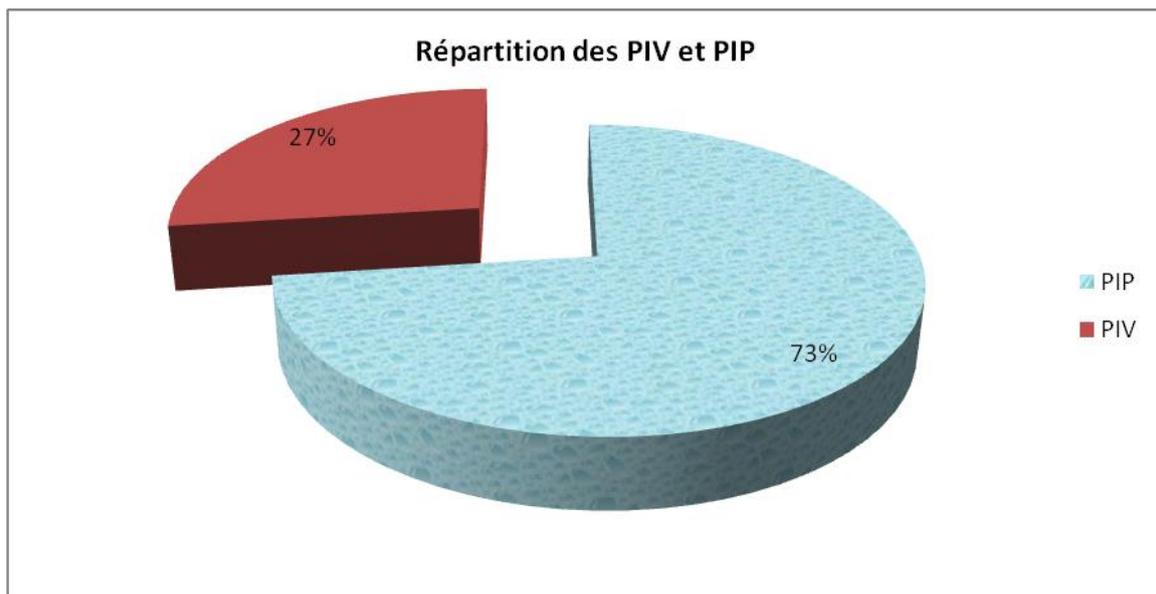


Figure 10 : Répartition des PIV et des PIP du Delta central

Source : Enquêtes mémoire de fin d'études Babacar FAYE, Juillet 2009

Sur l'ensemble des PIP et des PIV seul 16% des aménagements ont un système de drainage contre 84%. Généralement ce sont des drains de moindre qualité qui ne répondent pas aux normes de la SAED sans compactage. Une situation qui s'explique par les coûts des aménagements qui sont élevés d'une part et d'autre part ces aménagements sont faits de sorte qu'un système de drainage est quasi inexistant car pas d'études préalables.

Le réseau hydraulique est composé de canaux à terre compactée de façon sommaire dont l'entretien est fait annuellement. Ce sont des canaux d'amenée pour le transport de l'eau au niveau des parcelles. Celles-ci sont faites de diguettes construites à la niveleuse sans compactage et dont le planage est irrégulier. La réfection de ces canaux se fait annuellement et la maintenance se fait sans l'intervention de la SAED.

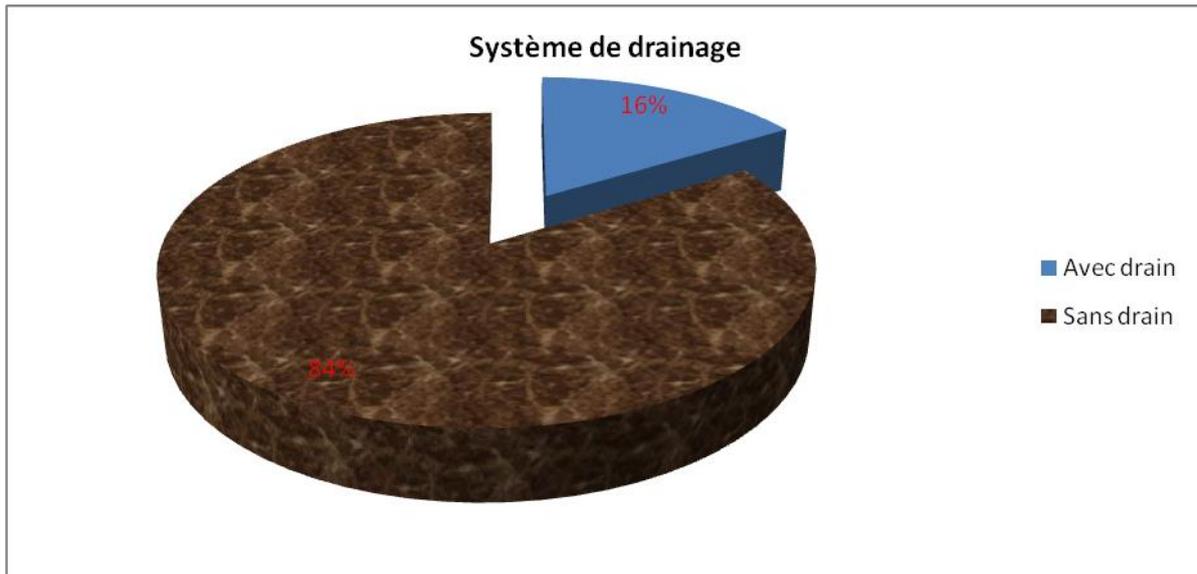


Figure 11 : Réseau de drainage des PIV et des PIP

Source : Enquêtes mémoire de fin d'études Babacar FAYE, Juillet 2009

10. Les mises en valeurs

La superficie totale mise en valeur pendant la contre saison 2009 est de 10646,36 ha soit presque le double de la contre saison chaude 2008 dont la mise en valeur était de 5430,68 ha. Une situation qui s'explique par l'augmentation du nombre de GMP qui couvre une superficie de 8869,31 ha soit 84% de la superficie totale.

Par contre en hivernage 2008 la superficie exploitée est de 5559 ha comparée à la superficie prévue pour la campagne hivernale 2009 (environ 15 000 ha), nous remarquons que la superficie a triplée en l'espace d'une année.

Dans la suite nous essayerons de déterminer les classes mises en valeur.

Les superficies mises en valeur sont essentiellement comprises dans l'intervalle de 20 à 40 soit un taux de 56.8%, seul 2.7% des superficies exploitées est supérieures à 100ha.

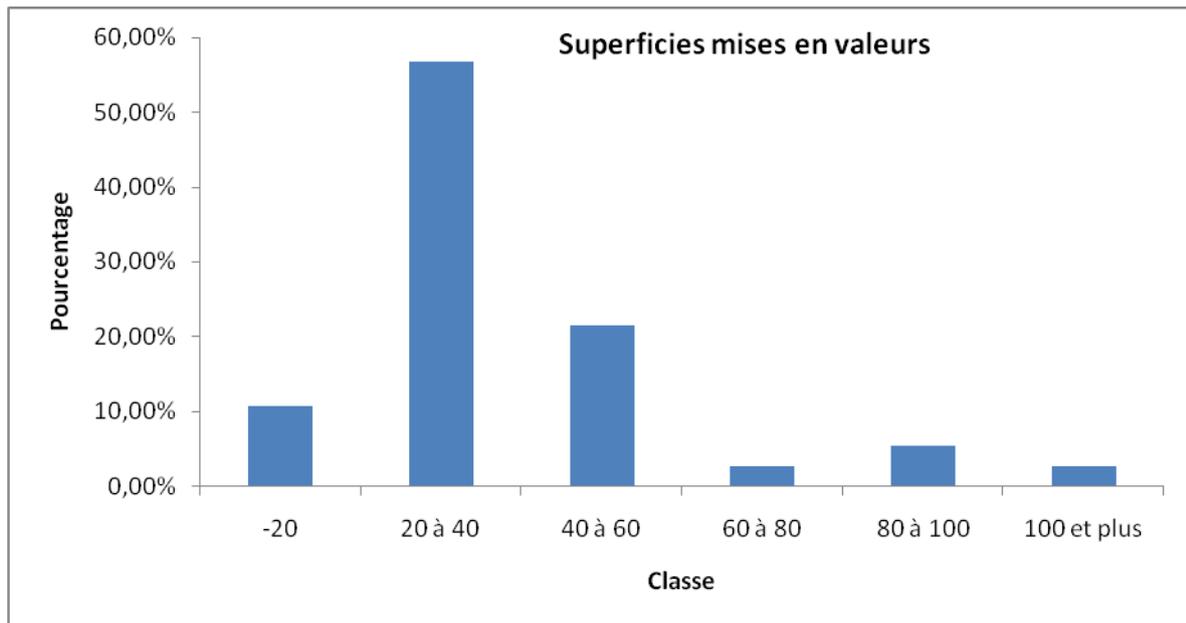


Figure 12 : Classe des superficies mises en valeur avec Min = 10ha, Max = 106ha

Source : Enquêtes mémoire de fin d'études Babacar FAYE, Juillet 2009

A cause du problème d'eau (32.4% des producteurs) ou de l'état de salinité des sols un certain nombre de superficies mises en valeur ont été abandonnées. Nous avons 59.5% des producteurs qui ont des parcelles abandonnées après semis variant de 0.5 à 15 ha au niveau du Delta central. Les superficies abandonnées représentent 5.54% de la superficie totale causés par les arrêts de pompage pour desservir les producteurs en aval d'une part d'autre part par l'état de salinité des sols. Cette salinité est due aux effets de la mer et de l'inexistence de système de drainage provoquant l'accumulation des fertilisants d'où une augmentation de la teneur en sel des sols. Une comparaison avec celles du Bas delta (au moins 20% d'abandon) montre que les problèmes sont plus récurrents dans le Bas delta.

Une situation qui s'explique du niveau d'eau bas entrainant une insuffisance d'eau dans les périmètres mais aussi de l'importance des prélèvements en amont de l'axe.

Tableau 3 : Problème d'irrigation dans le Bas delta

Sites	Superficies emblavées	Superficies abandonnées	Pourcentage
Bari diam	24	24	100%
Ndiaye	240	50	21%
Pollo mbodiène	240	50	21%
Ngomène	212	50	24%
Pont Gendarme	270	70	26%

Source : Rapport de mission DRDR sur les problèmes d'irrigation dans la vallée (Bas delta)

11. La redevance FoMAED et OMVS

11.1. Situation de référence

La SAED dispose des informations et de l'organisation nécessaires pour élaborer les factures correspondant aux prélèvements d'eau à usage agricole. Elle a, par ailleurs, mis en place un système de recouvrement, en liaison avec la CNCAS, des redevances dues au titre des superficies irriguées ayant bénéficié d'un crédit de campagne. Elle ne dispose toutefois pas aujourd'hui de solution pour recouvrer les redevances auprès des autres usagers (ceux qui n'ont pas accès ou ne font pas appel au crédit de campagne de la CNCAS, la majeure partie des PIV et PIP). De plus, le suivi des redevances recouvrées à travers le crédit de campagne est perfectible : en effet, il n'est pas fait en relation avec les codes cadastraux des périmètres et il est donc difficile de savoir quelles sont les redevances payées par tel ou tel usager. Ce suivi n'est d'ailleurs pas systématiquement intégré au suivi de campagne informatisé de la SAED.

La SAED semble attachée à poursuivre et étendre ses actions d'appui au recouvrement de la redevance OMVS, sans prétendre toutefois disposer à court terme de solutions permettant d'étendre significativement les superficies concernées au-delà de celles bénéficiant du crédit de campagne de la CNCAS.

De plus, la mise en place, actuellement en cours, des FOMAED permet d'espérer associer le recouvrement des redevances dues au titre de ces fonds à celui de la redevance OMVS. Toutefois, il est également possible que cette catégorie d'usagers, une fois assujettie à la redevance FOMAED, ait plus de difficultés à accepter de payer la redevance OMVS qui représentera, à partir de 2013, entre 6 300 et 7 700 F supplémentaires par hectare pour un riz

d'hivernage. Quoi qu'il en soit, il n'est pas envisageable que le recouvrement de la redevance par les FOMAED se fasse avant 2010, ce qui correspond au temps nécessaire à la mise en place et au "rodage" de ces fonds. Enfin, le Gouvernement sénégalais souhaite aller le plus loin possible dans un système de recouvrement de la redevance OMVS directement auprès de tous les usagers, plus encore en ce qui concerne les usagers de périmètres financés par l'État et les irrigants produisant des cultures industrielles (SOGED., 2005).

11.2. La redevance FoMAED

La mise en place effective de la redevance FoMAED date de 2003, elle a pour objectif principal de maintenir en état de fonctionnement satisfaisant et garantir, d'un point de vue hydraulique les adducteurs et émissaires de la VFS dont l'axe Gorom-lampsar. Les Fonds alimentés par l'Etat et les usagers sont gérés par la SAED sous le contrôle de Comités d'usagers (CABO., 2008).

La part des usagers est payée sous forme de redevances qui s'élèvent à 14000FCFA/ha.

D'après l'analyse de la figure 12 seul 19% des producteurs payent la redevance FoMAED ce qui peut sembler faible mais cela peut s'expliquer par le fait que celle-ci est directement déduite au financement de la CNCAS alors que seul 10.8% de ces producteurs bénéficient de ce financement. Pour contourner ce phénomène des fiches de paiement de cette redevance ont été distribuées aux producteurs PIV et PIP mais ceux-ci ne payent pas étant donné qu'ils font la maintenance de leurs canaux et drains.

La question que l'on se pose est : qui fait la maintenance de l'axe Gorom Lampsar ? C'est la SAED donc le paiement de cette redevance doit être obligatoire. Le constat est que ce n'est pas un refus de paiement mais plutôt un manque de cadre de concertation entre ces producteurs et la SAED.

11.3. La redevance OMVS

Le constat est le même avec la redevance OMVS car celle-ci est généralement payée en même temps que le FoMAED.

C'est l'ensemble des redevances que les exploitants versent à la Société de Gestion et d'Exploitation du barrage de Diama (SOGED) pour la gestion et la maintenance du barrage de Diama. Cette redevance est fixée à 1700 FCFA par hectare pendant la contre saison et 800 FCFA par ha en hivernage. Ces taxes sont collectées par la SAED qui se charge de les transmettre à la dite société.

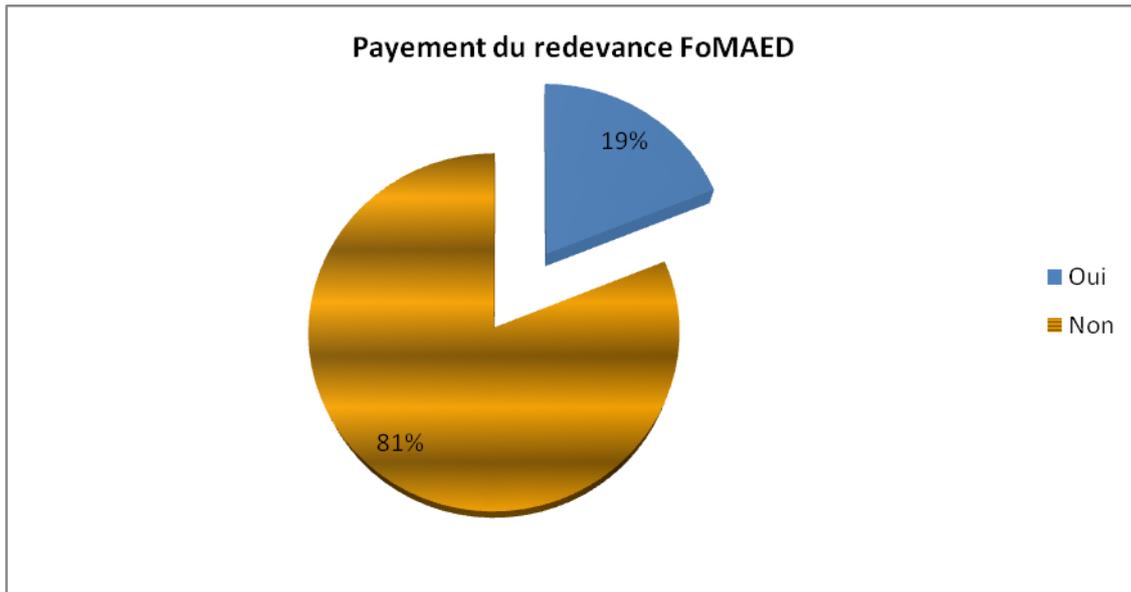


Figure 13 : La redevance FoMAED

Source : Enquêtes mémoire de fin d'études Babacar FAYE, Juillet 2009

12. Analyse agro économique des aménagements

12.1. Généralités

Dans ce paragraphe il est question de ressortir les pratiques culturelles afin de voir l'efficacité de ces pratiques sur l'utilisation de la ressource eau. Par ailleurs nous avons tenté d'identifier les différentes spéculations cultivées dans la zone tout en mettant en exergue le riz qui est la principale culture du delta du fleuve Sénégal. Ce choix n'est pas fortuit car le Delta est une zone très influencée par la mer de ce fait il est soumis à un état de salinité important. Ce qui nécessite un système de drainage notable. Le riz étant cultivé avec une lame d'eau permanente s'adapte mieux dans cette zone en plus les sols sont plus ou moins argileux.

Raison pour laquelle l'ensemble des producteurs du delta cultivent du riz par contre 27% cultivent de la tomate et 24.3% cultivent de l'oignon. La culture des céréales se limitent au maïs et représentent seulement 2.7%. Ce qui justifie la vocation rizicole de la zone.

Tableau 4 : Spéculation de la zone

Spéculations	Nb.cit.	Fréq.
Riz	37	100%
Tomate	10	27%
Arachide	3	8%
Oignon	9	24%
Mais	1	2.7%
Gombo	5	14%
Patate douce	1	3%
Autres	2	5.4%
Total OBS.	37	

Source : Enquêtes mémoire de fin d'études Babacar FAYE, Juillet 2009

12.2 La culture du riz

Le riz est une des principales cultures alimentaires dans le monde. Il est la base alimentaire de près de 40% de la population mondiale. Il est produit dans environ 110 pays, incluant à des degrés variables, tous les pays d'Afrique de l'Ouest.

Le plant de riz cultivé (*Oryza sativa L.*) appartient au groupe *Orizae* (sous famille *Pooidaea* dans la famille des graminées).

La hauteur de la plante est mesurée sur le brin maître (ou sur le talle le plus long) du niveau du sol jusqu'à la base de la particule. Le semis de la plupart des variétés photopériodiques dans des conditions de jours courts entraînera un tallage limité, des plantes plus courtes et une maturité précoce (Lacharme., 2001).

La culture du riz dans la VFS est réalisée en trois campagnes, une en hivernage et deux en saison sèche (contre saison froide et contre saison sèche). En contre saison chaude tous les producteurs utilise la variété Sahel 108 qui est une variété à cycle court et quelques rares utilisent de nouvelles variétés comme le Sahel 134 et le Néricar. Par contre en saison hivernale c'est le Sahel 201 et le Sahel 202 qui sont les plus utilisées avec une particularité du Sahel 201 soit environ 92% des producteurs.

Tableau 5 : Variété hivernale

Hivernage	Nb.cit.	Fréq.
Sahel 108	8	21.6%
Sahel 201	34	91.9%
Sahel 202	23	62.2%
IR 1529	7	18.9%
Autres	1	2.7%

Source : Enquêtes mémoire de fin d'études Babacar FAYE, Juillet 2009

Selon les objectifs de rendement qu'on se fixe, en maintenant sa culture dans de bonnes conditions agronomiques en particulier en ce qui concerne le cycle de culture le tableau 6 permet un choix adéquat.

Ce choix variétal se fera en fonction :

- ✓ du potentiel de rendement
- ✓ de la longueur de cycle en fonction de la date de semis
- ✓ des aptitudes techniques du producteur et de la qualité de son aménagement.
- ✓ de la valeur de la récolte.

Il convient de noter la meilleure tolérance à la salinité de Sahel 201 qui devra être préférée dans les zones à salinité marquée.

Tableau 6 : Choix des variétés à cultiver

Variétés	Cycle	Rendement potentiel	Poids de 1000 grains (en g)	Rendement usinage (essais Rosso)	Qualité du riz usiné.
Sahel 108	110 à 115j (court)	10T	19-21g	65,8%	Riz mince et long, très bonne qualité de riz
IR 1529	120 à 130j (moyen)	7 à 9 T	22g	62%	Excellente qualité, comparable à TIR28.
Sahel 201	121 à 140j (moyen)	7 à 11 T	23g	62,5%	Riz mince et long, très bonne qualité.
Sahel 202	117 à 140j (moyen)	7 à 11 T	22g	63,6%	Riz mince et extra long, excellente qualité de riz.

Source : Marc Lacharme 2001, Mémento Technique de Riziculture : La mise en place des cultures variétés, dates de semis, mode de semis

La production de semence révèle des insuffisances énorme chez les PIV et les PIP 51.4% des producteurs produisent eux même leurs semences et 70.3% d'entre eux achètent au niveau des opérateurs économiques. Le constat est que ceux qui produisent eux même leurs semences font seulement un tri de grains de riz dans leur récolte par contre ceux dont on appelle les producteurs de semences pour la plupart n'ont pas d'agrément ce qui entraine des pirateries de semences. Cela constitue un handicap pour les vrais producteurs qui ont du mal à écouler leurs produits.

Des conséquences sévissent au niveau des quantités de semences utilisées par hectare c'est-à-dire pour contourner l'effet des mauvaises semences les producteurs utilisent des quantités de semences qui dépassent les normes de la SAED (120kg/ha).

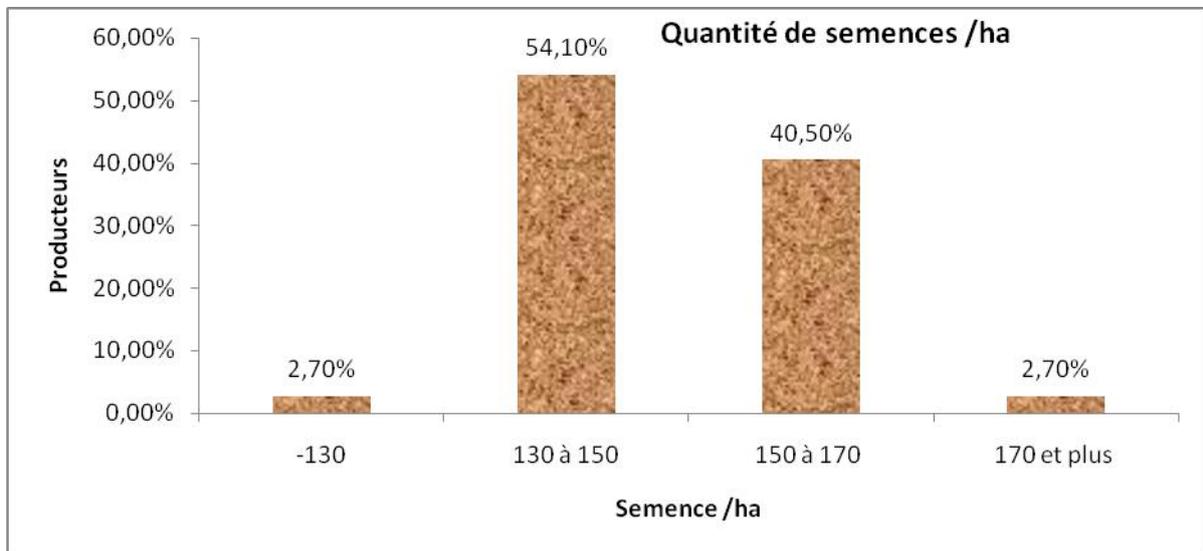


Figure 14 : Quantité de semences par hectare

Source : Enquêtes mémoire de fin d'études Babacar FAYE, Juillet 2009

Les rendements maxi tournent autour de 8 à 9 tonnes à l'hectare soit un taux de 43.2% selon le degré de technicité mais surtout du respect des doses de fertilisants avec des minima de 5tonnes à l'hectare et des maxima de 10tonnes à l'hectare.

D'une manière générale tous les producteurs utilisent des fertilisants. Les doses d'applications sont très variables et fonctions de moyens et de la disponibilité sur le marché. Les fertilisants utilisés sont consignés dans le tableau 7. Ce sont les valeurs moyennes qui ont été utilisées.

Tableau 7 : Doses moyennes des fertilisants

Fertilisants	Nb.cit.	Fréq.	Doses
Urée en kg/ha	37	100%	300
NKP (DAP 18-46-0) en kg/ha	35	94.6%	100
Propanyl en l/ha	36	97.3%	5 à 8
Weedone en l/ha	36	97.3%	1 à 2
Londax en ha/100g	32	86.5%	1.5
Total OBS.	37		

Source : Enquêtes mémoire de fin d'études Babacar FAYE, Juillet 2009

En ce qui concerne la dose de NPK à appliqué à l'hectare elle est en moyenne de 100kg /ha mais aussi elle dépend de l'objectif qu'on s'est fixé pour le rendement (Lacharme., 2001).

12.3. Contraintes et opportunités agro économique

Elles sont représentées dans le tableau ci-après.

Tableau 8 : contraintes et opportunités agro économiques

Opportunités	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> • Les aménagements suscitent des créations création d’emplois, nous notons la présence importante de saisonniers, • L’immigration des jeunes est réduite ou elle est presque inexistante, • Ils constituent une activité génératrice de revenus pour les producteurs surtout pour les femmes, • Ils assurent les besoins vitaux de la famille, • Ils permettent de lutter contre la pauvreté et constituent un levier pour l’autosuffisance alimentaire, • Ils permettent développement des filières en particulier celle du riz, • Ils constituent une rentabilité économique et financière 	<ul style="list-style-type: none"> • Les aménagements sont faits de manière sommaire, • Le système de drainage est presque inexistant causant en période de maturation du riz des drainages anarchiques, • Les semences ne sont pas certifiées en grande partie d’où l’intensification de semences pirates, • Le coût des aménagements est élevé car ils ne sont pas subventionnés de même que les intrants, • La disponibilité de financement est faible, • Les intrants ainsi que sur le matériel agricole ne sont pas exonérés, • L’approvisionnement des intrants accuse parfois du retard diminuant ainsi la productivité et la production, • Les superficies emblavées sont insuffisantes, • La commercialisation est irrégulière ce qui entraine une soumission des producteurs aux lois des commerçants, • Il n y a presque pas de pistes d’accès pour les engins de travail, et pour cause, on note des retards sur le moissonnage et le battage du riz entraînant des pertes de production, • Les parcelles sont mal planées et ceci entraine des pertes d’eau, • Il n y a pas de lois régissant la divagation des animaux du coup les producteurs et les éleveurs sont en perpétuel dispute, • Les magasins de stockage sont insuffisantes voir inexistantes, • La maintenance des adducteurs et des émissaires est insuffisante, ce qui diminue la vitesse d’écoulement de l’eau

13. Analyse financière

13. 1. Le mode de financement

Ici le nombre de citations est supérieur au nombre d'observations du fait de réponse multiples cela signifie qu'un producteur peut s'autofinancer en même temps avoir un autre financement ailleurs (mutuelles, CNCAS...).

L'analyse de la figure 15 montre que le financement des PIP et des PIV est généralement personnel soit un taux de 83%, les mutuelles financent 29.7%, alors que seul 10.8% continuent à bénéficier du financement de la CNCAS. Il y a 46% des producteurs qui cherchent le financement au niveau de personnes ressources comme les opérateurs économiques.

Cette faiblesse de financement par le CNCAS est due d'une part aux non remboursements de crédit et d'autre part ce remboursement se fait par espèce avec un temps qui est jugé court selon certains producteurs.

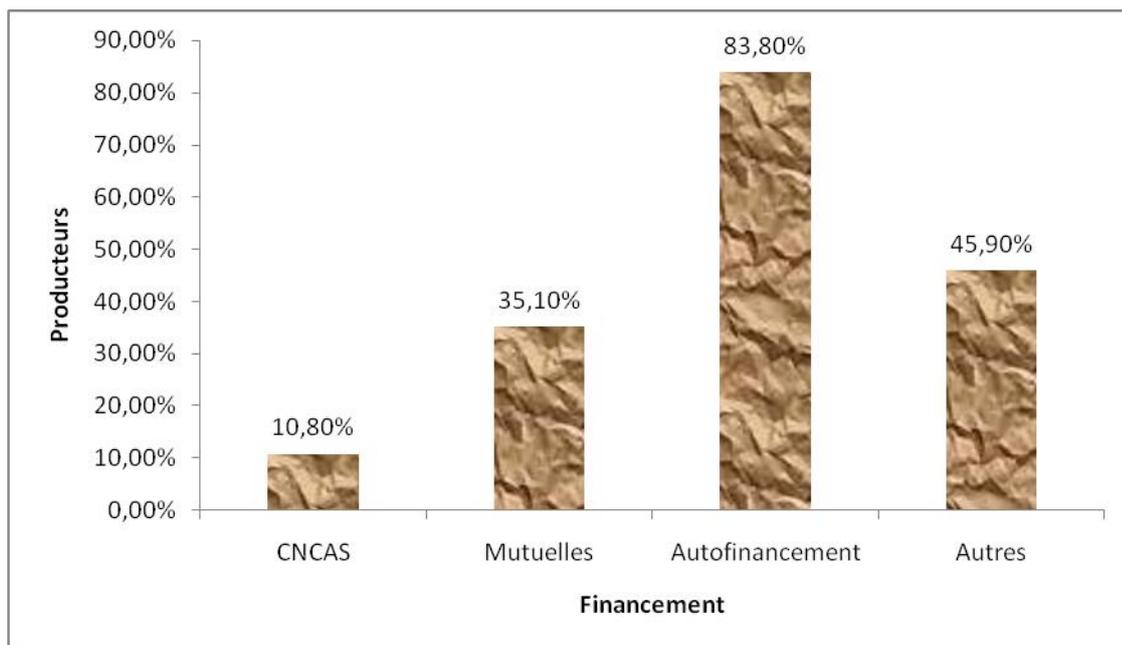


Figure 15 : Financement des producteurs

Source : Enquêtes mémoire de fin d'études Babacar FAYE, Juillet 2009

13.2. Les comptes de fonctionnement

L'étude fait l'objet de deux comptes.

- ✓ Un compte courant dont dispose tous les producteurs. Il sert à financer l'ensemble des activités menées durant la campagne.
- ✓ Un compte bloqué dont seul 20% des producteurs en disposent. Son objectif est de pallier les imprévus pouvant causer des dommages à l'aménagement.

Une situation qui s'explique par le fait que la plupart de ces producteurs s'autofinancent ou sont financés par des opérateurs économiques dont le mode de recouvrement des redevances se fait par nature (56.8%) contre 32.4% par espèce. Notons que 27% ne paye pas de redevance car ne disposant pas de financement ou ayant un autofinancement.

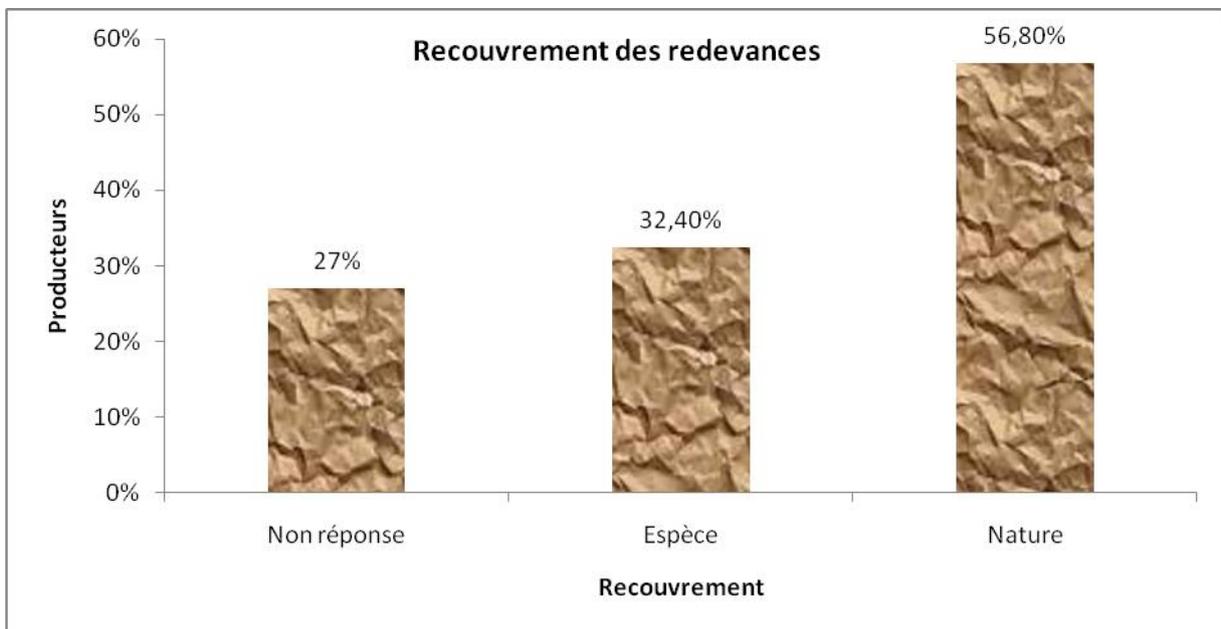


Figure 16 : Recouvrement des redevances

Source : Enquêtes mémoire de fin d'études Babacar FAYE, Juillet 2009

14. Caractérisation des GMP

Cette caractérisation consiste à déterminer les types de GMP utilisés dans la VFS en particulier le Delta central, et les débits afin de déterminer les temps de pompage et par conséquent l'estimation des quantités d'eau pompées par campagne.

14.1. Type de GMP

Ils au nombre de six dont les plus nombreux sont respectivement les Kirloskar et les VM. Les débits les plus importants sont fournis par les VM, les DEUTZ et les HATZ pouvant aller jusqu'à 780m³/h. Dans son programme d'atteindre l'autosuffisance en riz le gouvernement du Sénégal en partenariat avec le gouvernement de l'Inde a doté les producteurs de la VFS sous

la supervision de la SAED d'un certain nombre de matériels agricoles dont on peut citer les GMP de type Kirloskar. Ces GMP dont les plus grand peuvent débiter jusqu'à 400m³/h et la consommation en Gasoil est plus élevée que tous les autres GMP.

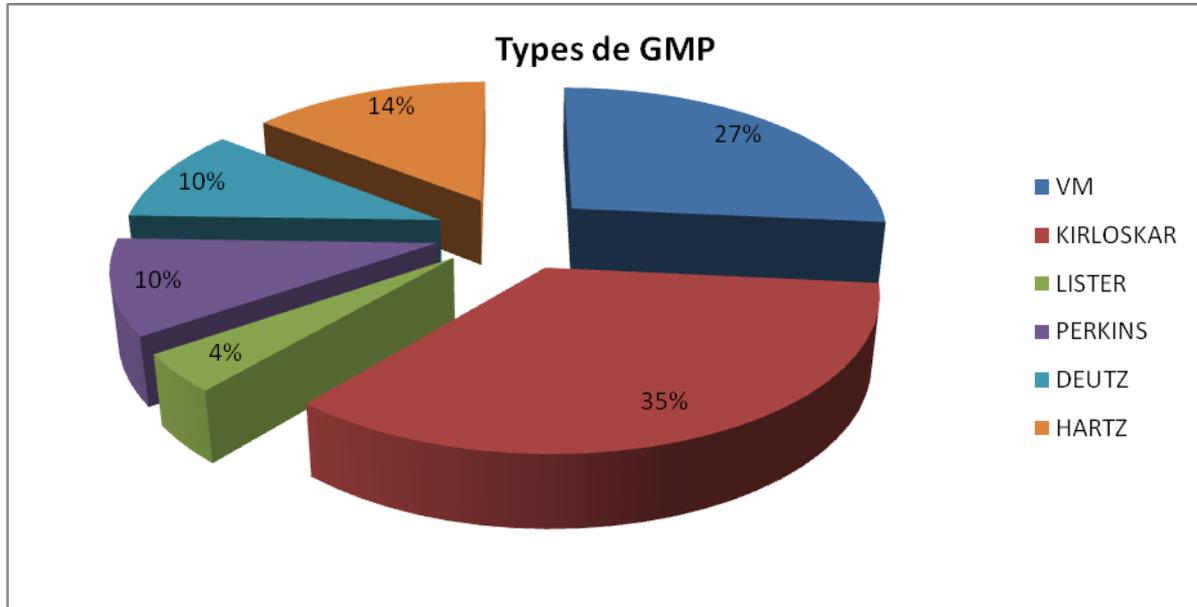


Figure 17 : Types de GMP

Source : Enquêtes mémoire de fin d'études Babacar FAYE, Juillet 2009

14.2. Amortissement GMP

Il constitue ce qui est communément appelé coût hydraulique d'exploitation. Ce coût est composé du salaire du pompiste et de l'amortissement du GMP proprement dit. Il s'élève à 30 000 FCFA/ha dont les 5000 FCFA constituent le salaire du pompiste.

14.3. Redevance eau

Elle est estimée en fonction du nombre de litre de Gasoil consommé par hectare en raison de 500FCFA le litre. Elle est en moyenne de 140 à 160 litres en contre saison et de 100 à 120 litres en hivernage. De ce fait on en déduit que cette redevance est fonction d'un certain nombre de paramètres à savoir :

- ✓ Le type de GMP et son état ;
- ✓ La qualité de l'aménagement ;
- ✓ Le mode de gestion de l'eau ;
- ✓ Etat des canaux et des drains.

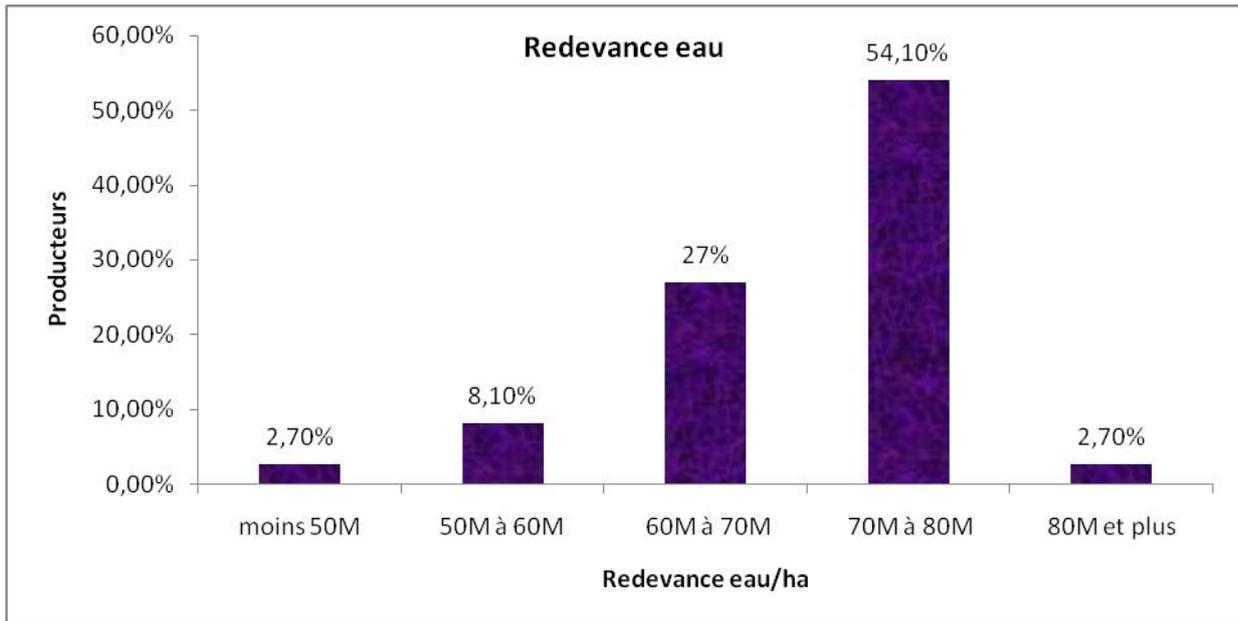


Figure 18 : Redevance eau par hectare

Source : Enquêtes mémoire de fin d'études Babacar FAYE, Juillet 2009

14.4. Estimation de la demande en eau

Elle permet de connaître la demande en eau des aménagements pour le dimensionnement. Elle se fera en fonction de la consommation moyenne d'énergie des GMP. Ceci se justifie par le fait qu'il n'existe pas de fiches de pompage permettant de faire un suivi du nombre d'heures pompées par GMP mais aussi les superficies aménagées varient d'une année à l'autre. D'emblée la question était de savoir quel type de GMP consommé plus de Gasoil et prendre le maximum d'heures de pompage de ce GMP pour avoir la quantité d'eau pompée minimale par hectare. De ce fait avec 8 à 9 heures de pompage, les Kirloskar consommés 40 litres de Gasoil en moyenne. En prenant une moyenne de 9 heures de pompage pour une consommation de 40 litres, nous établissons la formule ci-après pour la détermination du nombre d'heures de pompage par hectare.

$H = A \times B$ avec H = nombre d'heures de pompage à l'hectare

A = nombre de litres consommés à l'hectare et

B = nombre d'heures de pompage pour une consommation de 40 litres de Gasoil

L'analyse de la figure 19 montre que les temps de fonctionnement des pompes sont généralement de 32 heures par hectare soit un pourcentage de 40%. En prenant en moyenne un débit de pompage par GMP de 400 m³/h (GMP de référence) et connaissant la superficie totale mise en valeur nous déterminerons les quantités d'eau pompées pendant la campagne. De ce fait nous pouvons estimer les quantités d'eau pompées pendant la contre saison chaude à près 114 millions de m³.

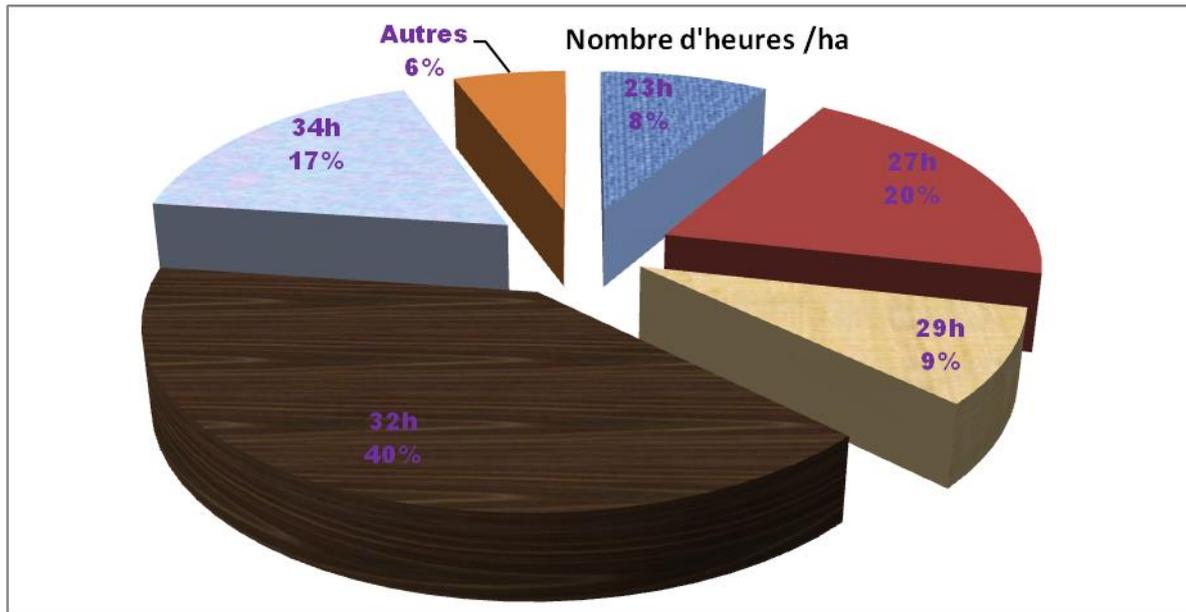


Figure 19 : Heures de pompage par hectare pour un GMP de 400m³/h

Source : Enquêtes mémoire de fin d'études Babacar FAYE, Juillet 2009

Cette figure montre que les besoins en eau de la culture du riz varient entre 9200 à 13 600 m³/ha. Si nous comparons ces valeurs avec les valeurs de références de la SAED, nous en déduisons une sous estimation des besoins des cultures.

Valeurs de références :

- Pour la riziculture, les valeurs prises comme référence sont comprises entre 16 000 m³/ha et 18 000 m³/ha pour toutes les campagnes (SAED/DAIH/DHGE.,2006).
- Pour la polyculture les références sont comprises entre 8000 m³/ha et 9000 m³/ha.

15. Proposition de Gestion Intégrée des Ressources en Eau

15.1. Disponibilité en eau de l'axe Gorom Lampsar

L'axe Gorom Lampsar est long de 95 km. Il va de Ronkh à Saint Louis. Sa partie aval est limitée par la réserve de Bango circonscrite par la route nationale, la route de Diama et la digue de Bango.

Cet axe alimente en eau une majeure partie des superficies mises en culture dans la délégation de Dagana et particulièrement dans les secteurs du Moyen et du Bas Delta.

Le Gorom amont qui va de Ronkh à Boundoum Barrage alimente un potentiel agricole d'environ 4000 ha, le Lampsar qui va de Boundoum à Saint Louis, un potentiel d'environ 10000 ha et le Kassack 4000ha. Le Gorom aval qui part de Boundoum au parc de Dioudj domine quelques 3000 ha

L'axe Gorom Lampsar est alimenté en tête par un ouvrage mixte composé d'un système gravitaire de $20\text{m}^3/\text{s}$ et d'une station de pompage de $8.6\text{m}^3/\text{s}$ soit un débit fictif continu de $28.6\text{m}^3/\text{s}$. Le système gravitaire est utilisé selon les conditions amont (niveau d'eau assez suffisant dans le fleuve) et aval (bon écoulement hydraulique dans l'axe c'est à dire des passages d'eau continus sans obstacles majeurs). La station de pompage de Ronkh est mise en fonction à chaque fois que le système gravitaire ne permet plus une alimentation en eau suffisante (DAIH., 2009).

Aujourd'hui le constat est que le débit délivré par le système gravitaire ne dépasse guère $18\text{m}^3/\text{s}$. En plus de cette situation, les superficies emblavées augmentent de plus en plus du fait de nombreux GMP offerts par l'Etat dans le cadre du programme d'autosuffisance en riz à l'horizon 2012. L'axe est aussi confronté à un problème d'enherbement dû aux végétaux aquatiques principalement le *typha australis* dont la présence empêche l'écoulement normal de l'eau.

15.2. Suivi des prélèvements

L'exploitation des données des thalimèdes de Ronkh et des échelles limnimétriques du Pont Diambar de Boundoum et de Ross Béthio ont permis le suivi du plan d'eau.

De janvier à juin 2009 le plan d'eau à Ronkh est pratiquement constante à la différence de Ross Béthio où le niveau d'eau est passé de 1.43 m à -0,02m et de manière progressive. Une situation qui peut s'expliquer les nombreux prélèvements en amont de Ross Béthio.

Aussi bien qu'à Boundoum qu'au pont Diamar la variation du niveau d'eau est faible avec une légère baisse d'environ 15cm au plus.

Le débit mesuré en avril 2009 à Ronkh est de 13,5 m³/s largement inférieur au débit mesuré pendant la même période en 2008 qui est de 22,99 m³/s. Ces débits sont obtenus en couplant la passe gravitaire avec la station de pompage. En tous cas ces deux débits sont inférieurs au débit initial qui est de 28,6 m³/s. La faiblesse des vitesses d'écoulements (0,19m/s en 2009 contre 0,33m/s en 2008 et ceci pour la même section de contrôle) occasionnées par les bouchons justifie cette situation.

Il faut noter aussi l'alimentation du Kassack par le Lampsar à partir du Pont Demba d'un débit de 3 m³/s réduisant ainsi les débits au niveau de Ross-Béthio.

Face à cette situation il est à prendre en compte la prolifération des végétaux aquatiques réduisant fortement les écoulements le long de l'axe d'où la nécessité d'effectuer une maintenance régulière. Mais une prise en conscience de l'ensemble des acteurs intervenant au niveau de l'axe doit se faire pour une meilleure gestion de l'eau. Nous constatons avec le phénomène d'extension des superficies surtout au niveau des PIP utilisant des GMP de gros débits, l'axe est la menacé d'une surexploitation. Du coup des mesures de préventives doivent d'être prises.

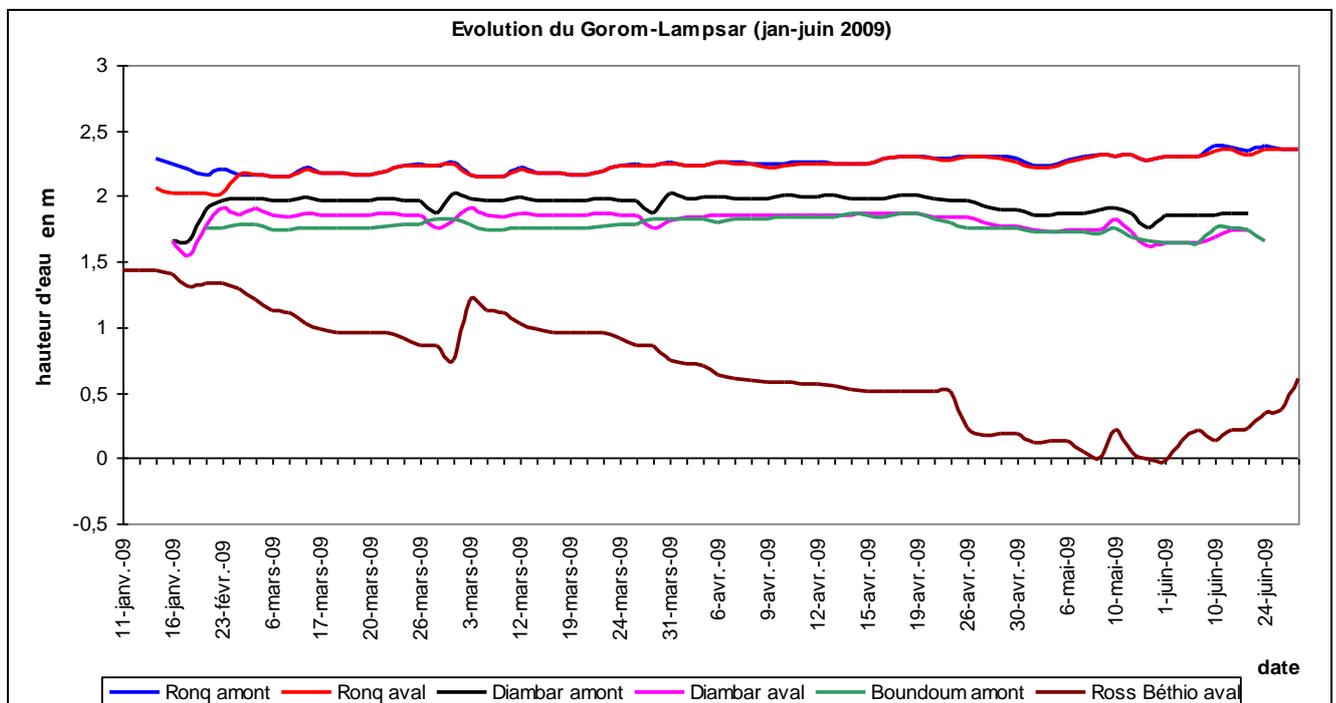


Figure 20 : Suivi plan d'eau du Gorom Lampsar

Source : DAIH 2009

15.3. Gestion de l'eau

15.3.1. Généralités

La gestion de l'eau consiste à assurer la meilleure adéquation possible entre ressources disponibles et demandes en eau. Pour cela, il faut mesurer, partager, contrôler la ressource.

Au niveau du Delta, La gestion de l'eau au niveau des périmètres consiste à faire le bilan des prélèvements au niveau des aménagements. Il a pour objet de comparer les prélèvements des stations aux normes recommandées en irrigation et d'analyser les coûts réels de l'irrigation et leur répartition durant ces campagnes.

La SAED dispose d'un logiciel EXPO (Exploitation des stations de Pompage) qui lui permet de déterminer les volumes d'eau prélevés. Pour ce faire des fiches de pompage sont remplies quotidiennement par les opérateurs des stations de pompage. Ces fiches renseignent entre autre sur le niveau de l'eau sur les échelles amont et aval des stations, le relevé des compteurs horaires des pompes au démarrage et à l'arrêt.

Au niveau de l'axe, la gestion de l'eau est gérée exclusivement par SAED, SDE, Service Régionale de l'hydraulique, PNOD. Ce dispositif de gestion du système hydraulique doit associer davantage les organisations paysannes.

Pour ce qui est de la gestion concertée entre les acteurs, les consultations entre la SAED et le service régional de l'hydraulique sont régulières et s'il s'agit de manœuvres touchant à la réserve de Saint Louis la SDE est informée. Cependant cette gestion doit se faire suivant un calendrier global bien défini qui prendra en compte toutes les préoccupations des acteurs et usagers.

15.3.2. Cas des PIV et des PIP

Elle connaît une réelle difficulté car il n'y a pas de statuts ni de règles régissant le mode de prélèvement de l'eau. En plus la quantification de ces prélèvements est quasi impossible car il n'y a pas de fiches de pompage pour les GMP et les superficies augmentent de manière exponentielle.

Mais avec les problèmes survenu cette pendant la contre saison sèche 2009 un comité de suivi a été mise en place pour une meilleure prise en conscience de la situation. Il est chargé de superviser le déroulement des opérations à savoir le respect des tours d'eau mais aussi d'évaluer les impacts des mesures prise pendant ces discussions. Ce comité est composé de producteurs, de la SAED des CR de l'Administration et de la Gendarmerie. Ce qui a permis d'améliorer le rehaussement du niveau de l'eau permettant de sauver tant bien que mal

quelques périmètres. Il est à déplorer l'absence de femmes dans ce comité. Un critère à prendre en compte dans la gestion intégrée des ressources en eau.

Les eaux de drainage sont répandues partout au niveau des aménagements faute d'avoir des systèmes de drainages réglementés. Une situation qui sur le plan environnemental est à blâmer. Des pertes de terres sont notées à causes de ces eaux de drainage qui contiennent des quantités non négligeables de fertilisants.

Tableau 9: Atouts et contraintes de l'axe hydraulique Gorom-Lampsar

Atouts	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilité de la ressource en eau tout au long de l'axe ; • Permet l'irrigation de plus de 20 000ha pour une meilleure gestion de l'eau ; • Réseau hydrographique existant ; • Réseau d'adduction d'eau potable (Réserve de Bango, Station d'AEP de Ronkh) ; • Aisance d'installation de GMP. 	<ul style="list-style-type: none"> • Réseau d'adducteurs en mauvais état ; • Nécessité du pompage pour la mobilisation de la ressource au niveau secondaire ; • Nécessité de curage et de faucardage régulier pour la stabilisation du niveau de l'eau; • Réseau menacé à cause de l'envahissement des végétaux aquatiques (<i>typha australis</i>, <i>phragmites australis</i>) ; • Difficultés d'estimer les quantités d'eau prélevées ; • La maintenance nécessite de engins mécaniques.

Conclusion et recommandations

L'objet de notre étude a été une contribution à l'optimisation de la gestion de l'eau sur l'axe Gorom Lampsar qui est confronté aujourd'hui à une baisse considérable du niveau d'eau due au nombre de prélèvements qui est supérieur à la capacité de l'axe. L'exploitation des données recueillies lors des enquêtes et des entretiens sur le terrain respectivement auprès des producteurs et des responsables, ainsi que la documentation relative au sujet ont permis de dégager un certain nombre de résultats.

Dès à présent, la gestion de l'eau dans les PIV et PIP connaît un réel problème. Elle est sous la direction de la DAGE dont ses actions sont surtout centrées au niveau des grands aménagements publics ce qui constitue un handicap majeur dans cette gestion.

L'étude a montré que le problème de la gestion de l'eau n'est pas dû à un gaspillage d'eau par une sur-estimation des besoins en eau mais plutôt à une sur-exploitation de l'axe qui n'arrive pas à satisfaire la demande en eau.

La capacité maximale de l'axe est de 28,6 m³/s, système gravitaire et station de pompage confondus correspondant à un volume de 218 millions de mètres cube d'eau pour un cycle court de 90 jours du riz.

Pour cette campagne les PIV et PIP ont consommé un volume d'eau de 114 millions de mètres cube seulement pour le riz et le Delta central, qui représentent 53% de la capacité totale de l'axe. A ceci il faut ajouter les prélèvements des stations de pompage le long de l'axe et la consommation des autres cultures.

Cette situation montre une nette disproportion entre la disponibilité en eau et la demande si on sait que l'axe Gorom-Lampsar est composé du Bas delta, du Delta central et le Haut delta bien que le Delta central utilise environ 60% de l'eau.

Sur le plan de la conduite des cultures, la maîtrise des itinéraires techniques ainsi que le calage du calendrier cultural sont généralement bien respectés ce qui donne des résultats escomptés avec des rendements moyens de 8 à 9 tonnes / hectare en dessus des prévisions de la SAED qui sont de 7 tonnes à l'hectare en moyenne.

Au plan financier des efforts énormes restent à faire surtout pour le financement. Il doit être fait en coordination avec les structures qui gèrent l'eau au niveau de l'axe pour que le paiement des redevances soit effectif.

Une gestion concertée et une meilleure prise en charge des questions relatives à l'environnement sont nécessaires pour la préservation de la nature car le constat est que des terres sont perdues à cause du drainage illicite augmentant la salinité de celles-ci.

La représentativité des femmes est effective avec 33% pourcentage au niveau des bureaux, une situation qui s'explique d'une part par leur volonté et d'autre part pour l'obtention de financement au niveau des banques qui exigent la présence des femmes dans les GIE.

De toute évidence, l'étude révèle pour une pérennisation de la ressource en eau de l'axe Gorom-Lampsar nécessite l'intégration (ou une prise en conscience) de l'ensemble des usagers de l'eau et les autorités locales et même régionales afin d'atteindre l'objectif d'optimisation de la gestion intégrée de la ressource en eau.

A cet effet, au regard d'autant d'analyses, les recommandations suivantes sont formulées :

- ④ Mettre en place un statut juridique pour réglementer l'installation des GMP au niveau de l'axe Gorom Lampsar, les identifier pour quantifier de manière plus fiable les volumes d'eaux prélevés.
- ④ Amélioration de la gestion de l'eau au niveau des PIV et PIP sur l'axe Gorom-Lampsar en :
 - Mettant en place des règlements régissant le prélèvement d'eau en concertation avec les exploitants mais aussi avec l'ensemble des organisations intervenant dans la vallée du fleuve Sénégal,
 - Limitation des superficies emblavées par groupement ce qui permettrait un contrôle facile de celles-ci,
 - Création d'un comité de suivi du tour d'eau composé de membres de la SAED notamment les conseillers agricole en collaboration avec la DAGE, les représentants des villages ainsi que les services publics,
- ④ Mettre en place un système d'automatisation (installation de vannes automatiques, suivi limnimétriques...) pour avoir les informations en temps réel en cas de baisse de niveau d'eau, des risques d'inondations ainsi que des pénuries,
- ④ Mettre en place des carnets de pompage à la disposition des GMP, pour estimer les nombre d'heures de pompage,
- ④ Curage et faucardage réguliers des canaux et des drains pour stabiliser la vitesse de l'écoulement de l'eau mais surtout lutter contre les végétaux aquatiques. Il permet de lutter contre les inondations qui occasionnent aussi bien des pertes d'eau mais des pertes de superficie à emblaver,
- ④ Renforcement des actions des maintenances par une signature de «convention d'assistance » entre la SAED et une entreprise qualifiée dans le domaine de la

maintenance des ouvrages hydrauliques pour assurer un contrôle systématique des installations.

Ce contrat qui liera la SAED à la dite entreprise sera comme une garantie qui permettra d'assurer la pérennisation des performances techniques des ouvrages pour une durée indéterminée et renouvelable de manière tacite chaque année.

- ④ Installations abreuvoirs avec des pistes d'accès où les animaux passeront sans piétiner les digues et diguettes pour minimiser les conflits entre agriculteurs et éleveurs.

Références bibliographiques

Anonyme (1999), Rapport final : Etude du modèle hydraulique et des adducteurs dans le cadre de l'étude de faisabilité du réseau d'adducteurs du delta de la rive gauche du fleuve Sénégal 201p.

Anonyme (2000), Partenariat mondial pour l'eau : Comité technique consultatif (TAC) 80p.

Anonyme (2005) PLANS DE GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU : Manuel de Formation et Guide Opérationnel 83p.

Anonyme (2006), Etudes APS, APD et DCE des investissements prioritaires pour la sécurisation de 2500 ha d'irrigation privée dans le delta du fleuve Sénégal : Rapport de Phase I : Analyse de la demande-Rapport principal **115p.**

Anonyme (2008), RECUEIL DES STATISTIQUES DE LA VALLEE DU FLEUVE SENEGAL – EDITION 2005/2006 - SAED

315p.

Anonyme (2009), Rapport de mission DRDR sur les problèmes d'irrigation dans la vallée 4p.

CABO L.J.E. (2008), Impacts des végétaux aquatiques envahissants sur l'écoulement de l'axe hydraulique du Gorom lampsar (Delta du Fleuve Sénégal). Mémoire de DEA UGB (section de géographie) 78p.

Cissé B. (2007), Le grand projet d'émissaire de drainage des périmètres irrigués du delta du fleuve Sénégal, 10p.

COGELS F. X. (1994), La qualité des eaux de surface dans le delta du fleuve Sénégal et le lac de Guiers, ORSTOM, 48

DAIH. (2009), Rapport d'activités 1^{er} Semestre **43p.**

DAIH. (2009), Note sur la gestion du Gorom Lampsar contre saison chaude 2009 ; 10p.

DAPS. (2004) Loi d'Orientation Agro-Sylvo-Pastorale ; 42p. Diop L., 2006. Contribution à l'amélioration de la gestion du système hydraulique Gorom-Lampsar; Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur Agronome en Génie Rural (ENSA) 110 p.

Fall S (2006), La problématique de la gestion de l'eau à l'échelle des périmètres irrigués du Delta du fleuve Sénégal : Le bilan d'utilisation de l'eau et les coûts de l'irrigation dans les périmètres irrigués autour de l'axe hydraulique du Lampsar ; Mémoire de Maîtrise, UGB. 97p.

Gassama M. (2007), Cours de gestion des périmètres irrigués **52p.**

Lacharme M. (2001), Mémento Technique de Riziculture : Données morphologiques et cycles de la plante 22p.

- Lacharme M. (2001)**, Mémento Technique de Riziculture : La mise en place des cultures, variétés, dates de semis, mode de semis (semis direct et pépinière-repiquage) ; 28p.
- Lacharme M. (2001)**, Mémento Technique de Riziculture : La fertilisation minérale du riz ; 19p.
- Loi n°2004-16 du 4 juin 2004**, portant loi d'orientation agro-sylvo-pastorale publiée au Journal Officiel de la République de Sénégal JO n°6176 du samedi 4 août 2004
- SOGED. (2005)**, Étude de tarification des prélèvements d'eau du fleuve Sénégal Rapport de phase 2 (édition pré-définitive) 109p.
- Mermoud A. (2006)**, Notions fondamentales d'irrigation « cours Aménagements et équipements du territoire » Ecole Polytechnique et Fédérale de Lausanne ; 48p.
- SAED/DAIH/DHGE. (2008)**, Bilan de prélèvements d'eau et d'énergie, Délégation de Dagana Campagnes SSF, SSC et HIV 2005 Rapport provisoire 22p.

