



**RESEAU INTERNATIONAL  
DES ORGANISMES DE BASSIN**



**8ème ASSEMBLEE GENERALE MONDIALE  
DU RESEAU INTERNATIONAL DES ORGANISMES DE BASSIN  
DAKAR (SENEGAL) – HOTEL MERIDIEN - PRESIDENT**

**DU 20 AU 23 JANVIER 2010**

**« S'adapter aux conséquences du changement  
climatique dans les bassins : des outils pour agir. »**



**Mamadou Lamine MBAYE<sup>1</sup>, Harouna KARAMBIRI<sup>2</sup>, Gora NDIAYE<sup>3</sup>**

**1 : Laboratoire de Physique de l'Atmosphère et de l'Océan (ESP-Dakar)**

**2 : Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2IE-Ouagadougou)**

**3 : Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau (Sénégal)**

**Contact: [mamadoulaminembaye@gmail.com](mailto:mamadoulaminembaye@gmail.com)**

***« Le voyage d'une goutte d'eau qui s'exhale de l'Océan et après avoir tout animé sur son passage, revient à l'Océan et recommence à décrire sans cesse un cercle bienfaisant »***

***Tissandier (L'eau, Hachette, 1869)***

## REMERCIEMENTS

Au nom d'Allah, Le Tout Miséricordieux, Le Très Miséricordieux

Je commence par remercier Dieu qui, par une Grâce, les bonnes œuvres sont accomplies.

Je remercie vivement Madame Anta Seck, Directrice de la Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau (DGPRE) du Sénégal où ce travail a été réalisé.

Je remercie profondément Messieurs Gora NDIAYE (DGPRE) et Harouna KARAMBIRI (2IE) qui ont supervisé ce travail.

Je remercie aussi les organisateurs de cette 8<sup>ème</sup> assemblée générale mondiale du Réseau International des Organismes de Bassin (RIOB) de m'avoir invité à cette assemblée.

Un grand merci à tous les chercheurs du Laboratoire de Physique de l'Atmosphère et de l'Océan-Sénon Fongang de l'Ecole Supérieure Polytechnique de Dakar.

## RESUME

Au Sénégal, les problèmes liés aux ressources en eau, en se renforçant mutuellement, aboutissent à des situations préjudiciables au développement socio-économique, à l'environnement, tels que les pénuries d'eau, les maladies hydriques, la pollution, les inondations, etc. C'est à ce titre que le Sénégal, a assez tôt, fait de la maîtrise de l'eau une sur-priorité et l'inscrive en très bonne place parmi les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), contre la pauvreté. Ce travail s'inscrit dans les préoccupations de la Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau (DGPRE) et a pour principal objectif la gestion intégrée de la réserve d'eau de Bango. L'approche méthodologique s'est basée principalement sur une revue bibliographique, des entretiens et collectes de données sur le terrain.

L'étude a montré que la réserve d'eau de Bango, située dans le bas estuaire du fleuve Sénégal, à moins d'une dizaine de kilomètres de la sortie nord-est de la ville de Saint Louis, est confrontée à diverses utilisations non contrôlées de l'eau, à de faibles apports d'eau, à l'intrusion d'eau salée, à l'envahissement des végétaux aquatiques qui influent sur sa disponibilité et la vétusté des ouvrages, des points de vue de la quantité, de la qualité et du temps des divers besoins économiques, sociaux et écologiques. Le diagnostic du mode de gestion et des différents acteurs impliqués, ont révélé une tendance sectorielle de la gestion et une absence de concertation permanente entre les usagers et entre gestionnaires et usagers.

Ainsi, il est proposé un cadre de gestion intégrée de la réserve qui apportera des solutions aux problèmes identifiés, tout en visant une gestion rationnelle de la demande en eau qui permettra d'accroître durablement l'efficacité technique, sociale, économique, institutionnelle et environnementale dans la gestion de l'eau, et donc à optimiser son utilisation, à réduire les pertes physiques et économiques, à améliorer l'efficacité des services et usages, et à faciliter l'accès à l'eau des plus pauvres.

**Mots clefs :** Réserve de Bango, gestion intégrée, ressource en eau, Sénégal, cadre de gestion.

## ABSTRACT

In Senegal, the problems related to water resources carry away detrimental situations to the socio-economic development, to the environment, such as water shortages, water-borne diseases, pollution, floods, etc. It is for this reason that Senegal has soon worked to make the water control on-one priority and include it very prominently among the Millennium Development Goals against poverty. This work is part of the DGPRES concerns and its main objective is the integrated management of water supply of Bango.

The methodological approach was based mainly on a literature review, interviews and collection of field data and also via Internet.

The study showed that the water supply of Bango, located in the lower estuary of the Senegal River, less than ten kilometers from the north-east of the city of St. Louis, is confronted to various uses uncontrolled of water, to salt water intrusion, to the invasion of aquatic plants that affect the availability of water about quantity and quality and time of various economic, social and ecological. The diagnosis of the management method and the various actors implicated, showed a trend of sector management and a lack of coordination between users and between users and managers.

Thus, it is proposed a framework for integrated management of the reserve which provides solutions to problems identified, aims at a rational management of water demand that will permanently increase the technical efficiency, social, economic, institutional and environmental in water management and thus optimize its use, reduce the physical and economic losses, improve efficiency of services and uses, and to facilitate access to water for the poor.

**Keywords:** Water supply of Bango, integrated management, water resources, Senegal, management framework.

## **LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS**

**ADCP** : **A**coustic **D**oppler **C**urrent **P**rofiler

**AEP**: **A**limentation en **E**au **P**otable

**AFD** : **A**gence **F**rançaise de **D**éveloppement

**BAD** : **B**anque **A**fricaine de **D**éveloppement

**CFA**: **C**ommunauté **F**inancière d’**A**frique

**CPE**: **C**omité **P**ermanent des **E**aux

**CSE**: **C**entre de **S**uivi **E**cologique

**DEEC** : **D**irection de l’**E**nvironnement et des **E**tablissements **C**lassés

**DGPRE**: **D**irection de la **G**estion et de la **P**lanification des **R**essources en **E**au

**DIREL** : **D**irection de l’**E**levage

**DMN**: **D**irection de la **M**étéorologie **N**ationale

**DPSP** : **D**irection de la **P**rotection et de la **S**urveillance de la **P**êche

**DRDR**: **D**irection **R**égionale du **D**éveloppement **R**ural

**DRH**: **D**ivision **R**égionale de l’**H**ydraulique

**FAE** : **F**acilité **A**fricaine de l’**E**au

**FAO**: **F**ood and **A**griculture **O**rganization

**FIT**: **F**ront **I**ntertropical

**GDS**: **G**rands **D**omains du **S**énégal

**GIE** : **G**roupement d’**I**ntérêt **E**conomique

**GIRE**: **G**estion **I**ntégrée des **R**essources en **E**au

**GOANA**: **G**rande **O**ffensive **A**gricole pour la **N**ourriture et l’**A**bondance

**GPS** : **G**lobal **P**osition **S**ystem

**GWP**: **G**lobal **W**ater **P**artnership

**IGN**: **I**nstitut **G**éographique **N**ational

**IRD** : **I**nstitut de **R**echerche pour le **D**éveloppement

**IUCN** : **I**nternational **U**nion for **C**onservation of **N**ature

**2IE**: **I**nstitut **I**nternational d’**I**ngénierie de l’**E**au et de l’**E**nvironnement

**LPAO-SF**: **L**aboratoire de **P**hysique de l’**A**tmosphère et de l’**O**céan- **S**iméon **F**ongang

**MDGs**: **M**illennium **D**evelopment **G**oals

**NTU**: **N**ephelometric **T**urbidity *Unit*

**OMD:** Objectifs du Millénaire pour le Développement  
**OMVS:** Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal  
**ONAS :** Office National de l'Assainissement  
**PDMAS:** Programme de Développement des Marchés Agricoles du Sénégal  
**PEPAM :** Programme d'Eau Potable et d'Assainissement du Millénaire  
**PH:** Potentiel d'Hydrogène  
**Photo :** Photographie  
**PIB:** Produit Intérieur Brut  
**PNOD:** Parc National des Oiseaux de Djoudj  
**SAED:** Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta du Fleuve Sénégal  
**SDE:** Sénégalaise Des Eaux  
**SIG:** Système d'Information Géographique  
**SOCAS:** Société de Conserves Alimentaires du Sénégal  
**SOGED:** Société de Gestion et d'Exploitation de Diama  
**SONES:** Société Nationale des Eaux du Sénégal  
**St. :** Saint  
**UCAD :** Université Cheikh Anta Diop  
**UE :** Union Européenne  
**UGB :** Université Gaston Berger  
**ZIC:** Zone d'Intérêts Cynégétiques

# SOMMAIRE

REMERCIEMENTS .....	I
RESUME .....	II
ABSTRACT .....	III
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....	IV
SOMMAIRE .....	VI
LISTE DES FIGURES.....	IX
LISTE DES PHOTOS.....	X
LISTE DES TABLEAUX.....	X
INTRODUCTION.....	1
<b>I. CHOIX ET DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE.....</b>	<b>3</b>
I.1. Choix de la zone d'étude.....	3
I.2. Description de la zone d'étude .....	3
I.2.1. Situation et Caractéristiques physiques de la réserve de Bango.....	3
I.2.2. Climat .....	4
I.2.3. Sols et végétation.....	7
I.2.3. Hydrologie .....	7
I.2.4. Les ouvrages hydrauliques .....	8
I.2.4.1. Ouvrage de Bango.....	8
I.2.4.2. Ouvrage de Ndiawdoune.....	9
I.2.4.3. Ouvrage de Mboubène .....	10
I.2.5. Les localités polarisées par la réserve.....	10
<b>II. METHODES, DONNEES ET OUTILS .....</b>	<b>11</b>
II.1. Méthodes.....	11
II.1.1. Revue bibliographique .....	12



II.1.2. Collecte des données supplémentaires .....	12
II.2. Données .....	13
II.3. Outils.....	13
<b>III. RESULTATS ET DISCUSSIONS .....</b>	<b>14</b>
III.1. Evaluation de la disponibilité de l'eau de la réserve .....	14
III.2. Qualité des eaux de la réserve .....	15
III.3. Identification des différents usagers de la réserve et évaluation de leur besoin en eau .....	19
III.3.1. L'AEP de Saint Louis .....	19
III.3.2. L'agriculture .....	22
III.3.2.1. Coopérative agricole de Bango .....	22
III.3.2.2. GIE des maraîchers et arboriculteurs de Khor-Bango .....	23
III.3.2.3. SOCAS à Bango.....	24
III.3.2.4. GDS .....	24
III.3.2.5. Ndiawdoune Naar.....	25
III.3.3. Le Ranch de Bango .....	26
III.3.4. Les populations riveraines .....	27
III.3.5. La pêche.....	27
III.3.6. L'élevage.....	28
III.3.7. L'écologie .....	30
III.4. Bilan hydrologique de la réserve de Bango.....	30
III.5. Problèmes (menaces) de la réserve de Bango .....	33
III.5.1. Salinisation des eaux et des terres.....	33
III.5.2. Plantes envahissantes .....	33
III.5.3. Sources de pollution des eaux.....	34
III.5.3.1. La pollution domestique.....	34
III.5.3.2. La pollution agricole .....	35

III.5.4. Autres problèmes .....	35
III.6. Diagnostic du cadre de gestion de la réserve de Bango et acteurs impliqués .....	35
III.6.1. Cadre juridique.....	35
III.6.2. Cadre institutionnel.....	36
III.6.3. Acteurs impliqués dans la gestion de la réserve de Bango .....	37
<b>IV. PROPOSITION D'UN CADRE DE GESTION .....</b>	<b>38</b>
IV.1. Enjeux de la réserve de Bango .....	38
IV.1.1. Enjeux socio-économiques .....	38
IV.1.2. Enjeux environnementaux .....	38
IV.1.3. Enjeux institutionnels et organisationnels .....	38
IV.2. Proposition d'un cadre de gestion de la réserve de Bango.....	39
IV.2.1. Cadre institutionnel et organisationnel .....	39
IV.2.2. Gestion de la quantité de l'eau.....	42
IV.2.3. Gestion de la qualité de l'eau.....	43
<b>RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>45</b>
<b>REFERENCES ET BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>46</b>
<b>ANNEXE.....</b>	<b>49</b>
Annexe 1 : Définitions et principes de la GIRE .....	49

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Réseau hydrographique du delta.....	4
Figure 2: Variation temporelle des pluies à la station de Saint Louis (1960-2003).....	5
Figure 3: Températures moyennes mensuelles (1973-2003) .....	5
Figure 4: Humidité relative de Saint Louis (1973-2003) .....	6
Figure 5: Variations mensuelles de la vitesse moyenne du vent de Saint Louis(1951 à 2003) .	6
Figure 6: Schéma de la démarche méthodologique .....	11
Figure 7: Courbes hauteur-surface-volume de la réserve de Bango .....	14
Figure 8: Apports mensuels de la réserve d'eau de Bango (2008/2009) .....	15
Figure 9: Evolution de la salinité de la réserve d'eau de Bango de 2006 à 2008 (Source : SDE) .....	17
Figure 10 : Evolutions mensuelles de la conductivité et de la turbidité.....	17
Figure 11 : Evolution de la population de Saint Louis (1976-2012).....	19
Figure 12 : Variation des volumes journaliers pompés du mois de Juin 2009.....	20
Figure 13: Volumes annuels produits par la SDE(1998-2008) .....	21
Figure 14: Comparaison des volumes d'eaux brute et potable (2005-2008) .....	21

## LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Ouvrage de Bango .....	9
Photo 2 : Ouvrage de Ndiawdoune .....	9
Photo 3 : Ouvrage de Mboubène.....	10
Photo 4: Couleur noirâtre de l'eau au niveau du pont de Mboubène.....	18
Photo 5: Ordures ménagères déversées dans la réserve de Bango.....	18
Photo 6 : Station de pompage de la SDE installée dans la réserve de Bango .....	20
Photo 7 : Cultures de riz de la coopérative agricole de Bango .....	23
Photo 8 : Canal à ciel ouvert alimentant les vergers et champs de Khor-Bango .....	23
Photo 9: Station de pompage de la SOCAS à Bango.....	24
Photo 10: Pompage des GDS sur la réserve (Cliché : Eddy Graëff et D.R Radio France Internationale (RFI)) dans Kamara, 2008. ....	25
Photo 11 : Canal alimentant la station de pompage du village de Ndiawdoune Naar (source : Kamara, 2008).....	25
Photo 12 : Canal alimentant la station du ranch de Bango.....	26
Photo 13 : Activités des populations riveraines dans la réserve de Bango .....	27
Photo 14: Pêcheur au niveau de la réserve de Bango.....	28
Photo 15 : Bétail dans la réserve de Bango.....	30
Photo 16 : Plantes envahissantes dans la réserve de Bango.....	34

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: prélèvements journaliers des différentes sorties.....	31
--	----

## INTRODUCTION

En Afrique subsaharienne, comme partout ailleurs dans le monde, l'eau est indispensable à la survie humaine ; elle joue un rôle crucial dans le développement socio-économique et dans la survie des écosystèmes naturels. Or, au cours des deux dernières décennies, l'intensité de la consommation d'eau dans la région a augmenté de manière sensible par suite de la rapide croissance démographique, de l'urbanisation et du développement des activités économiques. A ceux-ci s'ajoutent la pollution grandissante des ressources en eau et les usages concurrentiels, qui viennent aggraver la pression sur les réserves d'eau douce déjà insuffisantes. Les populations pauvres, qui souvent paient le plus pour s'approvisionner en eau, souffrent fortement de cette situation en termes de santé et d'opportunités économiques, car nombreux sont ceux qui, vivant dans les zones urbaines et rurales de la région, n'ont pas accès à de l'eau potable, ni à des services d'assainissement. C'est pourquoi, il faut s'attendre que les réductions des réserves d'eaux douces engendrent d'éventuels conflits dans les années à venir si des mesures correctives et préventives ne sont pas prises.

Face à cette situation, les préoccupations internationales au sujet de la gestion des ressources en eau ont conduit à un consensus mondial sur la nécessité d'adopter une nouvelle approche. Cette approche préconise pour la gestion des ressources en eau un cadre global qui intègre les considérations sociales, économiques et environnementales. Les modèles de gestion du passé ne suffisent plus à la tâche ; il faut désormais sortir du mirage technologique et repenser en profondeur les approches qui permettront de satisfaire les besoins de l'homme tout en maintenant la qualité des systèmes naturels qui supportent l'existence même de la collectivité humaine (Burton, 2001). L'enjeu est de dépasser les approches sectorielles et fragmentées, sources potentielles de conflits, pour s'orienter vers une "gestion intégrée des ressources en eau" (GIRE).

Ces préoccupations sont de plus en plus prises en compte par l'Etat du Sénégal dans tous ses programmes et projets pour la satisfaction des besoins en eau des différents usagers et la préservation des ressources en eau. La nouvelle politique de l'eau et de l'assainissement s'inscrit dans une démarche de réponse à la demande, par le biais d'une planification cohérente des actions, afin d'optimiser les investissements, de lutter efficacement contre la pauvreté et d'atteindre les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD). Il s'agira, d'ici 2015, de réduire de moitié le nombre de personnes n'ayant pas accès à l'eau potable et à l'assainissement (Diop, 2008). Ainsi la réserve d'eau de Bango qui est une importante source d'eau douce pour Saint Louis (Sénégal) fait l'objet d'une attention particulière de la Direction

de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau (DGPRE) du Sénégal dans cette nouvelle démarche et fait suite d'une prolongation d'une étude faite dans la réserve (Scandiaconsult, 2004). Aujourd'hui, face aux pressions démographiques, aux pollutions naturelle (intrusion d'eau marine) et anthropique (résultant des activités socio-économiques), de l'envahissement des plantes aquatiques, des multiples usages concurrentiels, des connaissances parcellaires et des effets du changement climatique dans la réserve, il devient urgent de trouver des réponses aux questions suivantes: Comment satisfaire durablement les besoins en eau des différents usagers ? Comment assurer la qualité de l'eau et protéger la réserve contre les pollutions ? Et comment impliquer toutes les parties prenantes dans un processus de gestion intégrée? Trouver des réponses à ces questions et mettre en place un cadre de gestion intégrée amenant des solutions durables, demeurent nos principales motivations.

L'objectif global de ce travail est de parvenir à une gestion intégrée de la réserve d'eau de Bango. Pour ce faire, les objectifs spécifiques suivants sont définis :

- Evaluer la disponibilité de la ressource en eau ;
- Identifier les différents usages de cette ressource ;
- Evaluation des besoins en eau de chaque usage ;
- Identifier l'ensemble des problèmes ;
- Faire un diagnostic du mode de gestion actuelle de cette réserve d'eau
- et enfin proposer un cadre de gestion intégrée pour une exploitation rationnelle et durable de cette ressource.

La présente étude fait l'objet de quatre chapitres : Le chapitre I présente les raisons du choix de la réserve de Bango comme zone d'étude et la description de celle-ci. Nous exposerons ensuite dans le chapitre II la stratégie développée pour répondre aux objectifs fixés, ainsi que les méthodes d'acquisition de données, les données et les outils utilisés, puis nous présenterons dans le chapitre III les résultats obtenus et les discussions faites sur ceux-ci. Ainsi, le chapitre IV sera consacré aux propositions de solutions d'une gestion intégrée de la réserve de Bango.

En fin, les principales conclusions seront recueillies, les perspectives seront dégagées et des recommandations vont être formulées.

# **I. CHOIX ET DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE**

Cette partie est consacrée au choix de la zone d'étude et à la description de cette dernière. Elle montre les raisons du choix de la réserve et les différentes caractéristiques de cette réserve.

## **I.1. Choix de la zone d'étude**

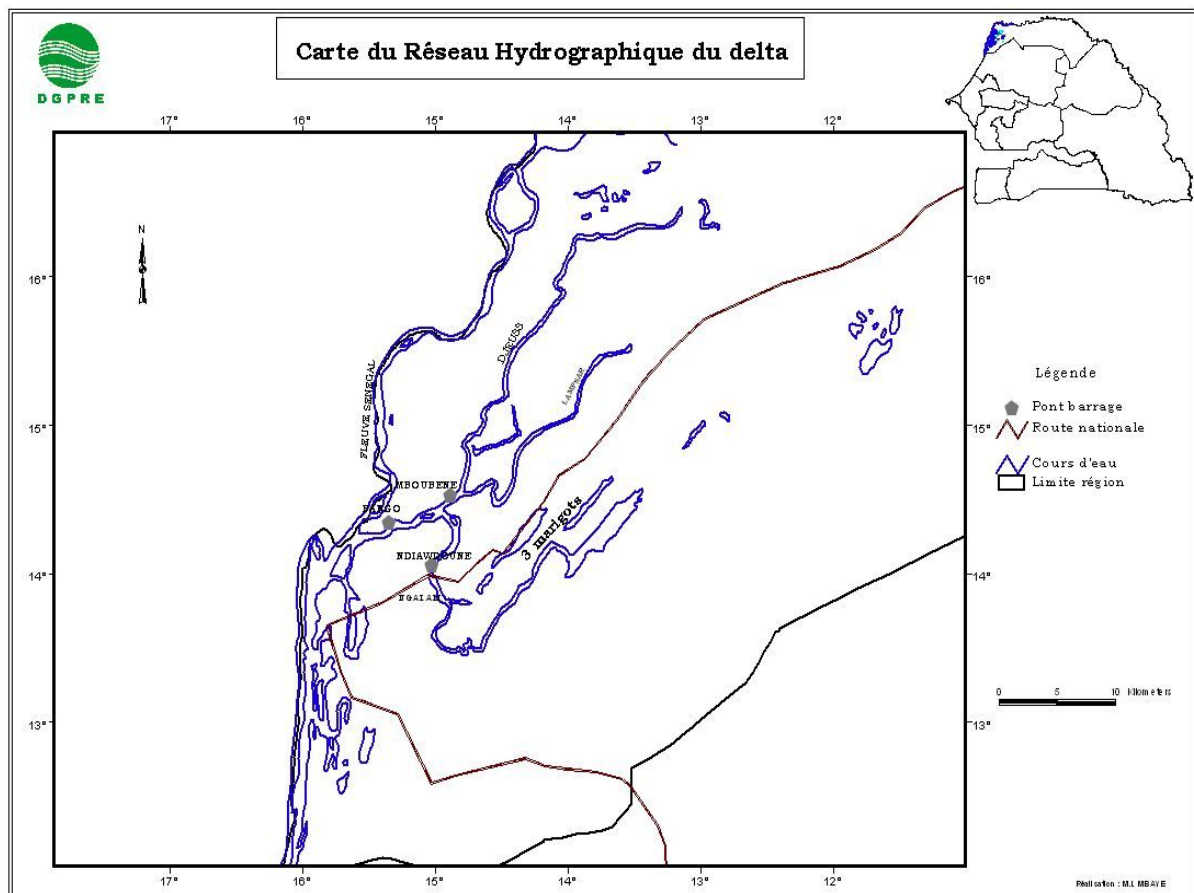
Le choix de la réserve de Bango comme zone d'étude se justifie par ses enjeux et les problèmes de gestion. En effet, cette zone présente des enjeux socio-économiques et environnementaux qui rentrent dans les préoccupations de la DGPPE. Cette étude permettra une réponse concrète sur l'opérationnalité du management de l'eau dans cette zone. Elle s'inscrit aussi dans le cadre global de la gestion durable des ressources naturelles qui a motivé la mise en place d'organismes internationaux et régionaux chargés de coordonner les programmes pour l'adoption d'une stratégie mondiale de gestion des ressources naturelles et du suivi-évaluation. Les critères ci-dessous ont été retenus lors du choix de la zone d'étude :

- la contribution au Produit Intérieur Brut (PIB) ;
- la problématique GIRE (l'ensemble des problèmes de gestion évoqués dans l'introduction);
- caractère stratégique (seule source d'approvisionnement en AEP);
- le degré d'interdépendance avec les autres secteurs ou domaines d'activités ;
- la disponibilité de données et informations de base.

## **I.2. Description de la zone d'étude**

### **I.2.1. Situation et Caractéristiques physiques de la réserve de Bango**

La réserve d'eau de Saint Louis se situe dans le bas estuaire du fleuve Sénégal, à moins d'une dizaine de kilomètres de la sortie Nord-Est de la ville de Saint Louis. Elle s'identifie au bief aval du système Gorom-Lampsar-Djeuss, système constitué d'une suite de ramifications secondaires du fleuve Sénégal (défluent). Dans notre étude, nous nous limitons seulement sur la réserve de Bango c'est-à-dire la partie circonscrite entre les ouvrages de Bango à l'Ouest, Ndiawdoune au Sud sur le Ngalam et Mboubène à l'Est sur le Lampsar (Figure 1). C'est un réservoir peu profond, de pente, à l'instar du delta du fleuve, extrêmement faible, de l'ordre 0,006‰ au moment des moyennes eaux à 0,01‰ par forte crue (Michel, 1973).



**Figure 1:** Réseau hydrographique du delta

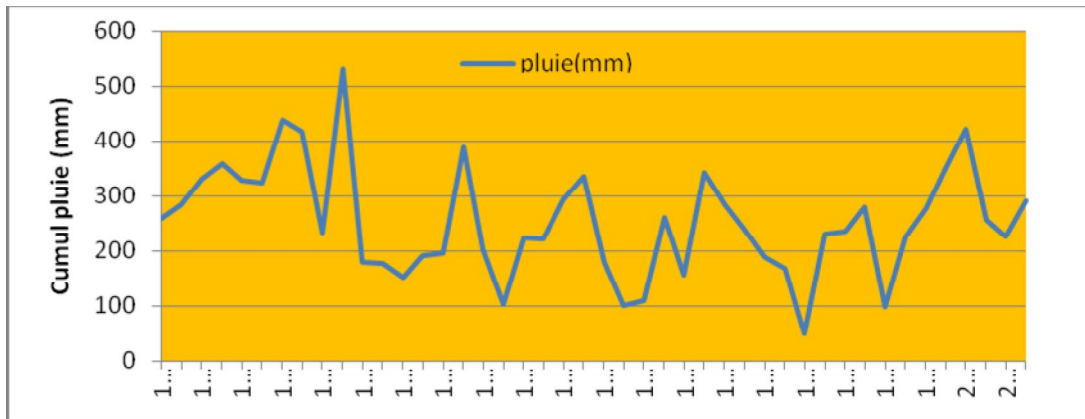
### I.2.2. Climat

Comme sur l'ensemble du pays, le climat de la réserve est de type sahélien et est caractérisé par une courte saison des pluies (trois mois) et une longue saison sèche (neuf mois). Les températures suivent le rythme des saisons (CSE, 2005).

#### ➤ Pluviométrie

La pluviométrie de la zone est faible ; la région du delta est située au nord de l'isohyète 300 mm (Faye, 1996). Au cours de la saison sèche, des pluies hors saison « heug » peuvent se produire, associées à des invasions épisodiques d'air froid venant des régions tempérées. La répartition interannuelle de la pluviométrie à Saint Louis a permis d'observer une baisse de la pluviométrie qui est beaucoup plus précise à partir des années 70. A la station de Saint Louis, le cumul pluviométrique annuel dépasse rarement 500 mm et connaît une forte variabilité temporelle (figure 2).

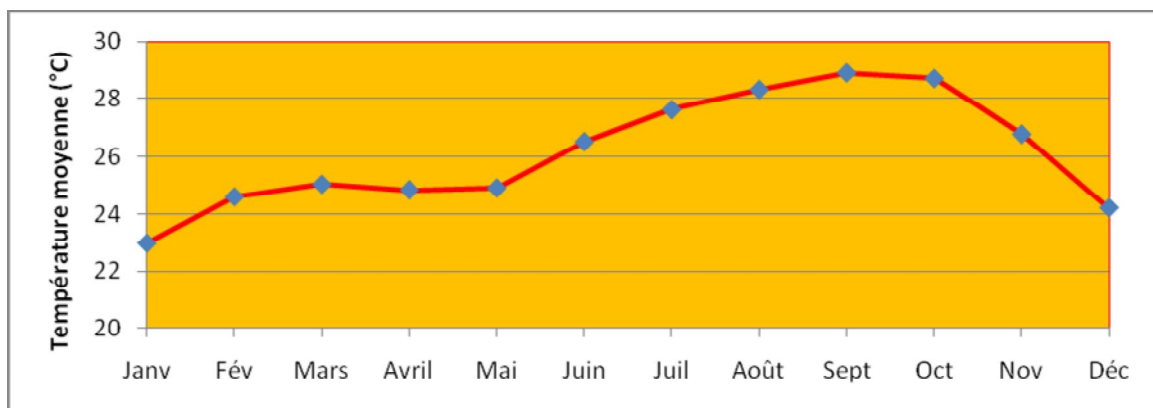




**Figure 2:** Variation temporelle des pluies à la station de Saint Louis (1960-2003)

➤ **Température**

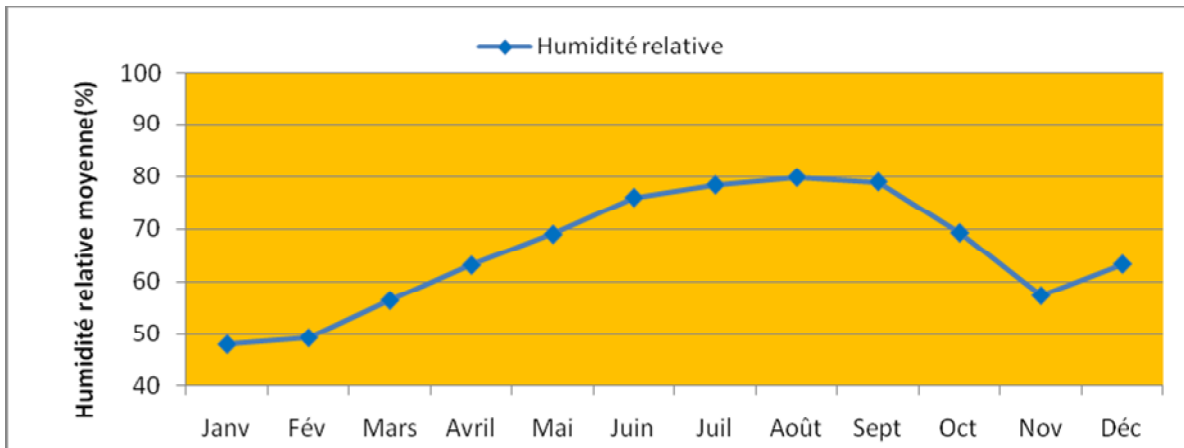
L'étude des températures moyennes mensuelles (figure3) montre des disparités importantes à l'échelle temporelle. Les maxima de température sont enregistrées pendant la saison pluvieuse (avec un maximum de 28,89°C en septembre) ; les minima sont notés durant la saison sèche (avec un minimum de 22,98°C en janvier).



**Figure 3:** Températures moyennes mensuelles (1973-2003)

➤ **Humidité relative**

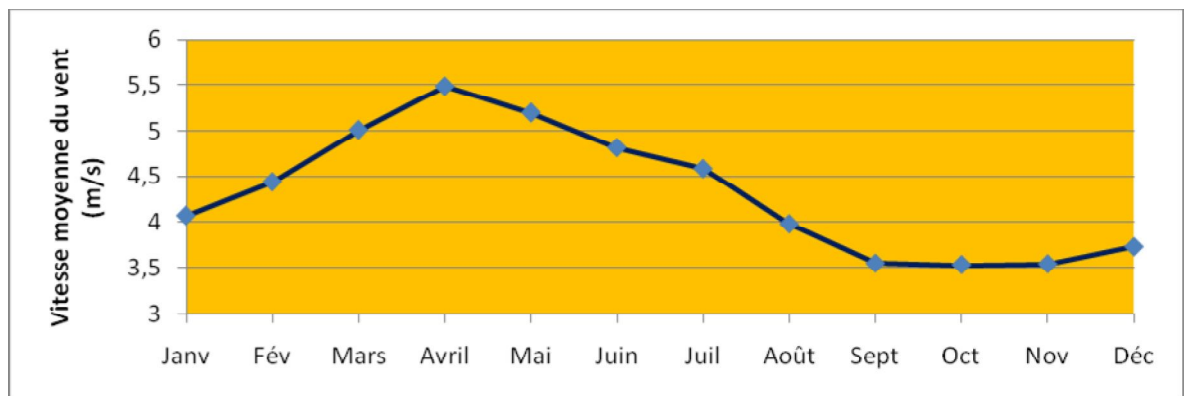
Sur l'ensemble du territoire et pour toute l'année (Figure 4), les plus faibles valeurs d'humidité se situent entre Novembre et Mars, tandis que les plus fortes valeurs se trouvent entre Mai et Septembre avec un pic en Août (près de 80%). Globalement l'humidité de l'air est comprise entre 45 et 80%.



**Figure 4:** Humidité relative de Saint Louis (1973-2003)

### ➤ Régime des Vents

Le vent est un facteur déterminant dans la compréhension de la circulation moyenne atmosphérique. Il intervient dans le transport à grande échelle de la vapeur d'eau. Le régime des vents autour de la réserve est la conséquence du déplacement du FIT (Rochette, 1974). L'alizé maritime, vent Nord-atlantique frais et humide issu de l'anticyclone des Açores, souffle sur la frange côtière de Novembre à Mars. De Juin à Septembre, les vents de mousson s'étalent dans la région en apportant l'humidité et par conséquent les précipitations. Les maxima de vitesse s'observent de Mars à Mai (5,5 m/s en Avril) et les minima de vitesse sont notés de Septembre à Décembre (3,5 m/s en Octobre) (Figure5).



**Figure 5:** Variations mensuelles de la vitesse moyenne du vent de Saint Louis(1951 à 2003)

### ➤ Evaporation

L'évaporation est un paramètre très important dans le cycle de l'eau ; elle mesure les quantités d'eau perdues sous l'action combinée de la température, de la durée d'insolation et des vents. A Saint-Louis, sous l'influence de l'alizé océanique l'évaporation est plus faible en saison

sèche avec l'adoucissement des températures. Elle est estimée à 2021mm/an et elle constitue la principale perte de la réserve de Bango. Elle représente près de 54% des pertes du bilan hydrologique de la réserve de Bango (SDE, 2007).

En résumé, nous remarquons que le contexte climatique de la zone est peu favorable à la capitalisation des ressources en eau ; l'évaporation retire plus d'eau que les pluies locales en apportent.

### **I.2.3. Sols et végétation**

Depuis que les alluvions récentes ont été déposées, la pédogenèse a évolué lentement en raison de l'aridité du climat et de la faible densité du couvert végétal. Les principaux types de sols rencontrés autour de la zone d'influence de la réserve de Bango sont les sols hydromorphes, les sols halomorphes et les sols isohumiques. Ces sols influent beaucoup sur la répartition spatiale du couvert végétal de la réserve de Bango. Les sols hydromorphes à tendance argileuse présentent une série d'écosystèmes particuliers liés à l'eau, appelés hydrosères (OMVS, 2005). En effet, ces sols disposent d'un excellent potentiel de fertilité lié au dépôt des limons apportés par le fleuve et aussi de matières organiques se déposant en milieu lacustre à faible profondeur (Sarr, 2004). Les sols halomorphes sont localisés sur le lit majeur et sont marqués par la présence de sels marins tels que les chlorures, les carbonates et les sulfates (Leroy, 2006) ; ils sont moins dépourvus de végétation du fait de leur nature acide (FAO/SEDAGRI, 1973). Les sols isohumiques sont des sols bruns rouges sur dunes rouges remaniées, jamais atteints par la crue (FAO/SEDAGRI, 1973). Ils occupent une surface importante suivant un tracé qui va de Dakar-Bango à Maka et de Ngalléle à Bégaye et tout autour de Savoigne ; ils sont marqués par une grande imperméabilité. Sur les sols isohumiques, on peut retrouver une savane arborée composée d'*Acacia seyal*, de *Balanites* ainsi que des herbacées et graminées comme le *Tamarix*, le *Shoenfeldia gracilis*, *Salvadora persica* etc.

### **I.2.3. Hydrologie**

La réserve de Bango forme la jonction du Djeuss, du Lampsar, deux anciens bras deltaïques du fleuve Sénégal (Michel, 1973) et du Ngalam. Cette réserve appartient à un système hydraulique complexe avec trois axes principaux (Fowler, 2005) alimentés à partir du Fleuve Sénégal artificialisé depuis 1986 (le Djeuss, le Lampsar et le Ngalam). Le Djeuss est encore utilisé comme adducteur, mais aussi comme drain ; il s'étend sur 60 km et comprend une

partie aval et une partie amont ; il termine sa course en aval de Dakar-Bango (Fowler, 2005). Le Lampsar 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 constitue la principale source d'eau d'irrigation et d'alimentation de la réserve de Saint-Louis. Quant au Ngalam, il constitue avec le Lampsar et le Djeuss la réserve d'eau de Saint-Louis. 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 également un bassin de stockage des eaux de la réserve jusqu'à l'ouvrage de Ndiaoudoune sur la route nationale (PDMAS, 2005).

L'alimentation de la réserve de Bango est faite via le Lampsar à partir de l'ouvrage de Mboubène ; mais il arrive dès fois que la réserve soit alimentée par l'aval, au niveau du barrage de Bango, les eaux étant alors prélevées directement à partir du fleuve bien qu'à ce niveau, il soit en liaison avec l'océan. Outre la liaison en aval avec le fleuve, certains ouvrages vannés de la réserve permettent aussi d'effectuer des lâchers vers d'autres défluent et marigots. Les apports d'eau de la réserve sont essentiellement fluviaux (94%) ; la pluie n'apporte que 6% (Scandiaconsult, 2004). Quant aux pertes, elles sont principalement liées à l'évaporation qui constitue 54% des pertes d'eau de cette réserve avec une hauteur annuelle estimée à 2,2 m (Diouf, 1995), aux pertes liées aux décharges dans le Ngalam par l'ouvrage de Ndiawdoune et le fleuve Sénégal par l'ouvrage de Bango et au mauvais état des digues et les brèches importantes qui vident la réserve.

#### **I.2.4. Les ouvrages hydrauliques**

Les ouvrages hydrauliques ont essentiellement pour rôle de contrôler les flux d'eau entrant et sortant de la réserve de Bango ; il s'agit principalement des ouvrages de Bango, de Ndiawdoune et de Mboubène.

##### **I.2.4.1. Ouvrage de Bango**

L'ouvrage de Bango est un pont barrage qui ferme la partie sud de la réserve ; il a été réalisé en 1939. L'objectif principal de cet ouvrage est d'empêcher le contact de l'eau salée de l'embouchure du fleuve Sénégal à celle de la réserve. Le débit théorique est de 9 m<sup>3</sup>/s.

Cependant, cet ouvrage est exposé à de fortes variations de salinité dans sa partie située du côté du fleuve Sénégal. Actuellement, il est à noter l'ancienneté et la vétusté de l'ouvrage de Bango, la dégradation des vannes (Photo 1).



**Photo 1 : Ouvrage de Bango**

#### **I.2.4.2. Ouvrage de Ndiawdoune**

Situé sur la route nationale, l'ouvrage de Ndiawdoune sépare la réserve de Bango du Ngalam Sud. C'est un ouvrage à batardeaux avec des passes qui permettent de contrôler le passage de l'eau. Il assure l'alimentation globale du Ngalam. Les périodes d'ouverture et de fermeture se succèdent plus fréquemment notamment en saison des pluies en fonction des conditions hydrologiques favorables sur le Lampsar. La fermeture s'effectue à l'aide des batardeaux classiques, très difficiles alors à manipuler, et ne permet pas la régulation fine (Scandiaconsult, 2004). Le débit y transitant est estimé à  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ . Plusieurs pans de l'ouvrage ont cédé du fait de son vétusté et de son état défectueux (Photo 2). Cet ouvrage a pour fonction principal de résoudre la vidange rapide, assurant ainsi le changement de l'eau stockée.



**Photo 2 : Ouvrage de Ndiawdoune**



### **I.2.4.3. Ouvrage de Mboubène**

L'ouvrage de Mboubène est un pont barrage situé à l'extrémité nord-ouest de la réserve de Bango. Cet ouvrage permet de réguler l'alimentation « naturelle » en eau de la réserve en amont ; il isole la réserve du système amont de Gorom-Lampsar. La capacité hydraulique de l'ouvrage augmente avec la baisse de niveau dans la réserve, donc la sécurité d'alimentation augmente avec l'augmentation de la nécessité. Les équipements sont fonctionnels et la manipulation commode, mais les tableaux de vanne nécessitent leur changement à cause des phénomènes de corrosion, constituant des problèmes d'étanchéité et des trous effectifs. L'ouvrage est relativement récent et bien dimensionné (Photo 3).



**Photo 3** : Ouvrage de Mboubène

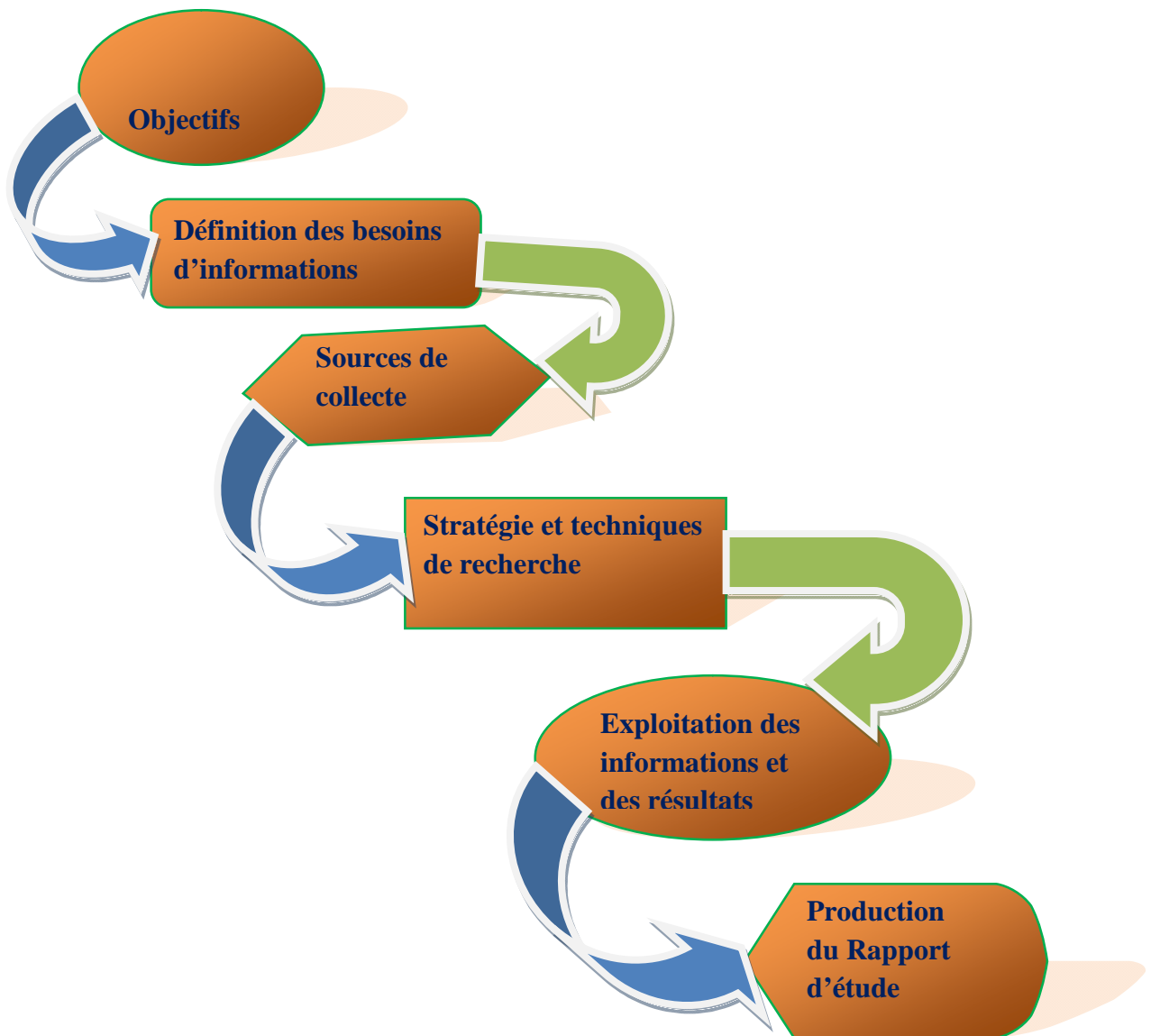
### **I.2.5. Les localités polarisées par la réserve**

La réserve d'eau de Saint Louis polarise peu de villages ; parmi lesquels nous pouvons citer la ville de Saint Louis, le village de Ndiawdoune, le village de Mboubène, le village de Sanar qui intègre l'Université Gaston Berger de Saint Louis et le village de Bango. Nous pouvons ajouter aussi les villages situés autour du Ngalam qui est alimenté à partir de l'ouvrage de Ndiawdoune. Ces villages tirent les avantages de la proximité et de la disponibilité de l'eau et des avantages du sol pour l'agriculture.

## II. METHODES, DONNEES ET OUTILS

### II.1. Méthodes

Tout travail de recherche scientifique ou opérationnelle utilise des méthodes, techniques et outils appropriés afin d'aboutir aux résultats escomptés. La méthodologie n'est rien d'autre que la démarche qu'il faut suivre pour atteindre les objectifs du travail. Dans le cadre de notre étude, la méthodologie utilisée est essentiellement basée sur la recherche bibliographique et des méthodes d'investigation menées sur le terrain. Ainsi, les résultats obtenus sont analysés et interprétés pour faire ressortir des couches d'informations. La figure suivante (6) montre la démarche méthodologique utilisée pour la production du rapport d'étude.



**Figure 6:** Schéma de la démarche méthodologique

Ainsi, après avoir fixé les objectifs, nous définissons les informations dont nous avons besoin pour atteindre ces objectifs ; puis nous ciblons les sources qui peuvent nous permettre d'avoir les informations recherchées et la stratégie et les techniques permettant de collecter et de traiter les données obtenues. En fin, la production du rapport d'étude est faite après l'exploitation des informations et des résultats.

### **II.1.1. Revue bibliographique**

Nous avons procédé à une recherche documentaire sur les différentes études jusqu'ici réalisées sur la zone d'étude et le thème ; ceci nous a permis de bien cerner le sujet et d'avoir une vue d'ensemble sur notre problématique de recherche. Cette revue s'est faite au niveau de certains centres de documentation et d'information dont la bibliothèque du 2iE, de la DGPRE, de la SAED, de la SDE, de la SONES, de la DRDR, de la Division de l'Hydraulique de Saint Louis et aussi via l'Internet, etc. Des rapports d'activité et de mission d'études ont été aussi largement consultés. Cette revue nous a permis de collecter quelques données qui sont complétées par la visite de terrain et des entretiens.

Les travaux de Michel, 1973 ; Fowler, 2005 ; Diouf, 1995 ; CSE, 2005 ; FAO/SEDAGRI, 1973 et ceux de l'OMVS 2005 et 2007, nous ont beaucoup aidé à la description et à la compréhension des caractéristiques de la réserve de Bango. Le rapport de Scandiaconsult, 2004, nous a été très utile pour l'état des lieux des ouvrages, leurs caractéristiques ainsi que leur fonctionnement. La compréhension des problèmes de gestion des ressources en eau douce du Sénégal, a été facilitée principalement par les travaux de Diop, 2008 et Kamara, 2008.

Les ouvrages généraux (GWP, 2000 ; Cap-Net 2005 et 2008 ; Burton, 2001) ont été capitaux dans la clarté du concept de la GIRE et de ses principes ; ainsi qu'à leur application.

### **II.1.2. Collecte des données supplémentaires**

Les données sur lesquelles nous avons travaillées, sont issues des structures intervenant directement dans la zone d'étude (comme celles que nous avons citées précédemment dans la revue bibliographique, excepté le 2iE) sur les aspects hydrologiques, hydrauliques, qualitatifs et de la gestion de la réserve, d'une part. Des enquêtes et entretiens sur le terrain ont été effectués auprès des personnes ressources (usagers, gestionnaires,...) pour comprendre la réalité du terrain et toucher au bout des doigts les problèmes de la réserve de Bango, d'autre part.



## **II.2. Données**

Les données utilisées pour ce travail sont :

- ✓ Les cotes journalières d'eau (cotes Thalimèdes) de la réserve de Bango (Station de Bango) de Janvier 1991 à Juin 2009 fournies par la Division de l'Hydraulique de Saint Louis ;
- ✓ Les données de bathymétrie actuelle de la réserve sont fournies par la DGPPE, de même que les données cartographiques ;
- ✓ Les productions mensuelles d'eau potable de la ville Saint Louis de 1998 à 2008 et les quantités d'eau brute pompée à Bango (2005-2008) issues de la SONES ;
- ✓ Les paramètres physico-chimiques de l'eau brute de la réserve de Bango de l'année 2008 (données mensuelles) fournis par la SDE (Chimiste du laboratoire du traitement des eaux de Khor) et aussi de la production journalière d'eau potable du mois de Juin 2008 ;
- ✓ Les variables climatiques (précipitation, température, humidité relative, vent) de 1960 à 2003 sont fournies par la DMN ;
- ✓ Les données sur les superficies des producteurs sont obtenues auprès de la SAED et de la DRDR ;
- ✓ Et enfin, les autres données sont obtenues par entretien auprès des usagers.

## **II.3. Outils**

Les logiciels Word et Excel 2007 ont été principalement utilisés pour le traitement des données. Le logiciel Arcview a été utilisé pour la conception cartographique du réseau hydrographique du delta.

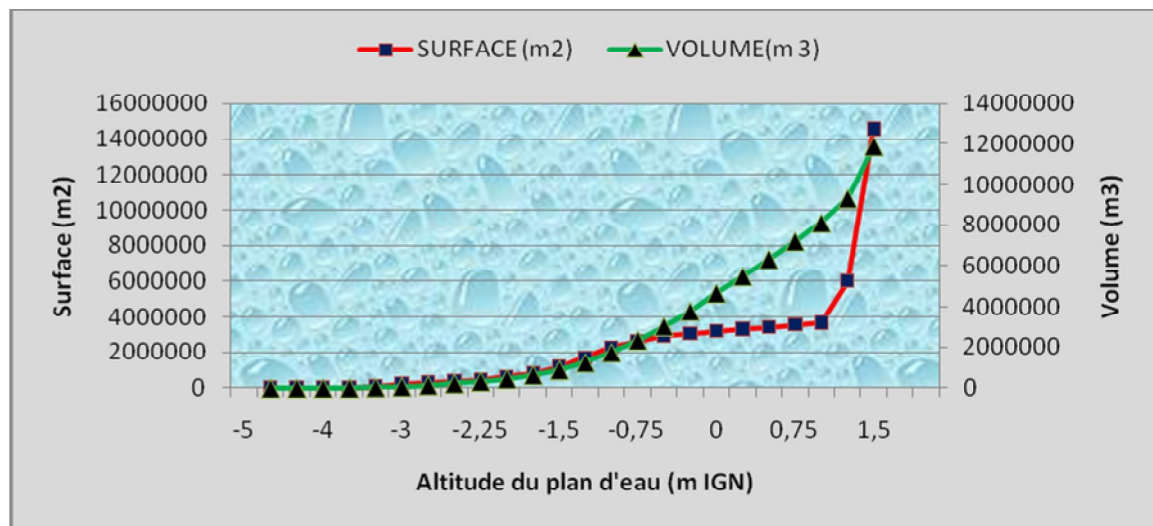
Ils nous ont permis de faire des graphiques, d'analyser et d'interpréter les résultats obtenus pour la production du rapport d'étude.

### III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

#### III.1. Evaluation de la disponibilité de l'eau de la réserve

L'atteinte des objectifs visés par la gestion intégrée de la réserve d'eau de Bango est parfois compromise par des comportements inattendus du réseau fluvial. Dans cette section nous étudions si les tendances actuelles de la disponibilité de l'eau de la réserve sont de nature à pouvoir constituer des contraintes pour l'AEP de Saint Louis et pour les autres usages.

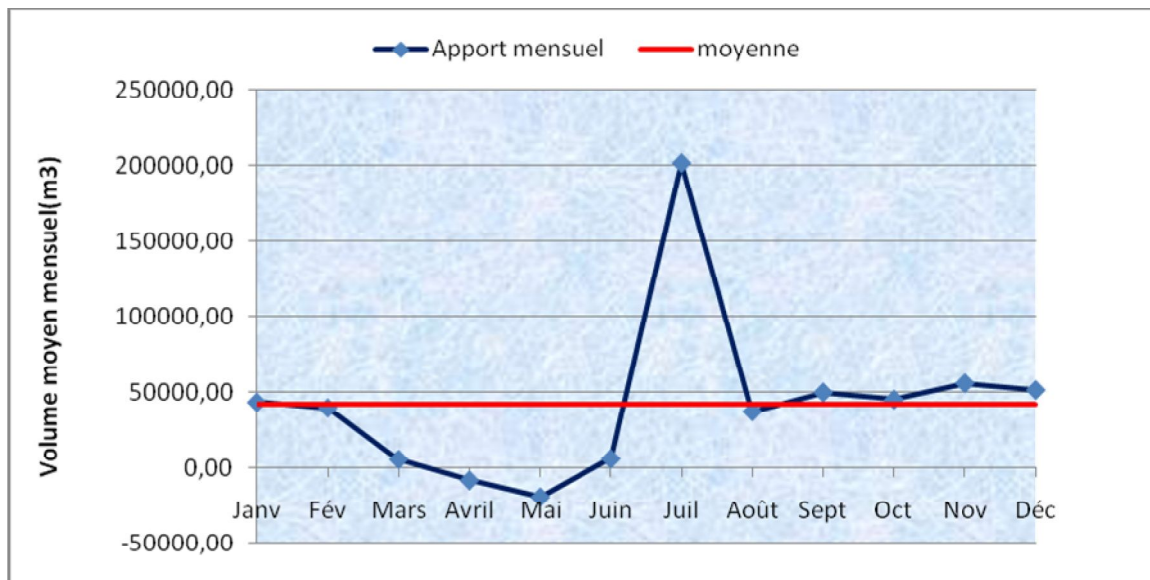
Actuellement, la réserve d'eau de Bango a une superficie estimée à 14 571 600 m<sup>2</sup> à la cote maximale de 1,50 mIGN ; à cette cote le volume d'eau est estimé à **11 901 210 m<sup>3</sup>** (Figure 7). De -4,5 m IGN à -0,25 m IGN, le volume d'eau emmagasiné est faible par rapport à la surface totale de la réserve et son évolution est similaire à celle de la surface de la réserve. Les volumes d'eau les plus importants se situent entre 1 et 1,5 m IGN.



**Figure 7:** Courbes hauteur-surface-volume de la réserve de Bango

Pour l'année hydrologique 2008/2009, les apports d'eau mensuels dans la réserve d'eau de Bango sont représentés sur la figure 8. Ces apports ont été calculés en faisant la somme des sorties (évaporation et prélèvements) et des variations de volume ; car nous ne connaissons pas les entrées à travers les ouvrages. De Juillet à Janvier, les apports mensuels sont supérieurs à la moyenne qui est de 42343 m<sup>3</sup>, avec exceptionnellement une valeur très élevée en Juillet (200000 m<sup>3</sup>). Ceci peut être dû au remplissage de la réserve par l'aval car les débits des lâchers d'eau de la retenue de Diama, qui étaient de l'ordre de 220 m<sup>3</sup>/s à la fin de la 2<sup>ème</sup> décennie de juin 2008, ont augmenté progressivement pour atteindre 870 m<sup>3</sup>/s environ en début du mois d'août 2008 (CPE/OMVS, 2008). Le niveau aval était influencé par les marées.

Ainsi, à partir du mois de Février, les apports mensuels diminuent progressivement jusqu'en Juin et sont inférieurs à la moyenne ; les mois d'Avril et de Mai sont très déficitaires. Ce déficit était à l'origine de la réunion (16 Mai 2009) d'urgence organisée par la Gouvernance de Saint Louis par la saisine de la SDE du fait de la baisse importante du niveau d'eau de la réserve de Bango qui assure l'AEP de Saint Louis. Cette situation se justifie par les énormes prélèvements non contrôlés et les bouchons au niveau des axes hydrauliques alimentant la réserve. En outre, les apports négatifs aux mois d'Avril et de Mai s'expliquent par le fait qu'à cette période, il n'y avait plus d'apport d'eau ; les sorties se faisaient sur le volume statique de la réserve. Le niveau d'eau diminuait progressivement, entraînant des variations importantes et négatives de volume d'eau disponible d'un jour à l'autre; ces variations de volume en valeur absolue étaient supérieures aux sorties durant ces mois. Ainsi, en faisant la somme ( $\Delta V + \text{sorties}$ ) nous nous retrouvons avec des valeurs négatives.



**Figure 8:** Apports mensuels de la réserve d'eau de Bango (2008/2009)

### III.2. Qualité des eaux de la réserve

Depuis la mise en service du barrage de Diama, un adoucissement progressive de la réserve s'est observé (Scandiaconsult, 2004). Avec le Barrage de Diama, la langue salée ne remonte plus le fleuve et l'eau est salée en permanence en aval du barrage, alors que la retenue de Diama, longue de plus 100 km, est remplie d'eau douce toute l'année (OMVS, 2007). L'altération de la qualité de l'eau de la réserve peut être due aux rejets des activités agricoles, des rejets domestiques et à la présence des végétaux aquatiques. Le suivi de la qualité des

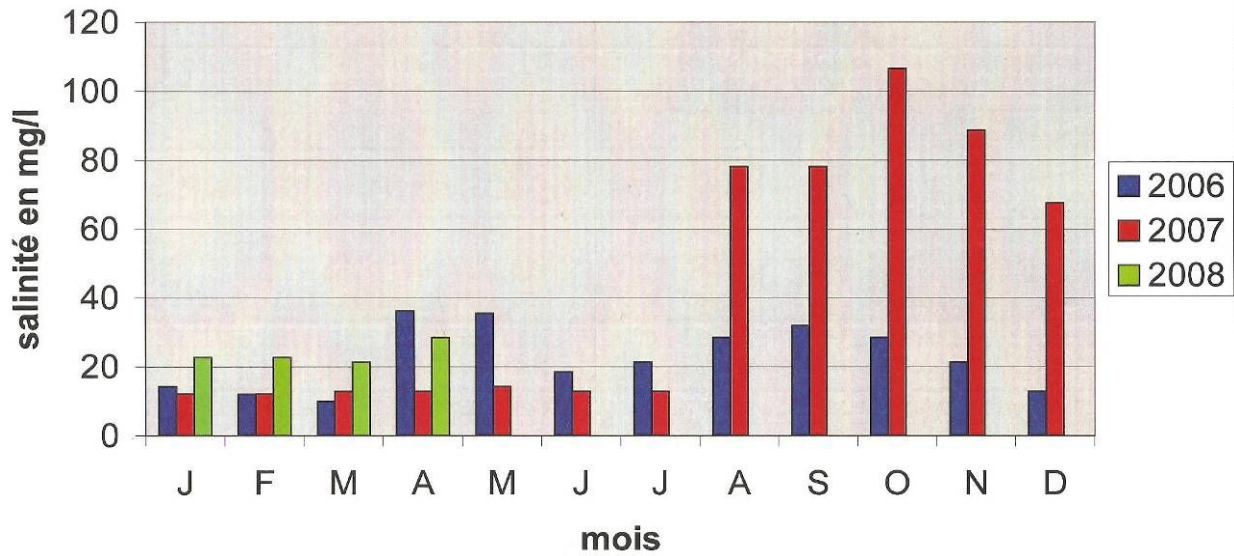
eaux est fait par la Sénégalaise des Eaux (SDE). D'après les études antérieures dans l'ensemble, l'eau, en amont de la réserve, est jugée de bonne qualité, surtout pour l'irrigation (Cogels, 1994).

La conductivité varie en fonction des sites ; les plus faibles valeurs sont enregistrées au niveau du pont de Mboubène qui constitue la zone d'alimentation de la réserve. Au fur et à mesure que les eaux s'écoulent vers l'aval, la concentration augmente à cause des activités des populations riveraines et des pratiques d'irrigation mais aussi des phénomènes d'évapotranspiration (Scandiaconsult, 2004).

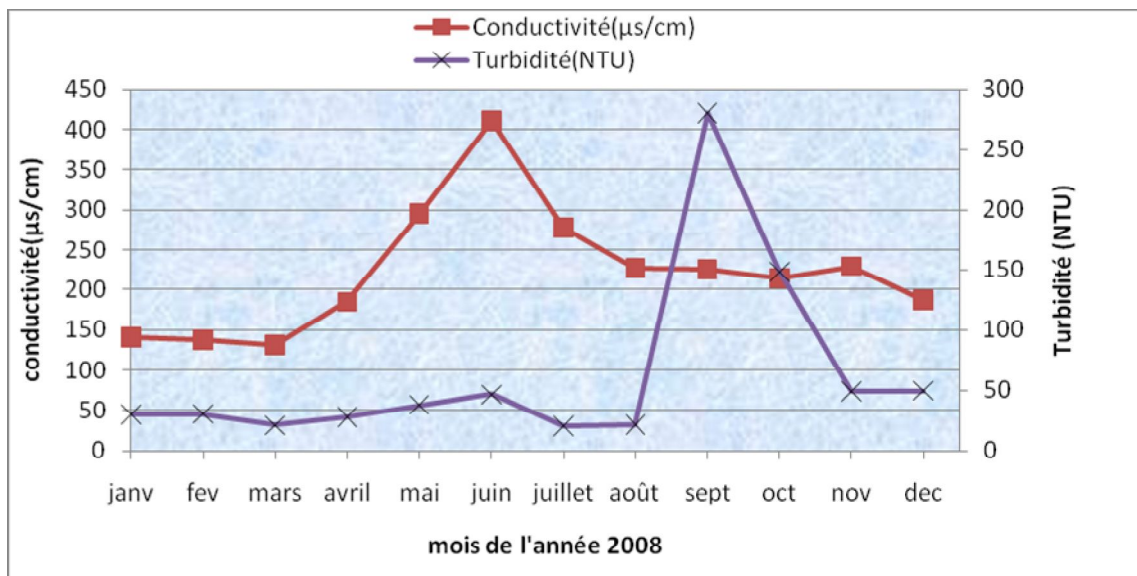
La salinité est le principal paramètre observé, c'est un facteur limitant pour de nombreuses activités. L'évolution de la salinité de la réserve (figure 9) montre une forte teneur en sel en 2007 avec des pics élevés d'Août à Décembre qui sont supérieurs à 70 mg/l. Cette situation est due à une faible réalimentation de la réserve par l'amont ; outre les infiltrations au bas de l'ouvrage de Mboubène, c'est seulement au suivi des marées que les vannes situées sur la digue ont été de temps à autres ouvertes pour permettre une recharge par l'aval pendant quelques heures (le temps des basses marées). Pour l'année 2006, les valeurs sont inférieures à 40 mg/l ; quant à l'année 2008, de Janvier à Avril, les concentrations sont inférieures à 30 mg/l.

D'autres paramètres physico-chimiques sont aussi observés comme la conductivité et la turbidité (Figure 10). La conductivité est d'une manière générale, inférieure au seuil d'alerte (300  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) sauf au mois de Juin où elle atteint 400 $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Quant à la turbidité, les valeurs observées sont normales car elles sont au dessous du seuil d'alerte (500 NTU).

Bien qu'actuellement l'eau de la réserve de Bango soit jugée de bonne qualité, il faut tenir compte des rejets d'eaux usées issues du maraîchage, de la riziculture, des activités des populations riveraines surtout sur celles riveraines de l'axe Gorom-Lampsar par lequel vient l'alimentation de la réserve.



**Figure 9:** Evolution de la salinité de la réserve d'eau de Bango de 2006 à 2008 (Source : SDE)



**Figure 10 :** Evolutions mensuelles de la conductivité et de la turbidité

Ainsi, pour l'année 2008, les valeurs du PH varient entre 7,2 et 7,56 ; donc elles sont acceptables pour une eau destinée à la consommation humaine. Il en est de même pour les autres paramètres physico-chimiques ; nous pouvons en déduire que ces résultats et ceux des études antérieures que l'eau de la réserve est d'une qualité convenable pour la consommation humaine par rapport aux normes fixées.



Cependant, nous avons observé au niveau de Mboubène (Juillet 2009) lors de notre visite de terrain, une couleur noirâtre de l'eau (photo 4) ; ceci est dû à la prolifération des mauvaises herbes aquatiques dans la réserve.

Dans la réserve elle-même, si la qualité de l'eau est jugée bonne, elle demeure néanmoins exposée aux risques de pollution à cause des rejets des eaux de drainage du maraîchage, de la riziculture, des eaux usées des populations riveraines (venant de la lessive, de la vaisselle et de la baignade), l'évaporation de la nappe d'eau libre pendant les phases d'isolement de la réserve et des ordures ménagères déversées dans la réserve (photo 5). Ceci peut induire des conséquences néfastes dans les domaines sanitaire, écologique, agricole, sociale et économique.



**Photo 4:** Couleur noirâtre de l'eau au niveau du pont de Mboubène



**Photo 5:** Ordures ménagères déversées dans la réserve de Bango

### III.3. Identification des différents usagers de la réserve et évaluation de leur besoin en eau

Beaucoup d'activités se développent autour et dans la réserve de Bango et dépendent donc de la disponibilité de l'eau de la réserve. C'est ainsi qu'un certain nombre d'usagers de cette réserve ont été identifiés pour des besoins socio-économiques, de même que les problèmes qu'ils rencontrent. Ainsi, leurs besoins en eau ont été évalués.

#### III.3.1. L'AEP de Saint Louis

Vers 1885, l'usine de Makhana permettait de fournir de l'eau potable à Saint-Louis, durant la saison sèche, à partir du marigot de Kassack, défluent du fleuve Sénégal (Kamara, 2008).

C'est vers le milieu du 20<sup>e</sup> siècle, que la réserve de Bango fut érigée dans l'optique de protéger l'AEP de Saint-Louis des fluctuations hydrologiques du Fleuve Sénégal, de la remontée de la langue salée (Fowler, 2005) et des incertitudes climatiques marquées par les sécheresses récurrentes. La réserve de Bango avait pour principale vocation l'AEP de Saint Louis. Les besoins en eau potable des populations augmentent de plus en plus avec la forte croissance démographique. D'après les projections de la population de la ville effectuée par la Direction de la Prévision et de la Statistique, la population est estimée à 192043 habitants alors elle était de 88204 habitants en 1976 (Figure 11). De cette augmentation de la population, il faut s'attendre aussi un accroissement des besoins en AEP et à d'autres activités (tourisme, usine glace,...).

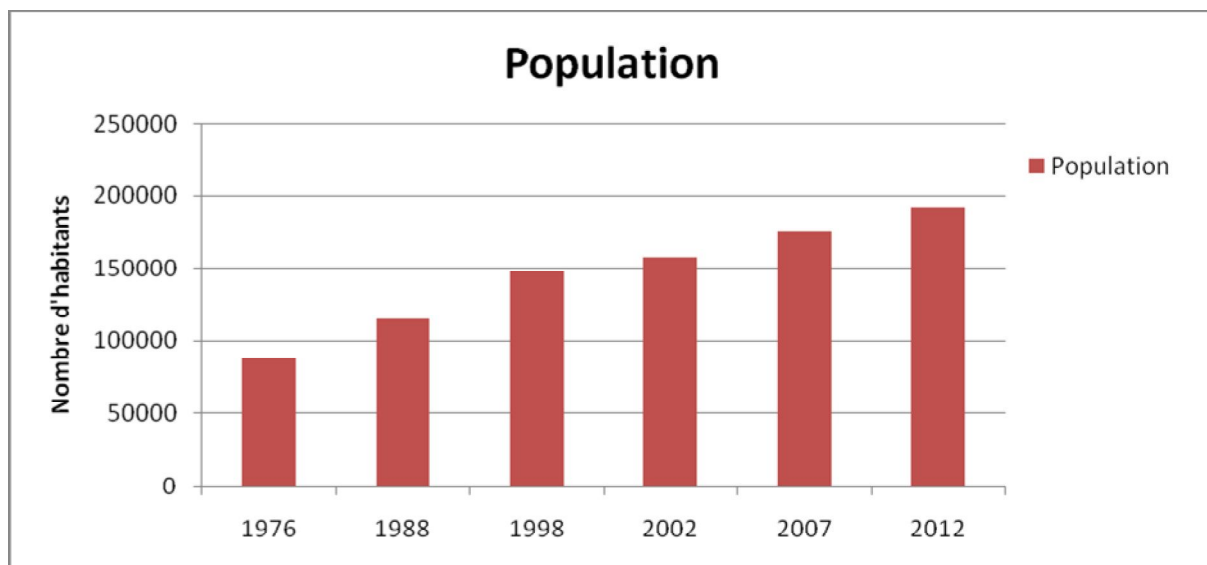


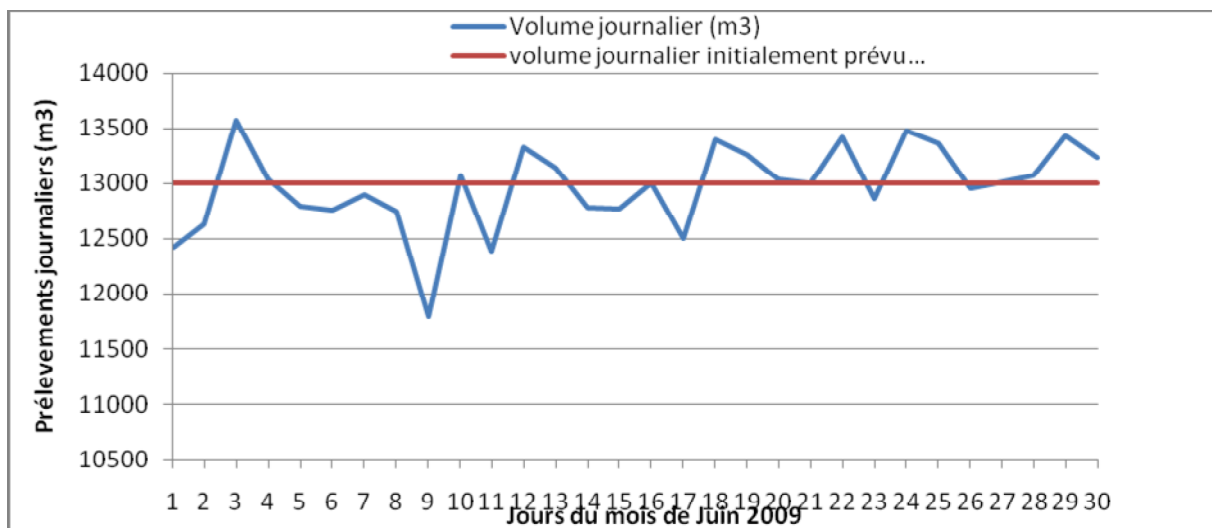
Figure 11 : Evolution de la population de Saint Louis (1976-2012)

C'est la SDE qui exploite cette réserve pour les besoins en AEP de Saint Louis ; elle est dotée d'une usine de traitement des eaux à Khor avec un débit de 13000 m<sup>3</sup> /jour et d'une station de pompage installée dans la réserve (Photo 6).



**Photo 6** : Station de pompage de la SDE installée dans la réserve de Bango

Aujourd'hui, les capacités de production de l'usine sont souvent dépassées du fait de la forte demande en eau. En Juin 2009 (Figure 12), les pompages journaliers surtout pour la deuxième quinzaine du mois, dépassent parfois 13000 m<sup>3</sup>, volume était initialement prévu.

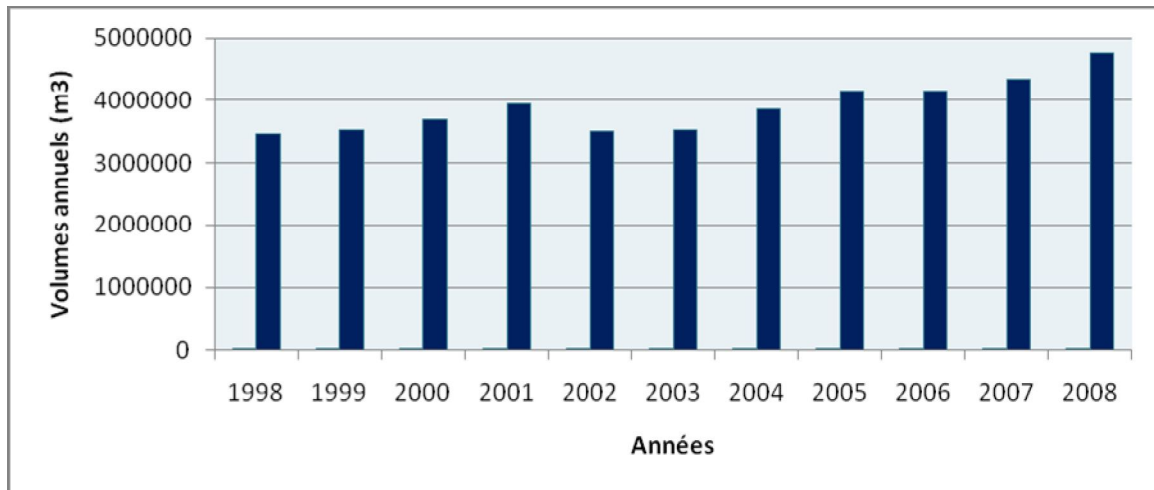


**Figure 12** : Variation des volumes d'eau journaliers pompés du mois de Juin 2009

La variation des cumuls annuels (Figure 13), montrent une nette augmentation des volumes (3500000 m<sup>3</sup> en 1998 à 4700000 m<sup>3</sup> en 2008) d'eau sauf pour les années 2002 et 2003 où

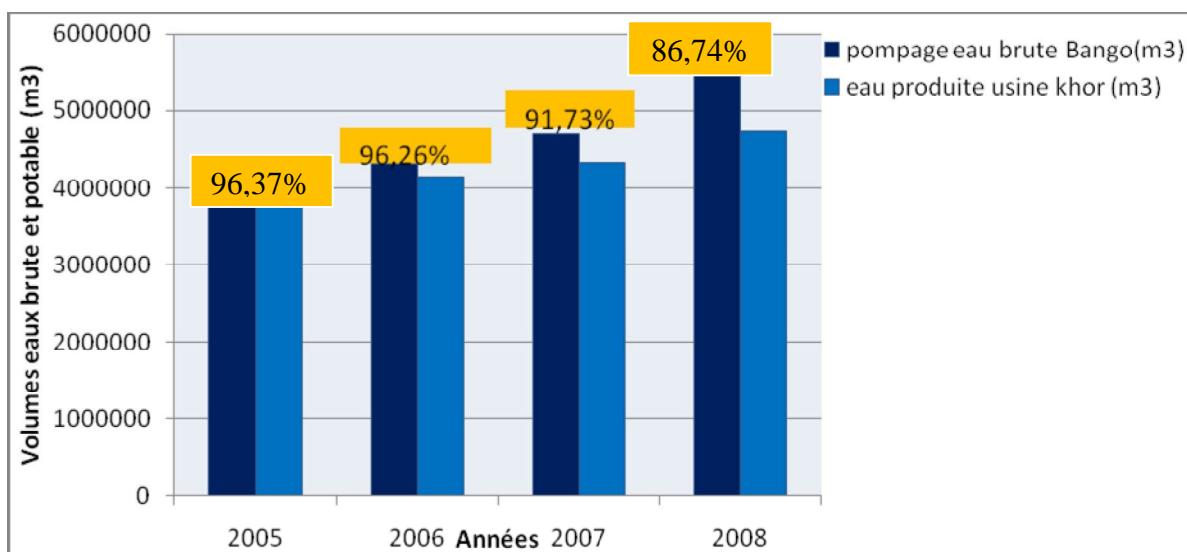


nous avons constaté une diminution et une constance du volume. Cette situation peut être expliquée du fait qu'en cette période, Saint Louis a connu de terribles inondations (il y avait une baisse de la demande en eau).



**Figure 13:** Volumes annuels produits par la SDE(1998-2008)

Nous avons aussi comparé le volume d'eau brute pompé à Bango à celui produit à l'usine de Khor. Ceci dans le but d'estimer les pertes d'eau. De 2005 à 2008, les volumes d'eau ont augmenté avec celui de l'eau brute toujours supérieur à celui de l'eau potable. Nous notons une diminution progressive du rapport eau potable sur eau brute ; cela peut être dû à des fuites ou à la consommation de l'usine (Figure 14). Nous avons estimé les besoins annuels en eau potable de Saint Louis qui s'élèvent à **4860000 m<sup>3</sup>**.



**Figure 14:** Comparaison des volumes d'eaux brute et potable (2005-2008)

Dans le cas du suivi du Plan de Production Eau et Consommables, la SDE a prévu un volume annuel de **4846526 m<sup>3</sup>** pour l'année **2009** avec un rendement de station mois de **96%**.

### **III.3.2. L'agriculture**

L'agriculture constitue la principale activité et est dominée par la riziculture, le maraîchage et l'arboriculture. Les cultures sous pluies sont devenues aujourd'hui très aléatoires du fait de la variabilité et de la faiblesse des précipitations qui font courir de risques aux producteurs.

Nous montrons ici principalement les agriculteurs qui utilisent directement l'eau de la réserve de Bango.

#### **III.3.2.1. Coopérative agricole de Bango**

Avec le projet de la GOANA, la rizière de Bango a été récupérée par la SAED pour les besoins de la riziculture. Cette rizière de **40 ha**, est exploitée par une coopérative agricole (section villageoise de Bango) qui fait de la riziculture (Photo 7). Cette coopérative est composée de **120** membres dont un président, un secrétaire général, un trésorier, un commissaire au compte, un responsable casier (terrain), un responsable recouvrement et leurs adjoints. Elle a des motos pompes qui puisent directement dans la réserve. En général, les producteurs font deux campagnes par année et mobilisent **16500 m<sup>3</sup>/ha** en moyenne par campagne. Nous en déduisons qu'ils utilisent **1320000 m<sup>3</sup>/an** d'eau en moyenne.

Les riziculteurs payent un recouvrement de **1800 F CFA/ha** par campagne à la Société de Gestion et d'Exploitation de Diama (SOGED) pour les besoins d'entretien des ouvrages.

Ils utilisent de l'urée et du propanyl weedone pour les traitements phytosanitaires; ils n'ont pas de réseaux de drainage des eaux usées. Ces produits chimiques et les fuites d'huiles des engins sont drainés dans la réserve, ce qui peut entraîner une altération de la qualité de l'eau. Ils déplorent les mauvais aménagements qui leur font perdre beaucoup d'eau.



**Photo 7** : Cultures de riz de la coopérative agricole de Bango

### **III.3.2.2. GIE des maraîchers et arboriculteurs de Khor-Bango**

Au niveau de Khor-Bango, existe un GIE composé de 325 maraîchers et arboriculteurs qui exploitent la réserve de Bango. Ce GIE dispose d'une station de pompage qui débite à 350 m<sup>3</sup>/h ; d'un canal à ciel ouvert de 7 km où sont connectés des tuyaux qui alimentent les vergers et les champs par siphonage (Photo 8). Ce canal polarise les villages de Bango, de Santhiane, de Khar Yalla kabane et de Khor village. Les principales activités sont : le maraîchage, l'arboriculture, l'aviculture, l'embauche bovine. Il pompe 10 heures de temps par jour ; avec une alternance de deux jours de pompage suivi d'un jour de repos.

80% parmi eux, utilisent des matières organiques pour leurs cultures et d'autres utilisent de temps en temps des produits phytosanitaires.

Nous avons pu estimer la quantité pompée à **882000 m<sup>3</sup> /an** pour les besoins en eau de ces maraîchers et arboriculteurs.



**Photo 8** : Canal à ciel ouvert alimentant les vergers et champs de Khor-Bango

### III.3.2.3. SOCAS à Bango

La SOCAS à Bango exploite 70 ha et fait de l'irrigation goutte à goutte qui mobilise moins d'eau. Les cultures concernent principalement la tomate industrielle, la pastèque.

Les pompages maximaux de la SOCAS à Bango s'observent de Décembre à fin Mars et sont de l'ordre de 2000 m<sup>3</sup>/jour ; en dehors de cette période, les pompages varient de 1000 à 1500 m<sup>3</sup>/jour pour les autres mois. Ainsi, nous avons estimé à **720000 m<sup>3</sup>/an** en moyenne les besoins eau de la SOCAS à Bango. La station de pompage est installée dans la réserve (Photo 9). Lors de notre entretien avec le responsable de SOCAS Bango (juillet 2009), il nous a fait savoir qu'ils sont à leur dernière exploitation c'est-à-dire qu'ils vont quitter les lieux cette année du fait d'appartenance des terres à un autre propriétaire.

Il ya aussi la SOCAS à Savoigne qui exploite à amont de la réserve.



**Photo 9:** Station de pompage de la SOCAS à Bango

### III.3.2.4. GDS

Les GDS sont une société agro-industrie fruitière installée dans le village de Lampsar, communauté rurale de Gandon, qui utilise l'eau de la réserve pour ses besoins en irrigation (Photo 10). Les systèmes d'irrigation sont le goutte-à-goutte et l'aspersion avec une production sous serre de variétés horticoles destinées à l'exportation allant de la tomate-cerise (90 ha) aux maïs doux (85 ha) en passant par les haricots verts et les bananes (Kamara, 2008). Ses prélèvements sont estimés à **2092000 m<sup>3</sup>/an** (année 2008).

Du fait de la baisse de niveau de la réserve depuis Mars 2008, ils retournent sur le Djeuss pour satisfaire leurs besoins en eau.



**Photo 10:** Pompage des GDS dans la réserve (Cliché : Eddy Graëff et D.R Radio France Internationale (RFI)) dans Kamara, 2008.

### III.3.2.5. Ndiawdoune Naar

Le village de Ndiawdoune Naar disposant d'un potentiel d'exploitation de 9 ha dans le Diéri, utilise aussi l'eau de la réserve pour les besoins d'irrigation (goutte à goutte). C'est grâce à un canal et un groupe motopompe (photo 11) qu'il alimente les champs situés à 850 m en amont (Kamara, 2008). Actuellement, ils cultivent essentiellement de l'arachide et de l'oignon pendant la saison sèche (Janvier à Mai). Nous avons estimé les besoins saisonniers d'eau à **109440 m<sup>3</sup>**.



**Photo 11 :** Canal alimentant la station de pompage du village de Ndiawdoune Naar (source : Kamara, 2008)

A ceux-ci s'ajoutent les agriculteurs situés en amont de la réserve de Bango (sur l'axe Gorom-Lampasar) dont leurs exploitations impactent fortement cette réserve. Parmi ces agriculteurs, nous avons ceux qui sont encadrés par la SAED et les producteurs privés.



Cette année (2009), plusieurs producteurs ont abandonné leurs champs à cause du manque d'eau ; ceci est dû à l'augmentation des aménagements avec le projet de la GOANA sans tenir compte de la disponibilité de l'eau. Dans la zone de Ross Béthio, 244 ha emblavés ont été tous abandonnés du fait qu'ils sont restés 45 jours sans irrigation selon les producteurs (DRDR, 2009). Ces problèmes se sont répercutés sur la réserve de Bango car le niveau de la réserve de Bango était de 118 cm au 30 avril 2009, soit 0,20 m IGN correspondant à un volume de 5 millions de m<sup>3</sup>. A la même date, le niveau de la réserve était de 138 cm, soit 0,40 m IGN en 2008 correspondant à un volume de 6,5 millions de m<sup>3</sup>. Le déficit est de 1,5 millions de m<sup>3</sup> par rapport à 2009 (Procès verbal de la réunion tenue à la Gouvernance de Saint Louis du 14 Mai 2009).

C'est ainsi qu'il faut impérativement tenir compte de l'axe Gorom-Lampsar dans la gestion de la réserve de Bango du fait que les aménagements utilisent d'importantes quantités d'eau.

### III.3.3. Le Ranch de Bango

L'activité touristique est peu développée et est représentée ici par le ranch de Bango qui est le seul hôtel riverain de la réserve. Le ranch est installé sur les rives de la réserve et il est plus proche de la Zone d'Intérêts Cynégétiques (ZIC) de Djeuss et des Trois Marigots (pour la chasse, ouverte de décembre à avril ou mai selon les années) et du Parc National des Oiseaux de Djoudj (PNOD) que de son lieu d'implantation c'est-à-dire la réserve de Bango. Ce ranch utilise en moyenne **3 m<sup>3</sup>/jour**, essentiellement pour les douches de l'hôtel, de l'abreuvement des animaux et de l'arrosage de quelques arbres. Ce qui revient à un volume de **1080 m<sup>3</sup>/an**. Le ranch de Bango ne dispose pas d'adduction d'eau potable ; son eau de consommation vient du village de Bango. Or cette adduction pourrait réduire les prélèvements directs de la réserve. La Photo 12 montre le canal alimentant la station du ranch de Bango à partir de la réserve de Bango.



**Photo 12** : Canal alimentant la station du ranch de Bango

### III.3.4. Les populations riveraines

Les populations riveraines, de part la proximité et de l'accès gratuit à la réserve, utilisent directement l'eau de la réserve. Leur présence est surtout liée à la facilité des tâches ménagères et aussi pour des raisons socio-économiques. Les principales activités exercées sont la lessive, la vaisselle et la baignade (Photo 13) ; certaines parmi elles boivent cette eau. Ces activités polluent la réserve avec l'utilisation des détergents et autres. Ces populations sont victimes dès fois de maladies hydriques (par exemple la bilharziose). Les prélèvements qu'elles font sont négligeables car certaines d'entre elles disposent d'adduction d'eau potable dans leurs maisons ; quelques bassines d'eau sont prélevées pour compléter les tâches domestiques à la maison.

Elles exploitent les typhas pour la confection de nattes, de clôtures et de toitures qui sont vendues dans les hôtels, les auberges, dans les marchés locaux et lors de grandes cérémonies religieuses. Ce commerce met en valeur l'artisanat qui se développe à partir des ressources naturelles.



**Photo 13** : Activités des populations riveraines dans la réserve de Bango

### III.3.5. La pêche

La pêche pratiquée dans la réserve est de type artisanal. Elle est pratiquée à l'aide de petites pirogues (Photo 14) par les pêcheurs utilisant la palangre, les filets dormants. La pêche à l'épervier (Fowler, 2005) est aussi pratiquée. Cette activité économique dépend fortement du niveau, du remplissage de la réserve, des échanges eaux douces-eaux saumâtres (Leroy, 2006), de l'alternance et de la durée de la crue (apportant des éléments nutritifs favorables à la croissance des poissons) et de la décrue (Quensière et al, 2000). Les captures sont plus importantes en saison pluvieuse qu'en saison sèche. Du fait de la baisse de niveau de la

réserve, la pêche est essentiellement concentrée en aval de l'ouvrage de Bango sur le marigot de Khor pendant la saison sèche. Les ressources en poissons sont encore importantes, mais elles se sont appauvries en raison de la surexploitation. Les typhas dans la réserve servent de lieux de refuge et de reproduction des poissons, mais aussi sont contraignants pour la pêche à filets.



**Photo 14:** Pêcheur au niveau de la réserve de Bango

### **III.3.6. L'élevage**

L'élevage a une dominante intensive ou semi-intensive et est dépendant des parcours naturels ; cette une activité économique importante. Il héberge un faible pourcentage du cheptel communal ; son extension s'oppose aux contraintes spatiales, aux effets néfastes de la sécheresse et à la salinisation des sols (Fowler, 2005). Les espèces observés sont principalement les bovins, les ovins, les caprins et asins. La présence des éleveurs est expliquée par l'accès libre dans la réserve pour l'abreuvement et le pâturage (Photo 15). La paille de riz constitue actuellement un sous-produit d'une grande importance dans l'alimentation du cheptel, malgré sa qualité nutritionnelle médiocre par rapport aux autres sous-produits. Certains éleveurs lui accordent une grande importance pour la complémentation du déficit en fourrage de saison sèche (CSE, 2005). Pour l'élevage des ruminants, il existe un système extensif avec pâturage dans les espaces résiduels, les couloirs des exploitations agricoles ; ces animaux sont parqués la nuit. Le système semi-intensif fait



intervenir des pratiques supplémentaires le soir après le pâturage. Le système intensif est très représenté. Il met en stabulation les animaux pour leur apporter les ressources alimentaires nécessaires pour la production de lait et/ou de viande qui sont auto consommables et/ou commercialisables. Ainsi, le cheptel joue un rôle d'épargne, surtout pour les bovins qui ont une forte valeur commerciale.

Nous précisons que l'estimation des besoins en eau du cheptel a été difficile du fait des informations contradictoires reçues lors des enquêtes et entretiens. Parmi le cheptel, il ya des bêtes qui sont en permanence dans les abords de la réserve et il ya d'autres qui viennent des villages environnants et parfois même très éloignés qui viennent s'abreuver et paître puis repartir. Aussi, il est nécessaire de connaître les besoins quotidiens en eau du bétail qui varient de manière importante selon les espèces animales, le poids et le stade de croissance de l'animal. De plus, les conditions environnementales et les pratiques d'élevage peuvent aussi avoir un effet sur les taux de consommation d'eau. La température de l'air, l'humidité relative ainsi que les efforts fournis par l'animal ou son niveau de production en sont des exemples. La qualité de l'eau, notamment en ce qui a trait à sa température, à la salinité et à la présence d'impuretés qui en affectent le goût et l'odeur, influe également sur les taux de consommation. La teneur en eau du régime alimentaire de l'animal agit aussi sur ses habitudes de consommation d'eau. Ainsi, la quantité d'eau dont un animal a besoin diminue lorsque la teneur en eau de ses aliments est relativement élevée.

Néanmoins, nous avons pu retenir 1000 bovins et 350 petits ruminants ; ainsi, les besoins annuels en eau s'élèvent à **11680 m<sup>3</sup>**.

Cependant l'exigence des espaces sylvo-pastoraux, est confronté à la dégradation prononcée des pâturages, la réduction de l'espace pastoral du fait de l'occupation des terres humides par les aménagements agricoles entraînant des contraintes alimentaires liées à la faiblesse des ressources fourragères, aux difficultés d'accès à l'eau entre autres.



**Photo 15** : Bétail dans la réserve de Bango

### **III.3.7. L'écologie**

La réserve de Bango constitue une zone de gîte et de reproduction d'oiseaux et de poissons. On y retrouve les limicoles (comme les tourterelles, les pigeons, les cailles,...), les Ardéidés, les hirondelles, les Charadriidés et les Scolopacidés (Fowler, 2005). La réserve constitue aussi une zone de pêche pour des oiseaux ichtyophages comme les pélicans blancs, les cormorans ; des oiseaux paléarctiques (migrateurs) ; les Anatidés et les hérons sont aussi retrouvés.

La faune terrestre (mammifère et reptile) est assez rare en raison de la destruction du milieu naturel et de la chasse.

Cependant, avec les péjorations climatiques et la baisse du niveau de la réserve, la survie de ces espèces est menacée.

En fin, s'ajoute l'alimentation des trois marigots dont nous ne maîtrisons pas les entrées.

### **III.4. Bilan hydrologique de la réserve de Bango**

Dans cette partie, nous avons essayé d'estimer le bilan hydrologique de la réserve de Bango. L'alimentation de la réserve de Bango se fait principalement à partir de l'ouvrage de Mboubène via le Lampsar. L'alimentation se fait parfois par l'aval. Les études antérieures ont montré que les apports d'eau concernent essentiellement les eaux fluviales (94%) ; la pluie n'apporte que 6% de ce bilan (Scandiaconsult, 2004 ; SDE, 2007). L'évaporation constitue la

principale perte d'eau; cette perte peut être expliquée par la faible profondeur de la réserve et son étalement.

Du fait que nous ne maîtrisons pas ce qui rentre au niveau des ouvrages, nous avons estimé les apports à partir de la variation de volume journalier et des prélèvements des différents usagers identifiés. L'infiltration et les fuites au niveau des brèches sur les ouvrages et digues ne sont pas prises en compte. Bien vrai qu'en toute rigueur, les prélèvements sont souvent négligés dans un bilan hydrologique, nous les avons intégrés du fait des prélèvements importants par rapport au niveau actuel de la réserve. Pour faire ce bilan, nous avons pris en moyenne les prélèvements journaliers (Tableau 1) de chaque usager que nous avons ajoutés à l'évaporation pour avoir les sorties. Nous avons considéré les premiers mois de 2009 (1 Janvier au 10 Mai) pour traduire la situation actuelle de la réserve de Bango dans le cas du calcul de la variation du volume journalier. Pour chaque cote, nous déterminons le volume correspondant, la surface correspondante ; ainsi, nous avons déterminé la variation moyenne du volume d'eau journalier. L'évaporation reste la sortie la plus importante de la réserve d'eau de Bango ; les prélèvements journaliers s'élèvent à 42 943 m<sup>3</sup>.

**Tableau 1:** prélèvements journaliers des différentes sorties

<b>PRELEVEMENTS</b>	<b>VOLUME MOYEN JOURNALIER (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Evaporation</b>	<b>14340</b>
<b>SDE</b>	<b>13000</b>
<b>GDS</b>	<b>5732</b>
<b>Coopérative agricole de Bango</b>	<b>3616</b>
<b>GIE des maraîchers de Khor-Bango</b>	<b>3500</b>
<b>SOCAS à Bango</b>	<b>2000</b>
<b>Ndiawdoune Naar</b>	<b>720</b>
<b>Bétail</b>	<b>32</b>
<b>Ranch de Bango</b>	<b>3</b>
<b>TOTAL= 42943m<sup>3</sup>/jour</b>	

L'équation du bilan hydrologique journalier de la réserve s'écrit :

$$\Delta V = \text{Apports} - (\text{V}_{\text{évap}} + \text{V}_{\text{SDE}} + \text{V}_{\text{GDS}} + \text{V}_{\text{COOP}} + \text{V}_{\text{GIE}} + \text{V}_{\text{SOCAS}} + \text{V}_{\text{Ranch}} + \text{V}_{\text{irr}} + \text{V}_{\text{bétail}})$$

Avec :

$\Delta V$  : la variation de volume journalier

Apports : volume des eaux fluviales

Sorties

$V_{\text{évap}}$  : volume d'eau évaporé

$V_{\text{SDE}}$  : volume prélevé par la SDE pour l'AEP

$V_{\text{GDS}}$  : volume prélevé par les GDS

$V_{\text{COOP}}$  : volume prélevé par la coopérative agricole de Bango

$V_{\text{GIE}}$  : volume prélevé par le GIE des maraichers de Khor-Bango

$V_{\text{SOCAS}}$  : volume prélevé par la SOCAS à Bango

$V_{\text{Ranch}}$  : volume prélevé par le Ranch de Bango

$V_{\text{bétail}}$  : volume prélevé pour l'abreuvement du bétail

$V_{\text{irr}}$  : volume prélevé pour l'irrigation du village de Ndiawdoune Naar

Après calcul, nous avons trouvé un  $\Delta V$  de  $-20922 \text{ m}^3/\text{jour}$  en moyenne

D'où :

$$\text{Apports} = \Delta V + \text{Sorties} = -20922 + 42943 = 22022 \text{ m}^3/\text{jour}$$

Ainsi, nous en avons estimé le débit :

$$\text{Débit} = 22022 / (24 \times 3600) \approx 0,25 \text{ m}^3/\text{s}$$

Nous rappelons que ce bilan est fait sur les valeurs moyennes journalières de chaque composante sur la période du 1 Janvier au 10 Mai 2009 pour faire paraître la situation actuelle de la réserve de Bango. Nous avons choisi cette échelle (journalière) du fait de la courte période et de la disponibilité des cotes journalières ; pour éviter de trop biaiser les valeurs en prenant d'autres échelles et du fait qu'il ya des variations journalières importantes des cotes.

Cette variation négative du volume d'eau montre que les sorties sont supérieures aux entrées (ces entrées étaient parfois mêmes nulles) ; la demande est largement supérieure à l'offre. Les prélèvements se faisaient sur le volume « statique » de la réserve. Ce faible débit témoigne de la situation critique qui sévissait dans la réserve de Bango (inquiétude de la SDE pour l'AEP de Saint Louis, pertes de cultures sur les périmètres irrigués, ...) durant les mois d'Avril et de Mai 2009. Les apports d'eau à cette période étaient très faibles voir même nuls ;

l'absence d'apport externe met la réserve en phase d'isolement alors que les prélèvements s'amplifient à cette période de l'année pour l'irrigation de contre-saison et l'AEP de Saint-Louis. Il a fallu même qu'une réunion d'urgence soit convoquée par le Gouverneur de Saint Louis pour l'examen de la situation de la réserve de Bango et des axes hydrauliques en général et les mesures à prendre ; des tours d'eau ont été même installés dans la réserve de Saint Louis pour l'irrigation (du mercredi au samedi pour le bief amont (Ronkh – Boundoum) et du dimanche au mercredi pour le bief médian (Boundoum – Ndiol).

Ce bilan montre que l'existence de la réserve dépend en grande partie du régime des cours d'eau qui en assure son alimentation et d'une bonne gestion. Cependant, la réserve souffre de la forte évaporation, des prélèvements non contrôlés des autres usagers, de l'envahissement des végétaux aquatiques et de l'envasement de l'axe hydraulique qui assure son alimentation.

### **III.5. Problèmes (menaces) de la réserve de Bango**

Dans cette partie, nous avons essayé de synthétiser les problèmes évoqués par les usagers et ceux identifiés sur le terrain.

#### **III.5.1. Salinisation des eaux et des terres**

La topographie basse et plane du delta favorise la remontée marine (CSE, 2005). Dans la réserve de Bango proprement dite, ce phénomène est surtout observé dans les zones qui étaient auparavant inondées et qui sont devenues maintenant sèches du fait du déficit hydrique. C'est par phénomène de capillarité que la nappe salée transporte vers la surface du sol d'importantes quantités de sels. Ce phénomène de remontée capillaire a lieu principalement en saison chaude et sèche, dans des conditions où l'évaporation est particulièrement élevée (OMVS, 2007). Mais la menace actuelle de la réserve est l'intrusion d'eau salée à travers l'ouvrage de Bango. Le taux de salinité de la réserve a augmenté cette année avec un pic de 142 mg/l relevé au cours de la première semaine de mai 2009 contre un maximum de 30 mg/l habituellement.

#### **III.5.2. Plantes envahissantes**

La prolifération des végétaux aquatiques nuisibles (particulièrement les typhas) est donc un des problèmes environnementaux les plus préoccupants dans la réserve de Bango (photo 16), ceci non seulement du point de vue de l'ampleur du phénomène mais aussi de ses incidences écologiques, sanitaires et socio-économiques et de la difficulté de son éradication. Elles

provoquent une eutrophisation de la réserve qui s'appauvrit en oxygène et devient impropre au développement de l'ichtyofaune, colmatent et créent un envasement des axes hydrauliques. L'envahissement de ces plantes est un danger pour la santé humaine. Il entraîne le développement de la faune malacologique, intermédiaire aux parasites provoquant la schistosomiase/bilharziose. Les plantes servent de refuges permanents aux moustiques dont la prolifération favorise l'explosion de la malaria. Elles bloquent la circulation de l'eau et les voies d'accès à cette dernière, rétrécissent la surface exploitable.



**Photo 16** : Plantes envahissantes dans la réserve de Bango

### **III.5.3. Sources de pollution des eaux**

Actuellement, la qualité de l'eau de la réserve de Bango est jugée acceptable ; mais il existe des sources potentielles de pollution dont il faut impérativement prendre des dispositions.

#### **III.5.3.1. La pollution domestique**

Elle résulte des activités des populations riveraines dans la réserve. Ces activités sont principalement la lessive, la vaisselle et la baignade. Certaines de ces populations déversent leurs ordures ménagères dans la réserve ; celles n'ayant pas de latrines satisfont leurs besoins naturels dans les berges. Cette insalubrité reste ainsi source de certaines maladies diarrhéiques (bilharziose) mais aussi contribue à la prolifération de vecteurs de maladies (paludisme).

### **III.5.3.2. La pollution agricole**

Avec l'absence de conduits d'écoulement dans les aménagements rizicoles à Bango, les eaux usées issues de l'irrigation sont drainées dans la réserve. Or cette irrigation nécessite dès fois des intrants agricoles qui peuvent être nocifs à l'homme. L'utilisation des engrais participe à la salinisation des terres et par conséquent de l'eau.

A ces sources de pollutions s'ajoutent les eaux usées du village de Bango, les déchets hospitaliers déversés dans le fleuve, les eaux usées du Prytanée militaire en amont, les eaux usées des exploitations de la SAED en amont, qui peuvent se retrouver dans la réserve de Bango.

### **III.5.4. Autres problèmes**

A ces problèmes, nous joignons aussi :

- Vétusté des ouvrages de régulation et de protection de la réserve ;
- Pertes énormes d'eau en aval vers la mer ;
- Pertes d'eau dues aux mauvais aménagements agricoles;
- Exploitations anarchiques entraînant des prélèvements importants et non contrôlés d'eau ;
- Baisse importante du niveau d'eau entraînant ainsi la remontée marine et l'insatisfaction des besoins en eau des usagers ;
- Pas de pistes pour les animaux sur les aménagements à Bango pour pouvoir accéder à l'eau de la réserve ; ni d'ouvrages fonctionnels pour l'abreuvement des animaux ;
- Fuite et disparition d'animaux et d'oiseaux dus au déficit d'eau et à la dégradation de l'environnement ;
- Problème de conquête de terres et mésentente entre agriculteurs et éleveurs entraînant dès fois des « conflits » réglés à l'amiable ;
- Absence de concertation et d'implication des différents usagers et gestionnaires.

## **III.6. Diagnostic du cadre de gestion de la réserve de Bango et acteurs impliqués**

### **III.6.1. Cadre juridique**

La Gestion des Ressources en Eau au Sénégal a été perturbée par l'accroissement très rapide de la population urbaine, du cheptel et le développement des activités agricoles et industrielles. C'est ainsi que face à cette situation, l'Assemblée Nationale de la République du Sénégal avait voté la Loi n° 81-13 du 04 Mars 1981 portant Code de l'Eau. Le principe

essentiel entre tous est celui de la domanialité publique des eaux, qui fait de cette ressource un bien commun à tous. La domanialité publique des eaux explique le pouvoir conféré par le Code aux agents chargés de la police des eaux, qui sont compétents pour réprimer toute utilisation anarchique, tout gaspillage, tout acte entraînant volontairement ou la pollution des ressources hydrauliques, tout fait qui va à contre courant de l'intérêt général. C'est sur cette base que repose une bonne planification des ressources, leur bonne gestion et leur répartition équitable entre les différents usages et chacun selon ses besoins dans le cadre du strict respect de l'intérêt général. C'est sur ce principe que se fonde également l'obligation posée par le Code de soumettre à autorisation préalable toute exploitation de nos ressources en eau quels que soient le but visé, la forme et les moyens utilisés. Le Code insiste également sur l'aspect sanitaire, car il intègre les normes définies par l'Organisation mondiale de la Santé, tout en les adaptant à notre niveau de développement et à la nature de nos ouvrages hydrauliques. Ce code est appuyé par le code de l'environnement (loi n°2001-01 du 15 janvier 2001) de l'appartenance des ressources en eau aux biens publics, portant sur l'étude d'Impact portant implicitement à la nécessité de surveillance des produits chimiques, le code de l'hygiène (loi n°83-71 du 5 juillet 1983) portant sur la salubrité de l'eau et le code des collectivités locales (loi n°96-06 du 5 février 1996) portant sur le transfert des compétences aux collectivités locales dans 9 domaines dont l'environnement et la gestion des ressources naturelles. Ces codes viennent prendre en charge et approfondir certains aspects juridiques et réglementaires.

### **III.6.2. Cadre institutionnel**

Au Sénégal, la Gestion des Ressources en Eau est confiée au Ministère Chargé de l'Hydraulique qui agit en étroite collaboration avec d'autres Ministères et Directions Ministérielles et Institutions privées et Publiques dans des aspects Sectoriels de la Gestion des Eaux. Le Ministère de l'Urbanisme, de l'Habitat, de l'Hydraulique et de l'Assainissement demeure la principale institution qui s'occupe de la gestion des ressources en eau du Sénégal (particulièrement la réserve d'eau de Saint Louis) via la Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau (DGPRE). Ce ministère est appuyé par d'autres ministères à savoir : le Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature, des Bassins de rétention et des Lacs artificiels, le Ministère de la santé et de la prévention, le Ministère de l'Economie Maritime, des Transports maritimes, de la Pêche et de la Pisciculture et les Ministères de l'Agriculture et de l'élevage par le biais de leurs directions. La DGPRE délègue à la SAED l'entretien de la réserve de Saint Louis à travers « un cahier de charge



relatif à la gestion des eaux du bief aval du système Gorom-Lampsar-Djeuss et de ses défluent » (Scandiaconsult, 2004). Quant à la réserve de Bango proprement dite, elle est gérée par la Division Régionale de l'Hydraulique de Saint Louis.

Le manque de synergie entre ces différentes institutions et de cadre de concertation durable reste à l'origine de nombreux dysfonctionnements dans la gestion des ressources en eau.

### III.6.3. Acteurs impliqués dans la gestion de la réserve de Bango

Certains acteurs ont été identifiés dans la gestion de la réserve de même que leur rôle :

- **La Division Régionale de l'Hydraulique de Saint Louis** : elle est chargée de la politique et de la gestion des ressources en eau de Saint Louis. Elle s'occupe du remplissage et de la vidange de la réserve et assure son suivi hydrologique ; son pouvoir de décision reste limité. La faiblesse de son personnel et de ses moyens matériels et techniques, entrave son rôle ;
- **La SDE** : assure l'alimentation en eau potable de Saint Louis, contrôle la qualité de l'eau et ne dispose d'aucun pouvoir de décision ;
- **La SAED** : n'intervient pas directement dans la gestion de la réserve de Bango mais agit plutôt en amont sur l'axe Gorom-Lampsar ;
- **Le Gouverneur de Saint Louis** : qui recueille les informations sur les problèmes et donne des recommandations à exécuter à l'issue des réunions ; il joue le rôle de pondérateur, de coordinateur et de décideur ;
- **Les grands usagers (SOCAS, GDS), les Communautés Rurales** : ils sont souvent convoqués aux réunions organisées à la Gouvernance de Saint Louis. Ils n'ont aucun pouvoir de décision et à vrai dire ils n'ont aucun rôle dans la gestion de la réserve.

Au regard de tous les usagers identifiés, des problèmes énumérés et des acteurs impliqués dans la gestion de la réserve de Bango, nous pouvons dire que la gestion de cette réserve est loin d'être « bonne ». Ceci est surtout lié à la gestion monosectorielle, aux privilèges de certains usagers au détriment d'autres, à l'exploitation anarchique de la réserve et à l'absence de concertation entre les différents usagers et entre ces derniers et les gestionnaires.

C'est ainsi qu'il urge d'aller vers une gestion intégrée de cette réserve pour une exploitation rationnelle et une gestion durable.

## **IV. PROPOSITION D'UN CADRE DE GESTION**

Dans cette partie, il s'agit de proposer des solutions pour une bonne gestion de la réserve de Bango. Comme ces propositions sont basées sur la GIRE et ces principes, un petit rappel a été fait pour cela (voir annexe 1). Ainsi, les enjeux de la réserve sont exposés avant la proposition du cadre de gestion.

### **IV.1. Enjeux de la réserve de Bango**

#### **IV.1.1. Enjeux socio-économiques**

Les enjeux socio-économiques de la réserve de Bango sont liés aux utilisations de son eau pour :

- L'approvisionnement en eau potable de Saint Louis;
- Les besoins en eau des populations riveraines ;
- Le développement de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche artisanale et du tourisme.

#### **IV.1.2. Enjeux environnementaux**

- La préservation de la biodiversité et la durabilité de l'environnement.
- La survie des écosystèmes aquatiques, terrestres et intermédiaires ;

#### **IV.1.3. Enjeux institutionnels et organisationnels**

La gestion intégrée des ressources en eau passe par une bonne gouvernance pour créer un environnement propice à la mise en valeur des différentes utilisations de l'eau afin d'en maximiser le potentiel et d'assurer la durabilité de la ressource. Elle a de nombreuses facettes qui convergent toutes vers la définition d'un cadre décisionnel et administratif pour la gestion de l'eau au sein duquel les besoins et les intérêts de tous les utilisateurs (y compris l'environnement) sont représentés de façon équitable et transparente. La présence d'un nombre important d'intervenants nécessite, après la définition des choix technologiques et des options stratégiques, que le rôle des acteurs soit clairement défini, que chaque acteur appréhende aussi bien son rôle, ses devoirs et obligations ainsi que ceux des autres acteurs. Ceci concerne notamment :

- Mobilisation de la volonté politique ;
- Rupture des approches sectorielles et de la centralisation des pouvoirs décisionnels ;
- Implication et responsabilisation des populations locales dans les prises de décision ;

- Renforcement des capacités ;

## **IV.2. Proposition d'un cadre de gestion de la réserve de Bango**

Une meilleure gouvernance de l'eau est une des clés du développement durable ; elle est indispensable pour assurer la vie sur terre, la santé et le progrès de nos sociétés, dans le respect de l'environnement. La compréhension des questions et des possibilités relatives à l'eau est une composante indispensable de la protection et de l'amélioration des ressources hydriques. Ce cadre vise une gestion rationnelle de la demande en eau (GDE), qui permettra d'accroître l'efficacité technique, sociale, économique, institutionnelle et environnementale dans la gestion de l'eau ; et donc à optimiser son utilisation, à réduire les pertes physiques et économiques, à améliorer l'efficacité des services et usages, et à faciliter l'accès à l'eau des plus pauvres ; aussi à apporter des solutions aux problèmes identifiés. Il s'agit ici du cadre institutionnel et organisationnel et de la gestion quantitative et qualitative de l'eau de la réserve de Bango.

### **IV.2.1. Cadre institutionnel et organisationnel**

L'application de ce cadre nécessite une réelle motivation des gouvernants et des politiques à adopter la GIRE. L'aval politique est extrêmement important pour lancer un processus cadre qui couvre tous les services concernés du gouvernement local. Il s'agit ici de :

- ***Renforcer le personnel de la DRH de Saint Louis et ses moyens financiers et matériels :*** ce renforcement consiste d'abord à augmenter le nombre du personnel, à les former sur la GIRE par l'intervention d'experts nationaux et internationaux; ainsi qu'à solidifier leurs capacités d'observation, de transmission et de traitement des données hydrologiques par l'acquisition de matériels (Sonde lumineuse, ADCP, Thalimède, ordinateurs portables et PC, connexion internet à haut débit, GPS, Moulinet, limnigraphe, Qliner) ; et de logiciels de gestion, de traitement et de stockage des données (Hydras 3, Hydraccess, Hydrom, Gestra) ; et aussi d'une voiture 4 x 4 tout terrain pour les missions de terrain. Les financements vont être sollicités au niveau de l'état du Sénégal, du Gouvernement du Canada et des bailleurs de fonds (UE, AFD, FAE, BAD) ;
- ***Convaincre les autorités étatiques sur l'adoption de la GIRE :*** il est question de persuader le Président de la République du Sénégal, les Ministres chargés de l'hydraulique, de l'environnement, de l'agriculture, de l'élevage, de la santé et de la pêche et tous les élus locaux de Saint Louis de l'importance de la GIRE en leur expliquant les

avantages (économiques, sociaux et environnementaux) que vont bénéficier les populations constituant leur base politique ; car les gouvernants réagissent aux perceptions du public. Cela se fera à travers des dialogues, des audiences, des rencontres et des ateliers spécifiques pour encourager le changement fondé sur la connaissance de meilleures pratiques de gestion de l'eau. Leur soutien permettra de pérenniser ce cadre par la mise des moyens nécessaires (humain, matériel et financier);

- ***Privilégier l'approche intégrée par rapport à l'approche sectorielle*** : ce privilège sera institué par l'état du Sénégal qui va promouvoir cette nouvelle approche dans sa politique de gestion des ressources en eau. Cette promotion se fera par l'intégration des fonctions des sociétés (SONES, SDE, SAED) et des directions (DGPRE, DRDR, DEEC, DIREL, DPSP) étatiques et des collectivités locales ; ainsi, chaque secteur d'activité (AEP, agriculture, élevage, pêche, usages domestiques, etc....) sera pris en compte lors des décisions d'exploitation et de gestion de la réserve. Aussi, le Sénégal doit inclure dans son programme d'éducation la GIRE en sollicitant des moyens financiers au niveau de la commission européenne et de la banque mondiale ;
- ***Renforcer la coordination entre les services et sociétés étatiques (DRH, SONES, SDE, SAED, DRDR, DGPRE) et les organisations des usagers***: ce renforcement se fera en organisant des ateliers et des séminaires de formation sur l'harmonisation des compétences et des rôles de chaque acteur et aussi sur le partage d'informations et de données et d'organiser des missions interservices de l'eau entre tous les directions et départements concernés ; les moyens vont être débloqués par l'état du Sénégal ;
- ***Mettre en place une cellule de gestion de la réserve de Bango associant les institutions étatiques, les collectivités locales, le secteur privé et la société civile dans ses composantes diverses*** : cette implication de toutes les parties prenantes est capitale dans la gestion de la réserve. Elle permettra l'intervention de toute une série de valeurs d'ordre social, économique, culturel, institutionnel et politique ainsi que des réalités matérielles et techniques et humaines ; et aussi le développement de la capacité des bénéficiaires à évaluer, choisir, planifier, créer, organiser, prendre des initiatives, et décider sur les solutions à implanter. La cellule qui aura son budget propre va tirer ses moyens de l'appui de l'état, des collectivités locales, des partenaires financiers et des fonds des taxes qui seront prélevées des gros usagers (SDE, GDS, Coopérative agricole de Bango, GIE de Khor-Bango, SOCAS à Bango, SAED). Cette cellule de gestion aura pour rôle d'examiner et d'approuver tout programme ou projet et tout aménagement envisagé dans la réserve, d'élaborer des programmes d'entretien et de nettoyage de la réserve, de financement et de

formation ; de résoudre les problèmes ; et de développer la participation des différents usagers. Elle veillera aussi à l'amélioration des conditions de vie (latrines, AEP, assainissement,...) et des opportunités socioéconomiques des populations riveraines, notamment par l'exploitation durable de la réserve ; à la sensibilisation et à l'éducation des riverains sur les bonnes pratiques à adopter concernant la protection de la réserve ;

- ***Renforcer les capacités d'intervention des collectivités locales dans le domaine de l'eau*** : ce renforcement revient à l'Etat du Sénégal qui doit augmenter leur effectif et leurs moyens financiers et matériels. Ces collectivités auront pour rôle d'élargir la participation des parties prenantes dans la prise de décision par la mise en œuvre d'une approche participative de la gestion de l'eau au niveau local ; de mettre en œuvre les politiques et législations sur l'eau développées à l'échelle nationale et atteindre les impératifs fixés par les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) ; de participer à l'entretien et la conservation de la réserve et de s'assurer que les projets développés dans le cadre de leur coopération décentralisée suivent les principes de la GIRE ;
- ***Créer un cadre de concertation permanent*** : ce cadre sera mis en place par le Gouverneur de Saint Louis (dont le rôle sera d'organiser et de présider les rencontres, de gérer les conflits, d'arrêter les décisions, de pondérer les pouvoirs et de vulgariser les informations), le Directeur de la cellule de gestion( qui aura pour rôle de faire l'état des lieux de la réserve), le Directeur du Patrimoine, du Contrôle, de l'Exploitation de la SONES (pour le contrôle de la qualité de l'exploitation), le Chef de Division de l'Hydraulique de Saint Louis (ses tâches seront de faire le bilan hydrologique, de fournir les niveaux d'eau et les courbes hauteur-volume-surface), le Directeur de la SDE (sa mission va concerner le suivi de la qualité de l'eau ), le Directeur de la SAED (il aura pour fonction d'évaluer les besoins en eau des aménagements, de définir un tour d'eau et de veiller sur les exploitations informelles) et les responsables des associations des autres usagers (ils auront pour service de faire parvenir leurs prélèvements d'eau, d'aider à la diffusion des informations, de signaler ceux qui ne respectent pas les décisions arrêtées, d'évoquer les problèmes de la réserve) ;
- ***Développer la coopération internationale et la recherche scientifique et opérationnelle sur la réserve en vue de la mise en œuvre du cadre de gestion*** : ceci est du rôle de la cellule de gestion ; il permettra de développer et de partager les connaissances et données avec les universités (UCAD, UGB) pour des travaux de recherche et les instituts de recherche comme l'IRD ; et de développer dans le cadre de la coopération internationale des projets sur des thématiques prioritaires.

#### IV.2.2. Gestion de la quantité de l'eau

Cette gestion commence d'abord par la maîtrise des apports et des sorties d'eau de la réserve. La DRH de Saint de Louis sera en étroite collaboration avec le comité de gestion de l'eau pour la vidange et le remplissage de la réserve. Ainsi, urge de :

- **Réhabiliter les ouvrages de régulation et de protection de la réserve** : cette réhabilitation sera à la charge de la cellule de gestion en collaboration avec le cadre de concertation permanent , la SONES et la DGPRES pour la mobilisation des crédits déconcentrés du ministère chargé de l'hydraulique et la recherche de financement au niveau des bailleurs de fonds. Les ouvrages doivent être entièrement reconstruits en augmentant leur capacité hydraulique ; les vannes pourront être manipulées à l'aide d'un servomoteur dont l'alimentation électrique peut être assurée par un petit groupe électrogène mobile, avec aussi possibilité de manipulation manuelle. Ceci permettra de maîtriser et de faciliter le contrôle des entrées et des sorties au niveau de ces ouvrages. Surtout pour l'ouvrage de Bango (très vétuste) où il ya souvent des brèches car une forte marée peut faire céder cet ouvrage et entraîner une catastrophe (salinisation de la réserve) pour Saint Louis car ne disposant plus de source d'eau douce pour son AEP ;
- **Créer un comité de gestion de l'eau** : ce comité sera créé par la cellule de gestion de la réserve ; il aura pour rôle de s'occuper de la réglementation des prélèvements d'eau, de la contribution financière des grands usagers (SDE, GDS, Coopérative agricole de Bango, GIE de Khor-Bango, SOCAS à Bango) et de fixer des cotes d'alerte du niveau d'eau de la réserve : c'est-à-dire fixer une cote minimale d'eau (pour protéger les prises d'eau) et une cote maximale à ne pas dépasser pour protéger les digues et éviter des débordements ; c'est cela qui permettra d'être à l'abri des déficits et des inondations. Les prélèvements se feront en fonction des urgences et du niveau d'eau ;
- **Augmenter la disponibilité de l'eau de la réserve** : cette action sera exécutée par la cellule dans son programme de travaux d'entretien et de nettoyage de la réserve. Ceci passe par le colmatage des brèches pour éviter les pertes d'eau par fuite, le curage de l'axe Gorom-Lampsar qui alimente principalement la réserve, le faucardage des plantes envahissantes (qui seront utilisées après pour le fourrage, le fumage du poisson, le composte, la confection de nattes, etc.) dans la réserve pour faciliter et augmenter les apports d'eau. Ainsi, la réalisation d'un canal d'amenée d'eau entre Mboubène et Diama pourra résoudre les problèmes de déficit d'eau ;

- ***Adapter les aménagements et les techniques agricoles*** : ceci ressort du domaine de la SAED en collaboration avec la cellule de gestion. Il s'agira de restructurer les aménagements anarchiques des riziculteurs et adopter de nouvelles techniques d'irrigation (goutte à goutte) peu consommatrices d'eau, afin d'éviter les pertes énormes d'eau dans les aménagements ; de créer des canaux de drainage des eaux usées qui pourront être réutilisés après traitement pour les besoins en eau de l'agriculture.

#### **IV.2.3. Gestion de la qualité de l'eau**

Actuellement, la réserve de Bango ne connaît pas de pollution majeure ; mais il existe d'énormes sources potentielles de pollution dont il faut surveiller de près. Il importe de :

- ***Mettre en place une police de l'eau pour la surveillance quotidienne de la réserve*** : elle sera essentiellement assurée au niveau local sous l'autorité du Gouverneur de Saint Louis. Elle aura pour rôle de contrôler et de surveiller la réserve de toute pollution et d'interdire toute activité dans la réserve susceptible de générer une pollution. Cette police fera appliquer les lois et règlements concernant les ressources en eau du Sénégal et aussi le principe pollueur-payeur ;
- ***Renforcer le dispositif de suivi et de contrôle de la qualité des eaux de la réserve de la SDE*** : il convient d'abord augmenter l'effectif des chimistes de la SDE et de les doter d'une station de mesure qui permettra la mesure automatique en ligne de nombreux paramètres physico-chimiques tels que : le pH, la conductivité, la turbidité, les nitrates, les phosphates,... Elle assure le prélèvement d'échantillons, l'acquisition et le traitement de données. En cas de pollution ou de dépassement des seuils d'alerte, la prévention se fera par envoi de message téléphonique, e-mail, SMS,... S'il s'agit d'une pollution majeure, le responsable de la station va saisir immédiatement le Gouverneur de Saint Louis qui à son tour convoquera une réunion d'urgence du cadre de concertation permanent pour trouver des solutions alternatives et informer rapidement les populations de la situation et les dispositions à prendre ;
- ***Traiter les eaux usées de Bango, de l'hôpital et du Prytanée militaire avant leur rejet dans la nature*** : cette tâche sera réservée à l'ONAS qui devra être doté d'une station moderne d'épuration et de traitement des eaux usées ; toutes les eaux vont être collectées par cette station. Ceci passe d'abord par un raccordement de tous ces rejets au réseau d'assainissement. Le financement sera sollicité au niveau de la banque mondiale, de la BAD, du PEPAM, etc. Les eaux traitées peuvent être réutilisées pour l'agriculture.



## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ce travail dont le questionnement central se résume en comment intervenir pour prendre en compte les aspects sociaux, économiques et environnementaux dans un processus de gestion intégrée de la réserve d'eau de Bango ?, a aboutit à diverses constatations.

La disponibilité de la ressource en eau (aspect quantitatif) est aujourd'hui menacée d'abord par les faibles apports d'eau et les pertes énormes. D'importants prélèvements d'eau non contrôlés par de multiples usagers dans la réserve font que des besoins en eau de certains usages sont insatisfaits. L'envahissement des plantes aquatiques (typhas) réduit la capacité de stockage de la réserve, bloque la circulation de l'eau et crée un envasement de l'axe hydraulique qui assure principalement son alimentation.

La qualité de l'eau de la réserve de Bango est jugée acceptable ; mais elle est menacée de l'intrusion d'eau salée provenant de la mer au niveau de l'ouvrage de Bango qui est trop vétuste. Certains végétaux aquatiques, les intrants agricoles, les activités des populations riveraines et les ordures domestiques déversées dans la réserve, altèrent la qualité de l'eau. Cependant, il existe des sources potentielles de pollution (eaux usées de Bango, du Prytanée militaire et de l'hôpital de Saint Louis) qui peuvent causer de sérieux problèmes de pollution. Quant à la gestion de la réserve, elle reste sectorielle et inefficace ; il n'y a pas de cadre de concertation fonctionnelle, ni d'implication de tous les usagers dans la gestion de la réserve. La DRH de Saint Louis demeure la principale institution qui s'occupe de la gestion de cette réserve ; mais elle est confrontée à un manque de personnel et de moyens matériels et financiers.

Le cadre de gestion proposé, permettra de résoudre les problèmes ; de prendre en compte les aspects socio-économiques, les aspects environnementaux et ceux institutionnels et organisationnels. Il favorise la concertation et la participation de toutes les parties prenantes dans les prises de décision, en vue d'une exploitation rationnelle et équitable et d'une gestion durable de la réserve de Bango.

Ce travail est loin d'être achevé car nous envisageons d'élaborer un plan de gestion complet de la réserve d'eau de Saint Louis, qui comportera l'analyse situationnelle, l'articulation de la vision, la formulation des stratégies d'orientations, le plan d'actions, la mise en œuvre et le suivi et évaluation. Il est projeté aussi d'élargir cette étude sur l'axe Gorom-Lampsar par lequel la réserve est alimentée principalement (côté amont) et du côté aval car en matière de gestion intégrée il faut tenir compte de l'amont et de l'aval.

## RECOMMANDATIONS

Compte tenu de toutes ses considérations, nous recommandons vivement de:

- ✚ Mettre en place un système de télégestion entraînant une gestion automatique vannes et des plans d'eau, donnant ainsi des informations à temps réel pour donner l'alerte (inondation, pénurie) sur l'axe Gorom-Lampsar;
- ✚ D'encourager toute initiative entreprise dans le but d'assurer une gestion de l'eau qui en assure sa qualité et sa quantité non seulement aujourd'hui, mais également pour les générations futures;
- ✚ Mettre des ouvrages pour l'abreuvement des animaux de Bango à Mboubène ;
- ✚ Attribuer des permis d'utilisation de l'eau pour les gros usagers ;
- ✚ Faire des prévisions hydrologiques et élaborer des bulletins hebdomadaires de la situation hydrologique de la réserve ;
- ✚ Adapter les recommandations théoriques aux contraintes locales en tenant compte des réalités sociales ;
- ✚ Limiter les cultures de contre saison ;
- ✚ Etablir un Système d'Information Géographique (SIG) et géo référencer les points de rejet et les sources de pollution existantes et potentielles de l'ensemble de la réserve;
- ✚ Délimiter une zone tampon autour de la réserve où sera interdite toute activité anthropique ;
- ✚ Prendre en compte l'apport des organisations non gouvernementales, aussi bien au niveau de la conception qu'à celui de la mise en œuvre des politiques de protection et de gestion des ressources en eau.

# REFERENCES ET BIBLIOGRAPHIE

## A. Ouvrages Généraux

- Burton, J., 2001** : La Gestion Intégrée Des Ressources En Eau. Manuel De Formation. Iepf/Auf. Paris. 261 Pages
- Calder, I.R. 1999**: The blue revolution: land use and integrated water resources management. London, R.U., Earthscan, 192pp.
- Cap-Net, 2005**. Plans De Gestion Intégrée Des Ressources En Eau : Manuel De Formation Et Guide Opérationnel, 107p.
- Cap-Net, 2008**. Les aspects économiques dans la gestion durable de l'eau : Manuel de formation et Guide des facilitateurs, 169p.
- Fowler, S.L., 2005**: Sharks, rays and chimaeras, the status of the Chondrichthyan fishes, PETS, IUCN, 462 p.
- GWP, 2000**: Integrated water resources management; TAC Background Papers No.4, 71p.
- Hofwegen, P.J.M. van, Jaspers, F.G.W., 1999**: Analytical Framework for Integrated Water Resources Management; Guidelines for Assessment of Institutional Frameworks, 110p.
- Leroy, M., 2006**, Gestion stratégique des écosystèmes du fleuve Sénégal. Actions et inactions publiques internationales, Paris, L'Harmattan, 624 p.
- Moriarty, P.; Butterworth, J. Et Batchelor, Ch., 2007**: La gestion intégrée des ressources en eau et le sous-secteur de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement domestiques. Cahier thématique 9-F; IRC, Centre International de l'Eau et de l'Assainissement, 51p.
- Quensière, J Et Torrekens, P., 2000** : *Pour une gestion durable des plaines d'inondation sahéliennes*, UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni., 214 p.

## B. Thèses, Mémoires et rapports d'étude

- Cogels, F. X., 1994** : La qualité des eaux de surface dans le delta du fleuve Sénégal et le lac de Guiers, Paris, Fond Documentaire ORSTOM, 48 p.
- CPE/OMVS, 2008** : Rapport de la 71<sup>ème</sup> Réunion, 12p.
- CSE, 2005** : Rapport d'exploitation préliminaire des données sur la zone d'étude (Département de Dagana), 51p.
- Diop, L., 2008** : Contribution a la mise en œuvre d'une gestion intégrée du lac de Guiers au Sénégal. 2IE / Ouagadougou, Projet personnel de master spécialisé gestion intégrée des ressources en eau, 56p.

**Diouf, Th. O., 1995** : Eau et environnement dans la réserve de Djeuss Lampsar: Problématique d'une gestion de la ressource hydrique, UGB. St-Louis, Mémoire, 70 p.

**DRDR, 2009**, République du Sénégal, Région de Saint – Louis Les Problèmes d'irrigation dans la Vallée. Rapport de Mission, 3p.

**FAO/SEDAGRI, 1973**, Étude hydro-agricole du bassin du fleuve Sénégal. Étude pédologique, Multigr. et cartes au 1/50000, 251 p.

**Faye, A., 1996** : Les critères de gestion optimum des ressources en eau dans le delta du fleuve Sénégal. Thèse de Doctorat de 3ème cycle, UCAD de Dakar, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Département de Géographie, 192p.

**Kamara, S., 2008** : Problématique GIRE autour d'une ressource stratégique : Le Cas de la réserve de Bango. Mémoire de Master 1 ; UGB de Saint Louis, Sénégal, 97p.

**Michel, P., 1973**, Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie : Étude géomorphologique, Tome 1, 2 et 3, Paris, Mémoires ORSTOM N°63, 800 p.

**OMVS, 2005** : Formulation du projet de gestion Intégrée et Amélioration du bassin versant du fleuve Sénégal. Rapport provisoire.

**OMVS, 2007** : Analyse Diagnostique Environnementale Transfrontalière du Bassin du Fleuve Sénégal. Rapport final, 139p.

**PDMAS, 2005** : Évaluation D'impact Environnemental Et Cadre De Gestion Environnementale Et Sociale. Rapport final, 167p.





**Rochette, C., 1974** : Monographie hydrologique du fleuve Sénégal, Office De La Recherche Scientifique Et Technique Outre- Mer, Paris 1974, Orstom, 450 p.

**Sarr, Kh. A. 2004** : La Ferme Pilote d'Irrigation de Keur Momar SARR et son rôle dans les transformations de l'espace. UGB de Saint Louis, U.F.R Lettres et sciences Humaines, Section de Géographie ; Mémoire de Maîtrise, option Aménagement, 140 p.

**Scandiaconsult, 2004**: Lot2, Réhabilitation de la réserve de Saint Louis. Mission1, Rapport Etude de Diagnostic, 30p.

**SDE, 2007** : Etude du renforcement du système d'approvisionnement en eau potable de Saint Louis ; Rapport de la Direction Technique, 43p.

### C. Webographie

-  [unesdoc.unesco.org/images/0011/001117/111736Fo.pdf](https://unesdoc.unesco.org/images/0011/001117/111736Fo.pdf)
-  <http://www.inforesources.ch;>
-  [http://www.gouv.sn/IMG/pdf/code\\_eau.pdf](http://www.gouv.sn/IMG/pdf/code_eau.pdf)
-  <http://www.un.org/french/ga/special/sids/agenda21/action0.htm>
-  <http://www.cre-uaa.org/index.php>
-  <http://apad.revues.org/sommaire417.html>
-  [http://www.idrc.ca/fr/ev-93950-201-1-DO\\_TOPIC.html](http://www.idrc.ca/fr/ev-93950-201-1-DO_TOPIC.html)
-  [www.gwpforum.org;](http://www.gwpforum.org;)
-  <http://www.meteo-senegal.net/>
-  <http://apad.revues.org/document279.html>
-  <http://eau-tensift.net/; www.cap-net.org.>
-  <http://www.saintlouisdusenegal.com;>
-  <https://web.supagro.inra.fr>

# ANNEXE

## *Annexe 1 : Définitions et principes de la GIRE*

- **Définition de la GIRE**

Aujourd'hui, dans le monde entier, on tente de promouvoir la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE), pour permettre de mieux comprendre, protéger, exploiter, gérer et développer les ressources en eau afin de contribuer au développement durable. Il s'agit de promouvoir la coordination transversale entre les secteurs, les applications, les groupes sociaux, les espaces de temps, en se basant sur une série de principes concertés (Moriarty et al., 2007). Le concept de la GIRE est assez récent et il est en pleine évolution. Plusieurs définitions ont été proposées parmi lesquelles :

- La gestion intégrée des ressources en eau est donc un processus systématique pour le développement durable, l'attribution et le suivi de l'utilisation des ressources en eau dans le contexte des objectifs sociaux, économiques et environnementaux (Cap-Net, 2005) ;
- La GIRE est un processus qui encourage la mise en valeur et la gestion coordonnée de l'eau, des terres et des ressources associées en vue de maximiser le bien-être économique et social qui en résulte d'une manière équitable, sans compromettre la durabilité d'écosystèmes vitaux (GWP, 2000) ;
- La GIRE est un processus d'attribution de fonctions à des systèmes d'eau, l'établissement de normes, la mise en vigueur (surveillance) et la gestion. Elle comprend la collecte de données, l'analyse de processus physiques et socioéconomiques, la considération des différents intérêts et la prise de décisions par rapport à la disponibilité, l'exploitation et l'usage des ressources en eau (Hofwegen et Jaspers, 1999) ;
- La GIRE est une question de planification et de gestion coordonnées des terres, de l'eau et d'autres ressources naturelles en vue de leur utilisation équitable, efficace et durable (Calder, 1999).

Ces conceptions de la GIRE ont pour point commun de démontrer combien la GIRE se veut globale ou englobant. Cette approche semble pertinente, car, on ne peut pas séparer la gestion de l'eau et des écosystèmes du développement économique et sociale. Dans toutes ces définitions, trois éléments clés sont toujours présents à savoir l'équité, l'efficacité et la durabilité.

Lorsque nous parlons l'équité dans le secteur de l'eau, nous avons principalement à l'esprit la situation des groupes vulnérables de la société, qui sont exclus de l'accès des biens et des services de bases, dans notre cas de l'accès à l'eau. Elle concerne les conséquences de décisions, d'actions et d'allocations auxquelles différents usagers de la ressource font face. L'accent est mis particulièrement sur l'équité en ce qui concerne l'accès et l'usage des ressources en eau et les bénéfices dérivés. Ceci concerne tous les groupes sociaux indépendamment de leur statut économique, emplacement géographique, et des caractéristiques individuelles de leurs membres, telles que les différences de sexe, âge, état de santé ou niveau de revenus.

Le principe d'efficacité ressort de la dimension économique de la GIRE. Elle concerne le besoin d'utiliser de la façon la plus économique possible les ressources en eau pour maximiser les retours sur la valeur et ainsi atteindre le plus grand bénéfice pour le plus grand nombre de personnes. Cette valeur ne se calcule pas seulement en prix; elle doit aussi prendre en compte les coûts et bénéfices sociaux et environnementaux actuels et futurs.

La gestion durable des écosystèmes fournisseurs des ressources naturels est prise en compte dans la GIRE. Le principe de durabilité écologique reconnaît l'environnement comme usager à part entière et exige de maintenir les services fournis par les écosystèmes. Par conséquent, il ne faut pas réduire les ressources en eau au-delà de tout espoir de réapprovisionnement par procédés naturels ou intervention humaine. Ceci s'applique aux générations actuelles et aussi à celles futures. C'est une solution durable qui n'affecte pas négativement pas l'environnement. Nous ajoutons aussi la durabilité sociale qui serait une solution socialement acceptable dans un contexte culturel et social donné; la durabilité économique dont les bénéfices sont plus importants que les coûts impliqués, entraîne un développement économique.

Le bassin versant est l'unité de gestion de la GIRE; c'est un système dynamique dans lequel les ressources naturelles sont interconnectées. L'environnement assure la mise à disposition et la régénération de l'eau.

- **Principes de la GIRE**

A l'issue de la Conférence internationale sur l'eau et l'environnement, qui s'est tenue à Dublin en 1992, les principes de la GIRE ont été formulés. Les principes de Dublin ont joué un rôle de premier plan dans la définition des recommandations d'Agenda 21 (Chapitre 18 sur les ressources en eau douce) adoptées lors de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, qui s'est déroulée à Rio de Janeiro en 1992. Depuis



lors, les «principes de Dublin» ou «principes de Rio» ont reçu l'appui massif de la communauté internationale qui les reconnaît comme principes directeurs pour la gestion intégrée des ressources en eau. Ils sont devenus les piliers de la conception dominante de la gestion concertée des ressources en eau. Ces principes sont au nombre de quatre :

**Principe 1 : *L'eau douce est une ressource limitée et vulnérable, essentielle au maintien de la vie, au développement et à l'environnement.***

Ce principe souligne que l'eau est indispensable à la vie et qu'il est fragile. Cependant, l'eau douce est une ressource limitée en raison du cycle hydrologique qui produit en moyenne une quantité d'eau fixe par intervalle de temps, et cette quantité de ressources en eau ne peut pas faire l'objet d'un ajustement sensible grâce aux interventions humaines (Cap-Net, 2008). La gestion intégrée des ressources en eau exige une approche holistique qui concilie développement socio-économique et protection des écosystèmes naturels. Cette gestion efficace prend en compte toutes les utilisations foncières des usages de l'eau et du sol pour la totalité d'un bassin versant.

**Principe 2 : *Le développement et la gestion de l'eau devraient se baser sur une approche participative, impliquant les usagers, les planificateurs et les décideurs à tous les niveaux.***

Ici, c'est l'approche participative qui est mise en exergue. Il fait appel au principe de démocratisation de la prise de décisions, et qui reconnaît les apports des nombreux acteurs, tels que les usagers, les planificateurs et les décideurs à tous les niveaux. Ainsi, la participation concerne la prise de responsabilité, l'identification de l'effet des actions sectorielles sur les autres utilisateurs de l'eau et les écosystèmes aquatiques et l'acceptation de la nécessité du changement pour améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau et permettre le développement durable de la ressource. Une participation efficace revient à permettre aux parties concernées, à tous les échelons d'une structure sociale, d'avoir un impact sur les décisions à différents niveaux de gestion. Pour ce faire, il faut que les décideurs, comme l'ensemble de la population, soient bien conscients de l'importance et des enjeux des ressources en eau. Les décisions seraient donc prises à l'échelon compétent le plus bas en accord avec l'opinion publique et en associant les usagers à la planification et à l'exécution des projets relatifs à l'eau.

**Principe 3: *Les femmes jouent un rôle central dans l'approvisionnement, la gestion et la sauvegarde de l'eau.***

Ce principe montre l'intégration genre dans la GIRE. Nul ne peut ignorer que les femmes jouent un rôle primordial en matière d'approvisionnement et de préservation de l'eau à des fins ménagères et, bien souvent, agricoles, mais que leur influence est moindre par rapport aux hommes en ce qui concerne la gestion, l'analyse des problèmes et le processus décisionnel liés aux ressources en eau. Ceci est dû au rôle marginal des femmes dans la gestion des ressources en eau du fait des traditions sociales et culturelles qui varient d'une société à une autre. L'adoption et l'application de ce principe exigent que l'on s'intéresse aux besoins particuliers des femmes et qu'on leur donne les moyens et le pouvoir de participer, à tous les niveaux, aux programmes conduits dans le domaine de l'eau, y compris la prise de décisions et la mise en œuvre pour une gestion durable des ressources en eau.

**Principe 4: *L'eau a une valeur économique dans tous ses usages concurrents et devrait être reconnue aussi bien comme un bien économique que comme un bien social.***

Dans ce principe, il est fondamental d'admettre le droit fondamental de tous les êtres humains à avoir accès à l'eau potable et à l'assainissement à un prix abordable. La méconnaissance de la valeur économique de l'eau a fait qu'elle soit souvent gaspillée. Donc, il devient impératif de considérer l'eau dans les prises de décisions comme bien économique dans l'allocation entre les différents secteurs concurrents, surtout dans un contexte de rareté de cette ressource. Cela permettrait une utilisation efficace et équitable de cette ressource, à sa préservation et à sa protection. En outre, cette ressource est également considérée comme bien social car dans l'allocation on vise l'équité sociale, la réduction de la pauvreté et la sauvegarde de la santé.

La gestion de l'eau en tant que bien économique est une manière importante de réaliser les objectifs sociaux tels que l'utilisation efficace et équitable, et encourager la conservation et la protection des ressources en eau. L'eau a une valeur en tant que bien économique de même que bien social.

Si ces principes, dits de Dublin, sont clairs en lecture, leur application l'est souvent beaucoup moins sur le terrain. La mise en place d'un mode de développement qui incarne ces préceptes reste souvent un objectif lointain et éphémère.