

# SOMMAIRE

SOMMAIRE .....	2
SIGLES ET ACRONYMES .....	3
AVANT-PROPOS .....	4
INTRODUCTION.....	5
CHAPITRE I PEDOLOGIE : RELIEF, GEOLOGIE ET SOLS .....	11
CHAPITRE II CLIMAT, COUVERT VEGETAL ET FAUNE .....	13
CHAPITRE III HYDROLOGIE DU SYSTEME FLUVIO-LACUSTRE.....	25
CHAPITRE I: EVALUATION DU POTENTIEL DE CONTAMINATION .....	31
CHAPITRE. II EVALUATION DES RISQUES .....	49
CHAPITRE I CATEGORIES DE MESURES CORRECTIVES .....	57
CHAPITRE II EVALUATIONS ET RECOMMANDATIONS .....	69
CONCLUSION.....	73
BIBLIOGRAPHIE .....	75
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	78
TABLE DES MATIERES .....	81
ANNEXES.....	83

## **SIGLES ET ACRONYMES**

ANAMS	:	Agence Nationale de la Météorologie du Sénégal
ASECNA	:	Agence de la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar
CFA		Communauté Financière Africaine
CILSS		Comité Sahélien des Pesticides
CNCFTI		Comité National de Concertation sur la Filière de Tomate Industrielle
CSE	:	Centre de Suivi Écologique
CSS	:	Compagnie Sucrière Sénégalaise
DGPRES	:	Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau
DNA	:	Direction Nationale de l'Agriculture
DRHA	:	Direction Régionale de l'Hydraulique et de l'Assainissement
DRHS	:	Direction Régionale de l'Hydraulique de Saint-Louis
DTGC	:	Direction Travaux Géographiques et Cartographiques
FAO		Food and Agriculture Organization
IRD	:	Institut de Recherche pour le Développement
MES	:	Matières En Suspension
OLAG		Office National du Lac de Guiers
OMS		Organisation Mondiale de la Santé
OMVG		Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Gambie
OMVS	:	Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal
ONAS	:	Office Nationale de l'Assainissement du Sénégal
PND	:	Parc National de Djawling
PNOD	:	Parc National des Oiseaux du Djoudj
SAED	:	Société Nationale d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Sénégal et des Vallées du Fleuve Sénégal et de la Falémé
SDE	:	Sénégalaise des Eaux
SOCAS		Société des Concentrés Agricoles du Sénégal
SOGED	:	Société de Gestion du Barrage de Diama
SONES	:	Société Nationale des Eaux du Sénégal
SRA	:	Service Régional de l'Agriculture
UCAD	:	Université Cheikh Anta Diop de Dakar
UICN	:	Union Mondiale pour la Nature

## **AVANT-PROPOS**

Notre travail d'étude et de recherche qui porte sur le delta du fleuve Sénégal et le lac de Guiers est une modeste contribution à la connaissance de l'hydrologie. Il nous a permis de nous familiariser avec les logiciels de traitement de données pluviométriques et hydrométriques.

La réalisation de cette étude a été rendue possible grâce à l'appui et à l'encadrement de plusieurs personnalités scientifiques, sans lesquelles, nous ne serions peut être pas arrivé à ce résultat. Mes remerciements vont d'abord à l'endroit de Monsieur Alioune KANE, Professeur au Département de Géographie à la Faculté des Lettres et Sciences Humaines (UCAD) et à Madame Awa NIANG FALL, maître-assistante qui ont bien voulu assurer l'encadrement de ce travail.

C'est grâce à leurs conseils et orientations que nous avons pu mener à terme ce travail. Malgré leurs occupations, ils se sont montrés disponibles et très attentifs à nos préoccupations. Nous avons été impressionnés par leur rigueur scientifique, leur patience, leur cordialité et leurs immenses qualités humaines. Qu'ils veuillent bien trouver ici l'expression de nos sincères remerciements.

Mes remerciements s'adressent également à Monsieur Lamine KONATE, Expert Hydrologue à l'OMVG pour ses conseils et orientations, mais aussi à nos vaillants professeurs qui ont participé à notre formation et à tous nos camarades de promotion.

Ma profonde gratitude va à l'endroit de tous ceux qui, de près ou de loin, ont permis la réalisation de ce travail d'études et de recherche.

Je dédie ce travail à mes parents, à notre regrettée sœur Fatoumata Bineta TOURE, à ma très chère mère Aïssatou SQUARE, à mon père Amadou TOURE ainsi que mes frères et sœurs mes nièces et neveux, mes cousines et cousins, à toute ma famille et à mes amis (es) qui n'ont cessé de me soutenir et de m'encourager.

## INTRODUCTION

Depuis plus de soixante ans, les pesticides sont utilisés dans le monde (KANKOU, 2004) ; un usage intensif a vu le jour très rapidement dans la majorité des pays développés. Mais quelques années après, les chercheurs ont pris conscience du danger que cause l'utilisation de façon irrationnelle des produits phytosanitaires à l'environnement. Si aujourd'hui, l'emploi des produits phytosanitaires dans ces pays est très réglementé et surveillé, c'est grâce à une opinion publique de plus en plus exigeante et soucieuse de son lendemain.

Dans les pays sous-développés et particulièrement au Sénégal, l'usage des pesticides, est très inquiétant à cause de la méconnaissance par une frange importante de la population des conséquences néfastes de leur utilisation abusive. Certes, le Sénégal a besoin de produits chimiques pour éradiquer certaines maladies (paludisme) qui font encore des ravages et pour lutter contre les ennemis des cultures, On évalue les pertes dues aux ennemis des cultures à près de 30 % au champ et entre 15 à 20% au stockage (grenier/magasin).

Toutefois le delta du fleuve Sénégal, qui polarise plusieurs activités socio-économiques comme l'agriculture, l'industrie, la pêche, le tourisme etc. a subi un processus d'instrumentation qui s'est soldé par une artificialisation du système hydrologique. La forte pression exercée par les activités agricoles sur les ressources en eau très vulnérable induit une contamination des masses d'eau par divers polluants. Plusieurs études ont révélé une prise de conscience du danger que représente l'usage irrationnel des produits phytosanitaires à l'environnement.

Différents usages supportés par les milieux aquatiques peuvent être affectés par les pollutions diffuses et ponctuelles :

- prélèvements pour adduction d'eau potable
- aménagements hydro-agricoles pour l'irrigation
- la pêche et les usages récréatifs comme les baignades

Le risque de contamination exprime, à quel degré, ces usages sont susceptibles d'être affectés. Un potentiel de contamination permet d'estimer un aléa, c'est à dire la possibilité d'altération des usages. Ce potentiel dépend de la conjonction entre, d'une part la vulnérabilité d'un milieu, ou la possibilité pour ce milieu d'être atteint par des polluants et, d'autre part, par la pression exercée par le milieu agricole avec la présence des pesticides et excédents azotés (CEMAGREF, 2008).

Selon l'Office du Lac de Guiers, les intrants agricoles utilisés par les agriculteurs de la vallée comme les engrais et les pesticides présentent des souillures qui, au fil du temps peuvent rendre les eaux impropres à la consommation humaine. Ce qui serait un grand danger pour tout le Sénégal, eu égard à la forte dépendance de la ville de Dakar au Lac de Guiers pour son AEP.

A cela, il faut ajouter l'abreuvement des animaux qui peuvent altérer considérablement la bonne qualité de l'eau.

Le problème qui se pose c'est la sensibilité du milieu à ces types de contamination. Mais il y a aussi les enjeux environnementaux que représentent la conservation, la préservation, la réhabilitation des divers usages des ressources en eau. La confrontation entre ces enjeux environnementaux et le potentiel de contamination constitue le risque.

Cette problématique, désormais récurrente dans les questions liées au développement durable, constitue bien à la fois une question de recherche qui nous préoccupe et interpelle les gestionnaires et décideurs publics.

La documentation, les bases de données et les échantillonnages des services en charge du suivi de l'eau et les résultats de plusieurs analyses physico-chimiques et travaux de recherches (ISE, 1982 ; COGELS, 1984 ; EQUÉSEN, 1993 ; CARLBRO, 1999 ; NIANG, 1999 ; DHI, 2004, DGPRES 2010) servent de support à l'analyse.

Il s'agira de donner une appréciation sur la qualité des eaux de surface pour potentiellement identifier les paramètres appropriés du cycle hydrologique et évaluer les besoins en eau dans l'optique du développement de la zone.

## **1. Objectif de l'étude**

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer le risque de contamination des eaux de surface par des pollutions diffuses d'origine agricole (produits phytosanitaires, et transferts d'excédents azotés), industrielle et anthropique, dans la zone du delta et du Lac de Guiers.

Plus spécifiquement, il s'agira :

- d'évaluer le potentiel de contamination des eaux de surface ;
- de déterminer par rapport à l'espace géographique le risque de contamination
- de proposer des solutions pour corriger cette problématique qui constitue un frein pour le développement.

## **2. Méthodologie**

L'approche méthodologique adoptée comprend la documentation, les travaux de terrain, la collecte, le traitement des données et la rédaction du document.

## **2.1 La recherche documentaire.**

La recherche documentaire a été la première étape de notre travail. Cette partie occupe une place importante dans la réalisation de ce travail d'étude. Elle fut la deuxième étape après le choix du sujet et a permis une synthèse bibliographique pour approfondir notre thème.

Les diverses sources peuvent se résumer en une revue des ouvrages généraux, des thèses, mémoires, articles et revues écrits dans la zone d'étude. Nous avons visité des services et centres de documentation parmi lesquels, la bibliothèque universitaire de Dakar, le centre de Recherche et de documentation de l'IRD, le centre de Suivi Écologique (CSE), la Direction de l'Hydraulique, le centre de documentation de la DGPRE (Direction de la gestion et de la planification des ressources en eau), l'Agence Nationale de la Météorologie du Sénégal (ANAMS), l'Office Nationale du Lac de Guiers (OLAG), la SDE et l'ISRA. Des recherches furent menées aussi sur Internet et ont porté d'une manière générale sur le delta du fleuve Sénégal et le lac de Guiers.

Le résultat de cette recherche documentaire a contribué de manière significative à la compréhension de notre thème.

## **2.2 Le travail de terrain**

Les travaux de terrain concernent les entretiens avec les services techniques centraux (DGPRE, ANAMS, IRD, SDE, ONAS, SONES ISRA etc.) et régionaux (SDE de Khor, OLAG), pour la collecte de données et la validation des résultats. Les entretiens donneront une idée sur les interactions entre le fleuve et la population locale, l'organisation d'ensemble de la zone d'étude notamment sur l'utilisation des pesticides. Ils visent à rendre compte des conséquences de l'introduction des produits chimiques dans le delta.

La collecte de données est la seconde composante du travail de terrain. Les visites ont toujours débuté par un exposé suivi de débats et se sont terminées par une analyse et une comparaison des données malgré les contraintes administratives qui nous ont empêchées de faire l'analyse physico chimique des eaux du delta et du lac de Guiers. Notre blocage a été le cout élevé des analyses physico-chimiques, bactériologiques, microbiologiques etc. A titre d'exemple l'analyse physico-chimique a couté 16 millions à l'office du lac de Guiers. C'est pourquoi nous avons préféré utiliser les différents jeux de données disponibles dans la documentation pour étayer nos arguments.

## **2.3 Collecte et traitement des données**

Pour acquérir des données, nous nous sommes rendus au Service de documentation de l'Agence Nationale de la Météorologie du Sénégal où nous avons pu accéder aux carnets

d'observations. A la Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau nous avons obtenu des données hydrométriques en format numérique.

Pour traiter toutes ces données nous avons utilisé le logiciel Excel. Le traitement a consisté en un calcul des données journalières, mensuelles, annuelles des différentes stations. Pour l'analyse nous avons procédé à une harmonisation des données. Il fallait prendre en compte le plus de station possible pour avoir une vision globale sur la zone d'étude.

### ***Description de la zone d'étude***

Le Lac de Guiers s'étend au sud de la basse vallée du fleuve Sénégal. Il occupe une dépression allongée dans l'axe Nord-Sud d'environ 50 km de large, entre 15°55 et 16°16 de longitude Ouest. Il appartient à la zone aval du réseau hydrographique fossile du Ferlo, vaste bassin versant de 37 000 km, jouxtant celui du fleuve Sénégal et en communication avec lui, à hauteur de Richard-Toll, par l'intermédiaire de la Taouey.

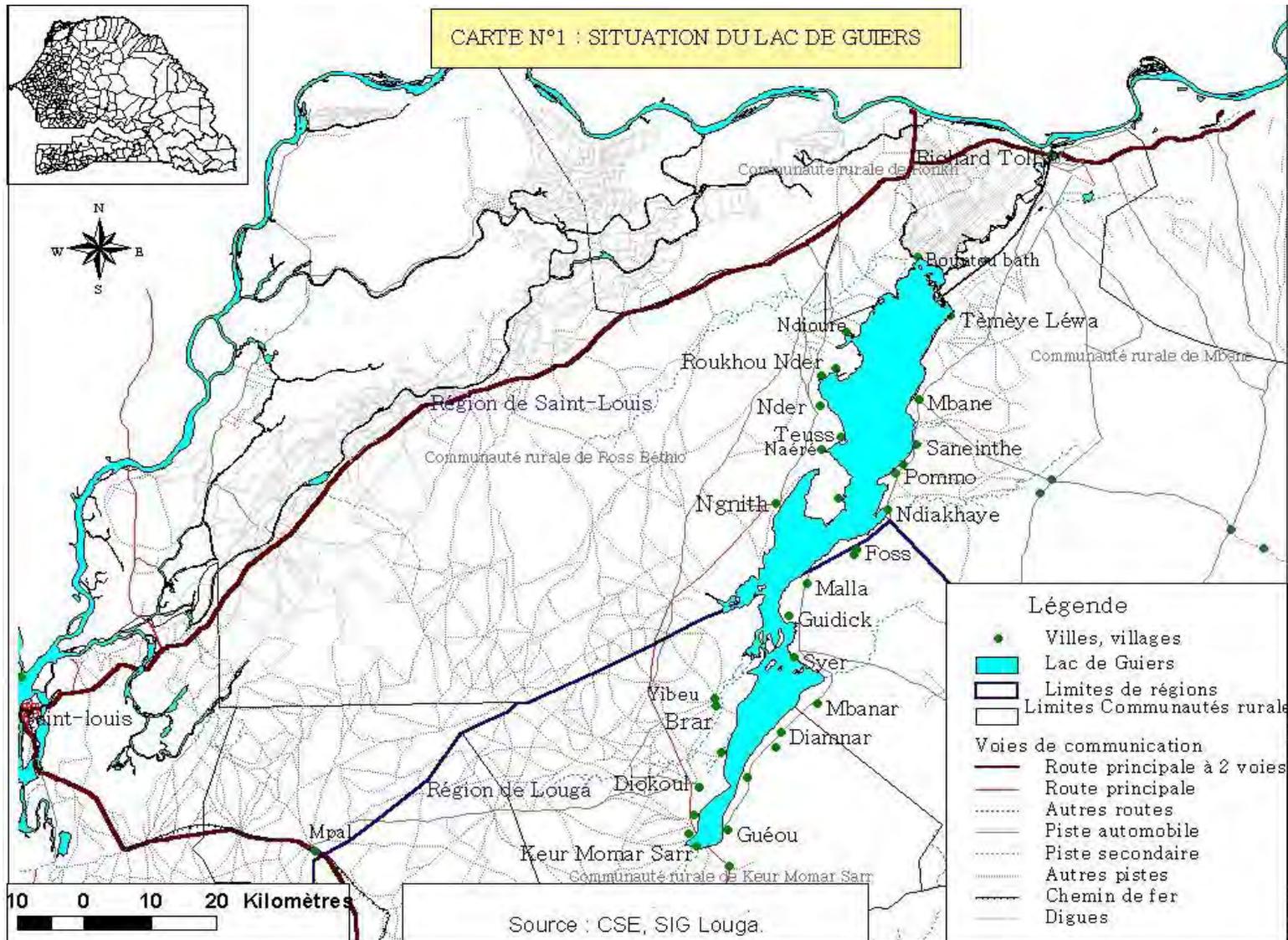
La Taouey est un marigot au tracé sinueux qui parcourt environ 25 kilomètres pour atteindre le Lac de Guiers ; situé pourtant à seulement 17 kilomètres environ du fleuve, ce qui était à l'origine d'importantes pertes de charge. Pour résoudre ce problème, un canal d'une longueur de 17 km a été érigé aux abords de ce marigot en 1974. Il alimente depuis cette date le lac à partir du fleuve Sénégal.

L'alimentation du lac de Guiers dépendait en condition naturelle à la fois du fleuve Sénégal et du Ferlo selon un mécanisme original qui se basait sur le niveau de l'eau dans le fleuve, dans le lac et dans le Ferlo. Le lac recevait de l'eau du fleuve en période pluvieuse au nord par la Taouey et au sud, le Ferlo qui se termine localement par la vallée du Bounoum y déversait ses eaux. A la décrue, la baisse progressive du niveau dans le fleuve et le Ferlo fait inverser le courant dans le lac: il s'opère alors un reflux des eaux lacustres vers le fleuve et le Ferlo.

Le Lac de Guiers peut être ainsi vu comme un réservoir recueillant en période propice (crue) le trop plein des eaux du fleuve et du Ferlo et les restituait pendant la période sèche.

Le fleuve Sénégal fournissait les apports les plus importants; le lac est en fait indissociable du fleuve Sénégal plus particulièrement de sa vallée dont elle est partie intégrante (Henry, 1918).

En dehors du fleuve Sénégal, le Guiers se compose (Carte 1) au plan hydrologique du chenal de la Taouey, du Ndiaël, du Nieti Yone, du réseau hydrographique du Ferlo (aujourd'hui fossile) et du lac de Guiers. La connaissance de la relation fleuve Sénégal/lac de Guiers/Ferlo est essentielle pour la compréhension de l'écosystème lacustre.



**CARTE 1: Situation du Lac de Guiers (Source : CSE 2004)**

**PREMIERE PARTIE**  
**CARACTÉRISTIQUES DU MILIEU PHYSIQUE**

---

# CHAPITRE I

## PEDOLOGIE : RELIEF, GEOLOGIE ET SOLS

Le paysage du delta du Fleuve Sénégal connaît de multiples transformations morpho-dynamiques à la suite des transgressions marines du Quaternaire, des sécheresses successives et l'adoption de nouvelles méthodes de mise en valeur agricole. Différents processus de dégradations peuvent intervenir comme la salinisation des sols, l'érosion hydrique et éolienne.

### **1. Relief**

Le delta se distingue par un relief assez plat qui est généralement inférieur à 100m d'altitude. Le relief se présente tout naturellement par de vastes extensions de surfaces planes.

La topographie est monotone. C'est une immense plaine au relief comportant des levées alluviales, des dépressions ou cuvettes, un ensemble dunaire et de petites buttes dans la partie non inondable de la vallée (*Dieri*), et un relief plus élevé au niveau des zones inondables (*Walo*).

### **2. Géologie**

La Vallée du fleuve s'est formée au cours du Quaternaire quand le fleuve s'est encastré dans les terrains de l'éocène et du Plateau Continental. Pendant les 100000 dernières années, les effets combinés des variations climatiques, des fluctuations conséquentes du niveau de la mer et plusieurs cycles d'érosion fluviale et de dépôts alluvionnaires ont donné lieu à de nombreux changements dans le cours du fleuve et dans le dynamisme qui caractérise la morphogénèse du Delta.

Au quaternaire récent il a existé deux transgressions marines dont les dépôts sableux ont rempli les vallées inférieures des grandes rivières (Sénégal, Gorgol...). Y sont associés les dunes rouges, le quaternaire moyen lacustre et ancien marin. Les dépôts fluviaux sont de nature et d'âge très divers. Contemporain à la formation des dunes rouges ; ces dépôts sont composés de limons, sable, graviers et argiles. Enfin, les dunes littorales actuelles de sable viennent compléter les formations du quaternaire

### **3. Les sols**

Les sols sont le résultat des transformations de la partie superficielle de la lithosphère, surtout sous l'effet du milieu bioclimatique. La connaissance des types de sols, leur répartition, leurs relations avec le modelé, peut renseigner sur certains aspects de la morphogénèse présente ou

passée. Si le milieu bioclimatique a probablement toujours été tropical à Saint-Louis, des phases humides ont alterné sans doute avec des périodes sèches. Les premières permettaient une altération plus ou moins profonde des roches selon leur dureté tandis que les secondes favorisaient la fragmentation et le transport de ces matériaux. Ainsi l'éventail des sols représentés dans la vallée du fleuve Sénégal est très large

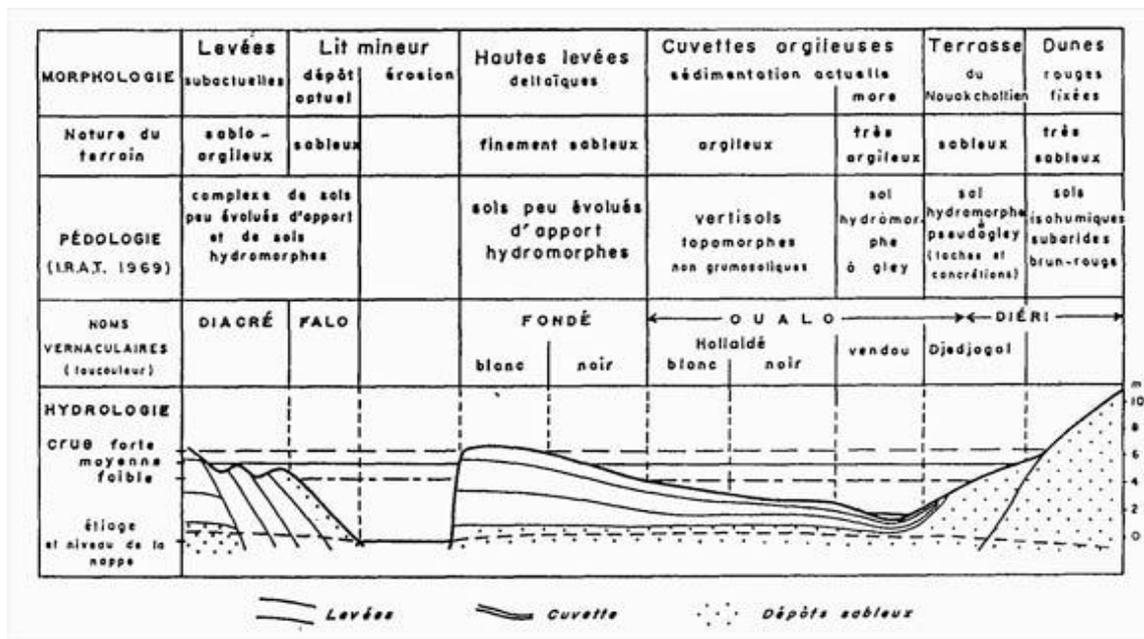


Figure 1: Coupe schématique transversale de la vallée du fleuve Sénégal (Michel, 1973)

Dans la vallée alluviale, les différents types de sols correspondent à des entités du microrelief que des études de nombreux géomorphologues ont permis de distinguer. Les sols brun rouge du Diéri, constituant les parties hautes insubmersibles de la vallée se caractérisent par leur fragilité et leur forte teneur en sable. La zone de cuvette de décantation, ou zone Walo s'identifie par la présence de sols lourds hydromorphes (hollaldé, ranéré et hollaldé balléré). En effet, avec la forte crue du fleuve, les eaux drainent les limons de berge et se décantent, engendrant ainsi une couche d'argile brune (de type vertisol) qui tapisse le fond de ces cuvettes. Au niveau de ces cuvettes, des zones très argileuses (vendou) sont distinctes.

Dans les parties moins élevées, recouvertes par les fortes crues, le limon devient légèrement argileux et prend une teinte foncée. Ces sols fondés (fondé ranéré et fondé balléré), sablo-argileux, se définissent par des sols à taches et concrétions sur limon de débordement.

La pédogenèse du delta du fleuve Sénégal n'a pas connu une réelle dynamique. Cette situation peut être due à divers facteurs parmi lesquels, l'aridité du climat et la faiblesse du couvert végétal. Toutefois, malgré une pédogenèse lente, on distingue, plusieurs types de sols, classés en fonction de leur texture et de leur structure.

## **CHAPITRE II**

### **CLIMAT, COUVERT VEGETAL ET FAUNE**

#### **1. Climat**

Le delta définit un climat très contrasté nettement influencé par la présence de l'alizé des Açores et des vents continentaux secs.

Saint-Louis bénéficie d'un microclimat tout à fait particulier. Situé dans le domaine sahélien par sa pluviométrie, la station appartient au domaine bioclimatique subcanarien influencé par l'alizé maritime.

Le climat sahélien côtier est souvent caractérisé de climat de domaine de l'alizé maritime ou encore de climat subcanarien. Mais selon Sagna (2005), ces deux terminologies ne traduisent pas les nuances réelles qu'on observe dans la zone côtière du domaine sahélien. Du point de vue circulation, le climat sahélien est caractérisé par une forte présence de l'alizé et d'une faible présence de la mousson.

L'analyse des données de la station synoptique de Saint-Louis Aéroport va permettre de dégager les grands traits du climat.

##### ***a. Analyse des paramètres du climat en domaine sahélien***

L'analyse comparée des vents dominants avec les autres paramètres climatiques induits ou associés, permet de caractériser les deux saisons éoliennes et d'identifier les flux dominants.

**Tableau 1 : Les données moyennes des fréquences et directions de vents dominants et les autres éléments du climat en régime sahélien à la station de Saint-Louis (1977-2010)**

Descripteurs	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Vents d'Est	Vents d'Ouest	TX	TN	TM	Am	INS	EV	UX	UN	UM	Pmm
Janv.	15	12	4						31		30,4	16	23,2	14,4	230	206,1	69	26	47,7	1
Févr.	20	8	3						31		32,2	17,6	24,9	14,6	216	190,6	67	28	47,1	1
Mars	21	6						4	27	4	32,3	18,1	25,2	14,2	258	217,3	77	32	54,4	0
Av	22	2						7	24	7	31,2	18,4	24,8	12,8	259	190,1	77	42	59,6	0
Mai	20	1						10	21	10	30,4	19,9	25,15	10,5	249	189,2	75	52	63,5	0
Juin	7						11	13	7	24	30,6	22,8	26,7	7,8	186	157,1	62	62	61,8	8
Juil.	1					1	15	14	1	30	30,9	24,6	27,75	6,3	206	158,9	76	66	70,7	46
Août	2						17	12	2	29	31,9	25	28,45	6,9	225	142,7	91	68	79,4	105
Sept	3						13	15	3	28	32,6	25,3	28,95	7,3	214	132,3	65	48	56,5	101
Oct.	19						4	8	9	12	34,3	23,9	29,1	10,4	245	162,2	49	37	43,0	25
Nov.	19	9		1				2	29	2	33,9	20,7	27,3	13,2	221	173,8	39	32	35,7	1
Déc.	8	19	4						31		31,7	17,8	24,75	13,9	208	197,4	29	28	28,5	1
AN	157	57	11	1	0	1	60	85	216	146	31,9	20,8	26,4	11,0	226	176,5	64,6	43,3	54,0	288

Températures moyennes mensuelles en °C : TX : moyennes maximales ; TN moyennes minimales ; TM moyennes mensuelles ; Amplitude thermique moyenne en °C : Am ; Insolation moyenne en heures : INS ; Évaporation moyenne en mm : EV ; Humidités relatives moyennes en % : UX : moyennes maximales ; UN : moyennes minimales ; UM : moyennes mensuelles ; Pluviométrie en mm : Pmm

**Tableau 2 : Vitesses moyennes des vents et directions dominantes à Saint-Louis  
(1977-2010)**

Descripteurs	janv.	févr.	Mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept	oct.	nov.	déc.
Vitesse	3,9	4,3	4,8	5,4	5,2	4,5	4,3	3,8	3,3	3,4	3,4	3,4
Direction	N	N	N	N	N	NO	O	O	NO	N	N	NE

L'analyse comparée des vents du tableau n°1 montre :

Que la domination des vents du quadrant N à E d'octobre à mai (huit mois) coïncide avec la période où les températures enregistrent leur maxima : TX 34,3°C en octobre ; TN : 25,3°C en septembre. Ces valeurs sont notées à la fin de la période pluvieuse. L'amplitude thermique diurne connaît son maxima en février ce qui est dû à une baisse de la température minimale en février : 17,6°C.

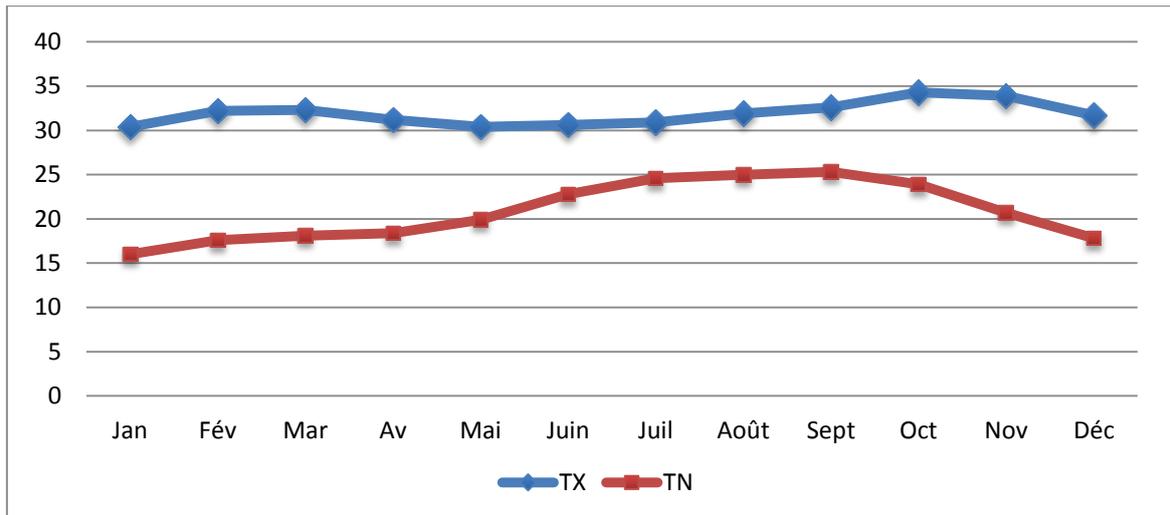
Durant la période de domination des flux du quadrant S à O on note une baisse des températures maximales. L'amplitude thermique la plus faible intervient en juillet 6,3°C.

L'amplitude thermique annuelle, qui est de 6°C, montre le faible écart entre la température moyenne du mois le plus chaud, octobre (TX : 34,3°C) et la température moyenne du mois le plus froid janvier (TN : 16°C). Or la moyenne de l'amplitude thermique est de 11°C. La différence de température entre le jour et la nuit est plus élevée que la différence de température moyenne entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid de l'année.

Les températures connaissent une variation inter mensuelle et une baisse après l'installation des flux du quadrant S à O.

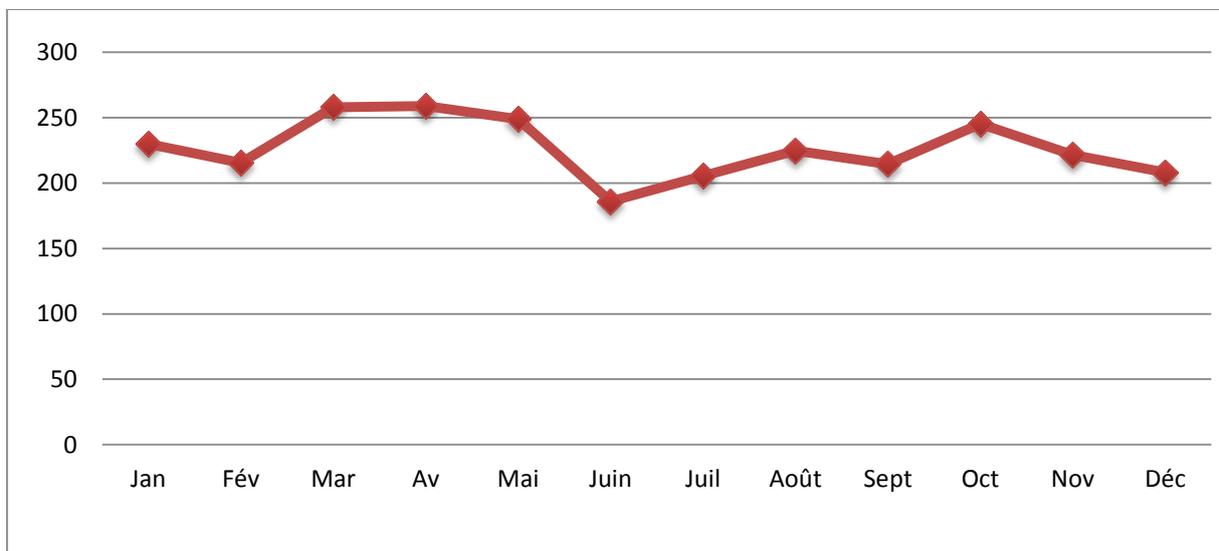
Le régime thermique est ainsi bimodale pour les températures maximales moyennes avec un maximum principale en octobre 34,3°C, un minimum principale en mai 30,4°C ; un maximum secondaire en mars 32,3°C et un minimum secondaire en janvier 30,4°C. La température maximale moyenne annuelle est de 26,4°C. Il est unimodale pour les températures minimales moyennes qui consacrent un maximum principal en septembre 25,3°C, un minimum principale en janvier 16°C. La température moyenne minimale annuelle est de 20,8°C.

Les vents des deux saisons éoliennes (les quadrants N à E et S à O) sont chauds mais plus chaud pour le cadran N à E.



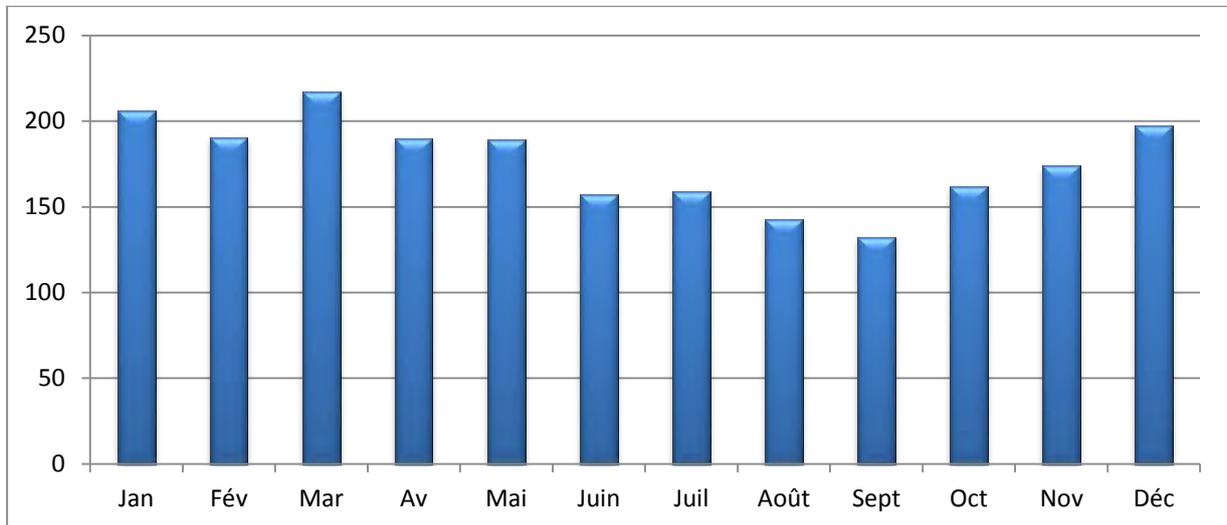
**Figure 2: Les Températures maximales et minimales en °C à Saint-Louis (1977-2010)**

Les valeurs moyennes mensuelles de l'insolation sont plus élevées d'octobre à mai, dépassant partout 200 heures d'insolation. Le maximum revient au mois de mars : 258 heures au total, au cœur de la période de domination des vents du quadrant N à E alors que le minimum intervient en juin : 186 heures période où les vents du quadrant S à O dominent la circulation. La moyenne annuelle est de 226 heures



**Figure 3: Insolation Moyenne Annuelle en Heure à Saint-Louis (1977-2010)**

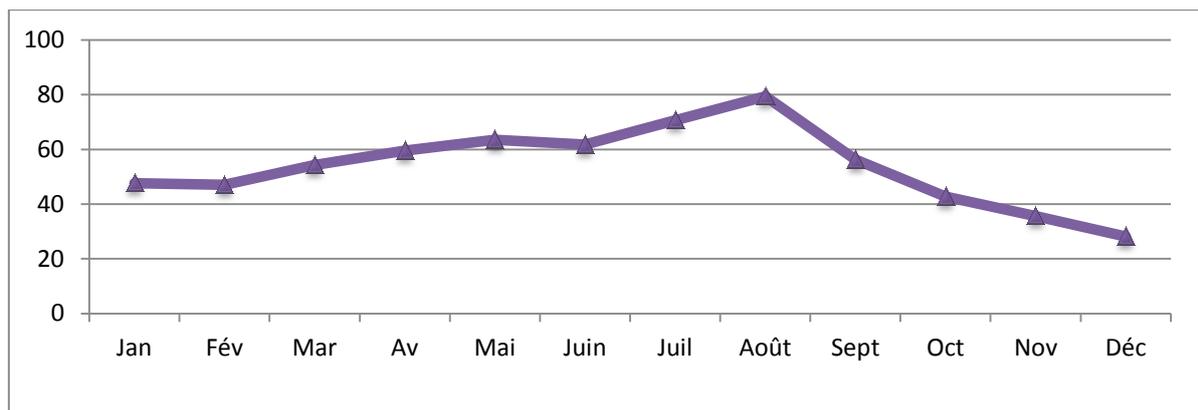
L'évaporation pendant la même période d'octobre à mai connaît ses valeurs les plus élevées avec un maximum principal en mars 217 mm, un minimum secondaire au mois de septembre 132 mm, un maxima secondaire en janvier 206 mm et un minima secondaire en février 190 mm. La moyenne annuelle est 176mm pour un total annuel de 2117 mm L'évolution est bimodale.



**Figure 4 : Évaporation Moyenne Mensuelle en mm à Saint-Louis (1977-2010)**

L'humidité relative maximale enregistre ses valeurs maximales de mai à septembre, période pendant laquelle elle est  $\geq 60\%$ . Le maximum intervient en août 91%. Les valeurs les plus faibles sont notées entre octobre et décembre avec le minimum de l'humidité relative maximale moyenne qui intervient en décembre 29%. La moyenne annuelle est de 64 %.

L'humidité relative minimale pendant la même période de mai à octobre enregistre ses valeurs les plus faibles avec un minimum en février 26%. Les valeurs les plus élevées sont observées en juin et septembre dépassant 48 % avec un maximum en août 68%. La moyenne annuelle est de 43 %



**Figure 5 : Humidité Relative Moyenne Mensuelle en % à Saint-Louis (1977-2010)**

### ***b. Le régime pluviométrique et sa variabilité***

La station synoptique de Saint-Louis Aéroport est la station de base de l'analyse de la pluie. Elle est située à 16°5' Nord et 16° O et à une altitude de 4m. La série observée va de 1950 à 2010 pour 58 observations. Le tableau n° 3 présente les données moyennes et les paramètres d'analyse.

**Tableau 3 : Les données moyennes de la pluie en mm à Saint-Louis (1950-2010)**

Descripteurs	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN
Nombre d'observations	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Obs. manquantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moyenne 60 ans	1	1	0	0	0	8	46	105	101	25	1	1	288
Ecart-type	3,22	2,17	0,42	0,42	1,13	12,98	50,02	70,84	62,03	42,58	2,97	6,00	121,87
Coef. de variation	3,5	2,4	5,3	7,5	4,2	1,6	1,1	0,7	0,6	1,7	4,7	5,3	0,4
Max de la série	21,1	9,2	3,1	3,2	6,3	70,7	246,7	348	285,5	197,9	20	44,6	690
Min de la série	0	0	0	0	0	0	0	11,6	3,2	0	0	0	50,5
Ecart en mm	21,1	9,2	3,1	3,2	6,3	70,7	246,7	336,4	282,3	197,9	20	44,6	639,5
Coefficient Pluv %	0	0	0	0	0	3	16	36	35	9	0	0	100
Début saison Pluv %					7	56	37						100
Max saison Pluv. %							9	42	41	7	1		100
Fin saison Pluv %									38	53	9		

## b. 1 Pluviométrie inter mensuelle

L'évolution inter mensuelle de la pluie met en évidence une courte saison de pluie. Sur la période de 60 ans le début de la saison des pluies a été observé surtout en juin, soit 50 % des observations, et la fin l'a été en octobre soit 53 % ce qui est la fréquence maximale. Ces deux mois consacrent le début (juin) et la fin (octobre) de la saison pluvieuse qui dure ainsi 4 mois. Mais bien que, le mois de juin détient la fréquence la plus élevée pour le début de la saison pluvieuse, 50%, le mois de juillet se signale par une fréquence de début de saison pluvieuse de 41%. Il en est de même pour le maximum noté en août et pour la fin de cette saison pluvieuse. Le maximum pluviométrique a sa fréquence d'apparition la plus élevée en août 42%. Mais il est intervenu aussi en septembre 41% des fréquences. Les pluies sont concentrées entre le mois de juin et le mois d'octobre et le maximum est noté en août qui enregistre un coefficient pluviométrique de 37 % soit 105 mm suivi de septembre 41 % et de juillet 16 %. En fait, les trois mois de juillet, août et septembre enregistrent 88 % de la pluie reçue quand on y ajoute le mois d'octobre les quatre mois concentrent 97 %. Le reste de l'année peut enregistrer de faibles totaux : juin 3 %. La station de Saint-Louis est située dans la zone côtière au nord du Sénégal et la hauteur annuelle de pluies enregistrées atteint en moyenne 288 mm (voir figure 6).

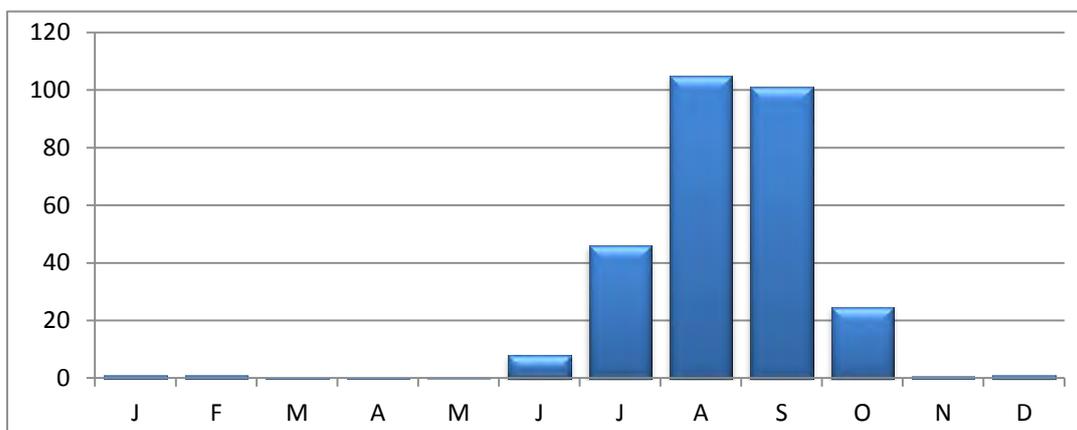


Figure 6: Pluviométrie Moyenne Mensuelle à la Station de Saint-Louis (1950 -2010)

## **b. 2 Pluviométrie moyenne Interannuelle**

La zone d'étude est située entre les isohyètes 300 et 400 mm comme le montre la carte N°2. La précipitation moyenne annuelle reste variable (le coefficient de variation annuel est de 0,4 ce qui est élevé. L'année la plus humide des 60 ans d'observation est l'année 2010 qui a reçu 593 mm de pluie. L'année la plus «sèche» est observée en 1992, soit 50,5 mm de pluie. L'écart entre totaux extrêmes de pluie est de 542,5. La variabilité interannuelle des précipitations mensuelles mesurées est très forte aussi bien pour les mois qui enregistrent de faibles pluies que pour les mois pluvieux comme l'atteste la forte valeur du coefficient de variation. Les mois non pluvieux, janvier, février, mars, avril, mai novembre et décembre ont des coefficients supérieurs à 3 ce qui est très élevé.

La variabilité annuelle de la pluie peut être perçue à travers les valeurs extrêmes de la période. A Saint-Louis l'année 2010 enregistre le maximum de la période (593) et le minimum intervient en 1992 avec un total de 50,5 soit un écart de 542,5 mm.

**Tableau 4 : Les valeurs extrêmes de la pluie à Saint-Louis (1950-2010)**

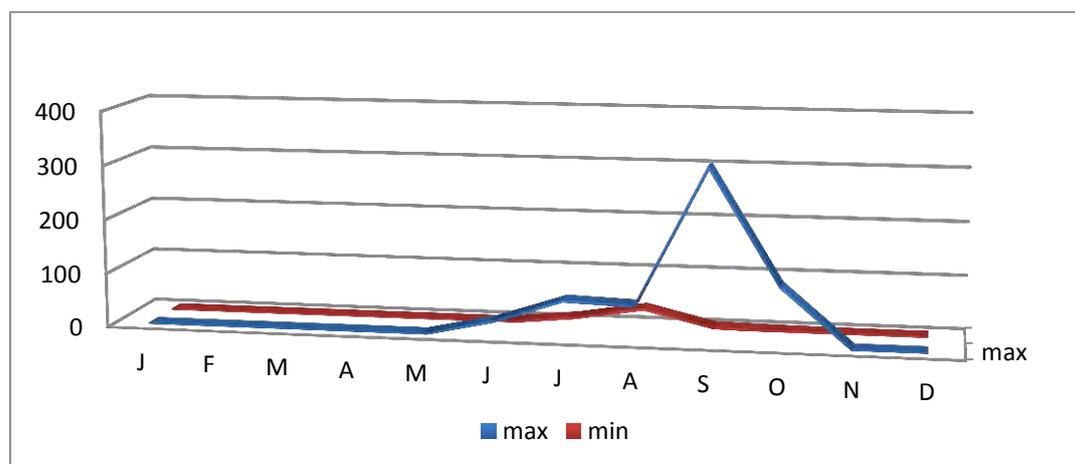
Station	Maximum		Minimum		Écart en mm
	Total	Année	Total	Année	
Saint-Louis	593	2010	50,5	1992	542,5
					-

Il est aussi intéressant d'analyser l'évolution mensuelle de la pluviométrie lors de ces années extrêmes. Le tableau n° 5 donne les hauteurs moyennes mensuelles de la pluie pour ces années.

**Tableau 5° Les hauteurs Moyennes de la Pluie à Saint-Louis (1950-2010)**

Descripteurs	Saint-Louis	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN
Maximum	2010	0	0	0	0	0	27,9	70,4	65,9	320	109	0	0	593,6
CP	%	0	0	0	0	0	4,7	11,8	11,1	53,9	18,3	0	0	100
Minimum	1992	0	0	0	0	0	0	12,7	33,7	3,2	0,9	0	0	50,5
CP	%	0	0	0	0	0	0	25	67	6	2	0	0	100
Moyenne		1	1	0	0	0	8	46	105	101	25	1	1	288
CP	%	0	0	0	0	0	3	16	37	35	9	0	0	100

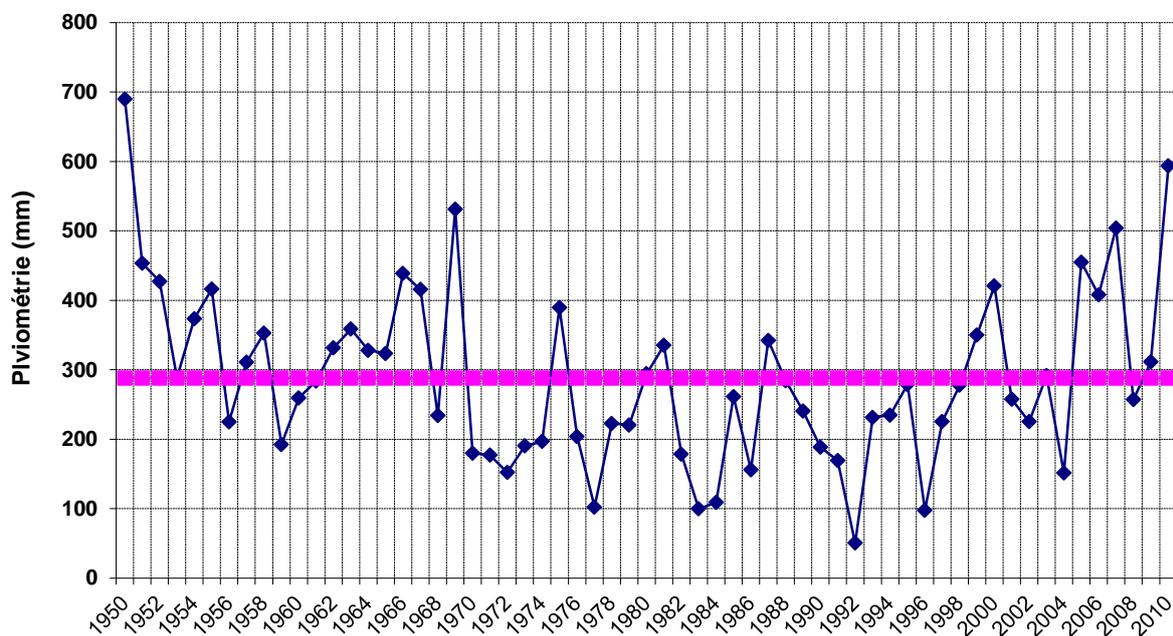
On peut noter que le plus souvent le maximum des précipitations intervient au mois d'août. En année humide le début de la saison pluvieuse est normal et la fin aussi. La saison pluvieuse est normal, débute au mois de juillet et se termine au mois d'octobre. En année sèche la saison pluvieuse est écourtée en raison d'une fin précoce et aussi d'abats pluviométriques moins copieux.



**Figure 7: Le régime pluviométrique à Saint-Louis (1950-2010)**

Le régime pluviométrique à Saint-Louis présente une saison pluvieuse qui dure quatre mois, du mois de juillet au mois d'octobre. Le début normal de saison des pluies est juin et la fin, octobre. La saison non pluvieuse dure huit mois, de novembre à juin.

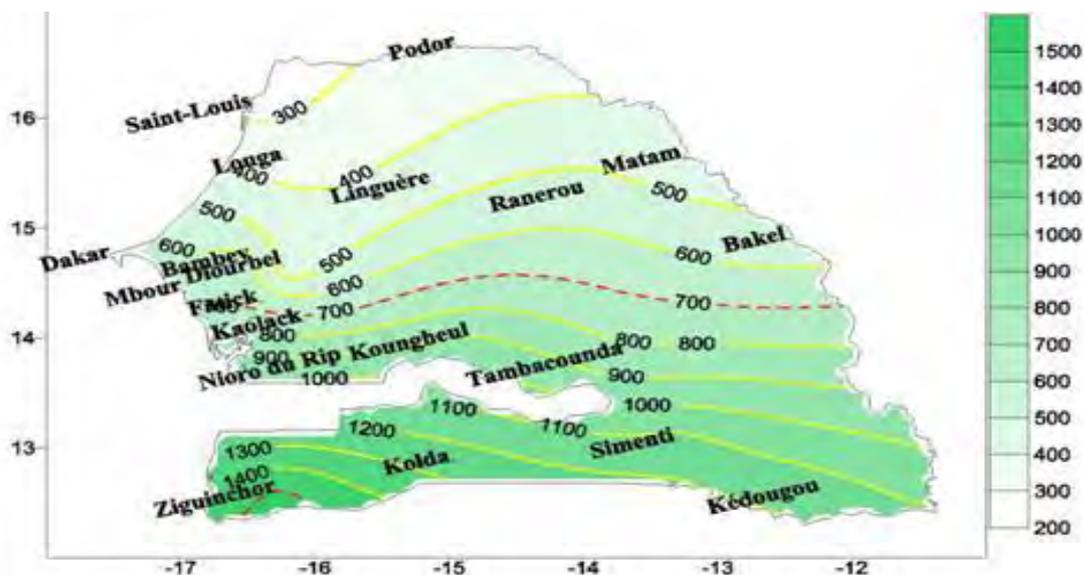
La hauteur des pluies enregistrée est variable. Le maximum intervient toujours au mois d'août. L'analyse de la courbe d'évolution des totaux pluviométriques montre que la pluviométrie annuelle est passée sur la période 1950/1960, de 345 mm à 192 mm, de 531 à 50 mm sur la période 1970/1990. Il semble depuis un certain temps, le retour d'une période où la station de Saint-Louis enregistre des précipitations qui sont au-dessus de la moyenne des totaux pluviométriques annuels des 60 ans qui est de 288 mm



**Figure 8: La variabilité interannuelle de la pluviométrie à Saint-Louis de 1950 à 2010**

La hauteur de pluie n'est pas toujours supérieure à 288 mm/an. Cette variabilité (intra et interannuelles) des pluies est due à la progression de la zone inter tropicale de convergence qui n'est présente à Saint-Louis que très peu dans l'année. Mais aussi à l'alternance de l'alizé maritime des Açores et de l'alizé continentale sec.

Le régime pluviométrique est de type sahélien, il est tropical, avec une longue saison non pluvieuse et une courte saison des pluies.



CARTE 2 : Cumul pluviométrique (Source IRD 2005)

## 2. Couvert végétal et faune

Dans le delta du fleuve Sénégal, on a remarqué une menace sensible du couvert végétal et de la faune due à l'influence de plusieurs facteurs parmi lesquels l'avancée des fronts agricoles, pratique de l'élevage extensif et surpâturage, l'élagage des ligneux, et les changements climatiques.

### a. Couvert végétal

L'examen de la carte de la végétation du territoire nord sénégalais, fait ressortir un contraste régional entre le secteur du littoral et celui continental de l'intérieur.

Les paysages végétaux évoluent suivant divers facteurs, à savoir climatiques et, ou anthropiques. Cependant, les facteurs climatiques (pluviométrie, températures,) et certains facteurs physiques (type de sol, relief) jouent un rôle prépondérant dans la répartition de ses paysages. Ainsi, on rencontre diverses formations végétales notamment, les formations sahéliennes, les formations sur dunes continentales, les formations sur dunes côtières, les formations alluviales et enfin les mangroves.

### b. Faune

Il y a longtemps, précisément jusqu'au début du 20<sup>ème</sup> siècle, la vallée du fleuve Sénégal était le berceau d'une importante et riche faune. On y rencontrait un bon nombre d'espèce animale, des herbivores aux insectes, passant par les félins, les animaux aquatiques, les oiseaux et les reptiles. Toutefois, ces dernières années, ce capital faunistique et floristique a

lourdement régressé, du fait de plusieurs facteurs naturels et humains combinés. Un grand nombre d'espèce a disparu et d'autres sont actuellement en voie d'extinction.

Cependant, malgré quelques contraintes d'ordre naturel, l'avifaune du delta, dévoile un bilan assez positif. Le Parc National des Oiseaux de Djoudj au Sénégal tout comme le Parc de Diawling en Mauritanie ont acquis une réputation internationale comme sanctuaires d'oiseaux parmi les plus importants du monde.

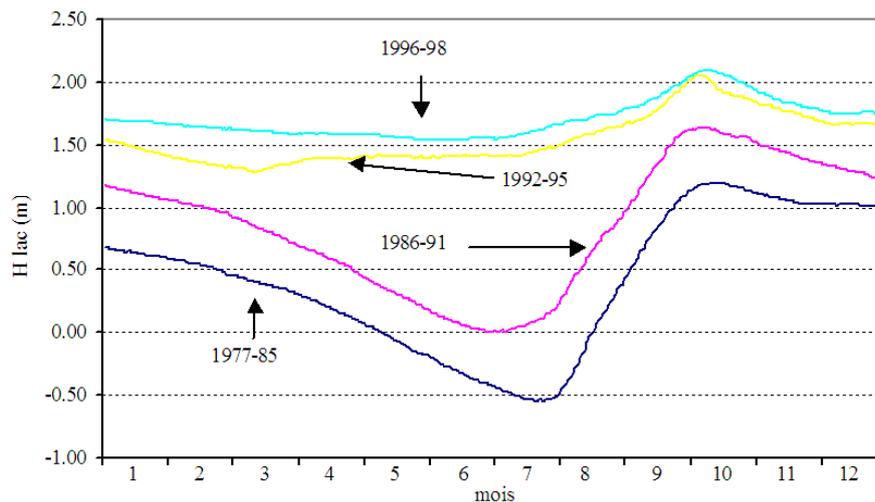
## CHAPITRE III

### HYDROLOGIE DU SYSTEME FLUVIO-LACUSTRE

Les aménagements successifs dans le bassin du fleuve Sénégal et autour du Lac de Guiers ont fortement influencé l'évolution des eaux.

#### **1. Historique du fonctionnement hydrologique du Lac de Guiers**

Le fonctionnement du Lac de Guiers a connu plusieurs phases dont le séquençage est lié essentiellement au régime climatique et au processus d'aménagement du bassin du fleuve Sénégal. Ainsi, on distingue plusieurs phases, chacune caractérisée par une évolution limnimétrique particulière. La Figure 9 montre l'évolution moyenne annuelle des niveaux d'eau du lac sur quatre (04) périodes caractéristiques entre 1976 et 1999.



**Figure 9 : Evolution moyenne annuelle du niveau d'eau du Guiers au cours de 4 périodes caractéristiques**

- De 1976 à 1979

Le lac et le fleuve communiquent pendant la crue fluviale soit en général entre le 15 juillet et le 15 octobre. Le pont barrage de Richard-Toll est ouvert durant ces trois (03) mois et le lac se remplit jusqu'à l'amorce de la décrue du Sénégal. Le pont-barrage est alors fermé pour éviter l'inversion du flux. L'année hydrologique du Guiers comporte ainsi une phase de remplissage de trois (03) mois et une phase d'isolement le reste de l'année.

Les principaux utilisateurs des eaux sont alors :

- La CSS prélève ses eaux d'irrigation à sa station de pompage dans le canal de la Taouey pour alimenter ses casiers sucriers. Par ailleurs et vu la qualité des sols de la région, le dessalement des parcelles cultivées pour la canne à sucre est indispensable et doit être continu. Les eaux de drainage des cultures collectées à la sortie des drains sont acheminées vers l'ancien lit du marigot de la Taouey et déversées directement dans le Guiers à son extrémité Nord-Ouest.
- La SONEES quant à elle, capte ses eaux à la station de N'Gnith en rive Ouest. Les pompages sont conditionnés par la profondeur de la prise d'eau et doivent être interrompus en périodes d'étiages extrêmes pour des niveaux du lac inférieurs à -0.85 m IGN.
- Les cultures irriguées autour du lac sont encore peu étendues et concentrées sur la rive Nord-Est autour de Mbane. La SAED pratique également la riziculture en rive Ouest de la Taouey où elle dispose de plusieurs petites stations de pompage. Les remplissages annuels du lac sont encore aléatoires et soumis uniquement à l'importance et à la durée de la crue fluviale. Les besoins croissants de la CSS rendent encore difficile et risqué le développement de la culture irriguée d'initiative privée.
- Les cultures traditionnelles de décrue, pratiquées sur tout le pourtour du réservoir, sont intéressantes, alimentaires mais aussi financièrement. Elles compensent les carences de l'agriculture traditionnelle pluviale défavorisée.
  - De 1980 à 1984

L'extension des cultures de la CSS vers la zone Nord - Est de la Taouey nécessite la mise en place d'une seconde station de pompage sur le canal. L'entreprise sucrière dont les besoins en eau s'accroissent chaque année est confrontée à des crues fluviales de faible ampleur qui ne permettent pas de bons remplissages du Guiers.

D'autre part les remontées d'eau de mer dans le cours du Sénégal sont de plus en plus importantes et précoces. La CSS décide donc la construction d'un second pont barrage qui lui permettra de pomper ses eaux d'irrigation dans le fleuve avant l'arrivée de la langue salée en épargnant ainsi l'eau du lac sur une plus longue période.

L'année hydrologique se divise alors en 3 phases :

- La phase de remplissage correspondant à la crue fluviale (15 juillet - 15 octobre) où les deux ponts barrages sont ouverts.
- La phase d'isolement durant laquelle le second pont est fermé et le premier maintenu ouvert pour permettre les pompages CSS à partir du fleuve (15 octobre - 15 février).

- Cette dernière phase d'isolement, qui débute dès l'arrivée de l'eau de mer à la jonction fleuve-Taouey. Le premier pont barrage est alors fermé, le second ouvert et la CSS pompe ses eaux dans le lac durant le reste de l'année hydrologique (15 février - 15 juillet).

Les utilisateurs des eaux sont les mêmes que durant la période 1976-1979. Seules les conditions hydrologiques ont changé. Le lac est moins sollicité par les pompages CSS mais par contre son remplissage est très faible certaines années et la situation devient précaire pour les utilisateurs. L'irrigation (projets maraîchers et rizicoles) se développe surtout sur la rive Est de la Taouey.

La SONEES doit interrompre régulièrement ses pompages pour cause de niveau trop bas et de mauvaise qualité des eaux.

- Depuis 1985

La mise en fonction des barrages de Diama, en novembre 1985 et de Manantali en 1989 va modifier le régime hydrologique du fleuve et bouleverser complètement celui du lac entre 1985 et 1987, le barrage de Manantali n'est pas encore en fonction, le fleuve n'est donc pas maîtrisé dans sa partie amont et l'année hydrologique du Guiers est assez semblable à celle de la période 1980-84. Grâce aux effets du barrage de Diama, le niveau fluvial est plus stable et plus élevé qu'auparavant et l'eau de mer n'atteint plus Richard-Toll.

Les conditions hydrologiques dans le Delta du fleuve Sénégal restent liées à la pluviométrie en amont. En effet, le régime dépend fortement des volumes de pluie enregistrés dans les bassins versants guinéens du fleuve Sénégal. La partie guinéenne du bassin reçoit d'importantes quantités d'eau qui sont drainées par un réseau hydrographique très dense résultant d'un relief accidenté et d'une structure géologique favorable au ruissellement.

En 2012, la pluviométrie a démarré dans le haut bassin au mois de mai. Les cumuls enregistrés en août sont de :

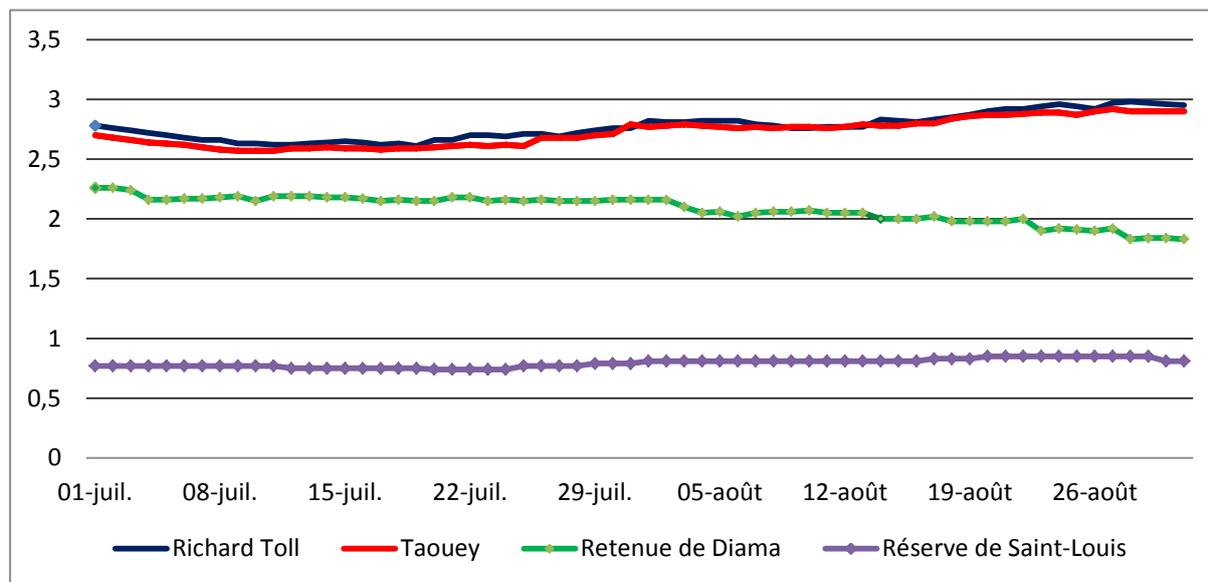
- 916,1 mm de pluie à Manantali ;
- 839,1 mm à Oualia ;
- 591,5 mm à Daka Saïdou ;

Cette situation pluviométrique a fortement influencé les écoulements du fleuve Sénégal en général. En effet, le niveau du fleuve Sénégal à la station de Bakel a dépassé de 08 cm la cote d'alerte de 10 m IGN le 27 Août. La cote du fleuve est passée à 10.61 m IGN à la date du 29 août soit 61 cm au-dessus de la cote d'alerte. Comparé au niveau maximum de 10.22 m IGN

atteint en 2003, qui a conduit à la réalisation du canal de délestage au sud de Saint-Louis, le niveau du fleuve cette année dépasse la cote de 2003 de 39 cm.

Le lac se remplit mieux et la phase d'isolement peut être prolongée. La gestion de la retenue de Diama est parfois problématique et le Guiers lui sert d'appoint.

La limnimétrie du Guiers est ainsi de plus en plus soumise à celle du fleuve. Les variations de hauteur d'eau provoquent d'ailleurs des mouvements d'eau ponctuels du lac vers le fleuve et même du Ferlo vers le lac. La gestion de l'ensemble devient ainsi assez anarchique.



**Figure 10: Evolution du Fleuve Sénégal à Richard-Toll, Taouey, Saint-louis et dans la Retenue de Diama (Juill-Aout 2012)**

## 2. Evolution des hauteurs d'eau dans le Guiers

Avant la mise en place du barrage de Diama, les eaux du Lac de Guiers étaient soumises à l'alternance de cycles de remplissage et d'isolement qui déterminaient les hauteurs et les volumes moyens annuels. Dès 1986, les variations de niveau du lac reflètent nettement l'influence positive du barrage de Diama qui se manifeste par une tendance au rehaussement et une stabilisation des niveaux d'eau. (Voir figure 11)

En application des consignes de l'OMVS relatifs à la gestion du barrage de Diama, la cote du plan d'eau amont de la retenue est maintenue chaque année autour de 2.22 m IGN jusqu'en début juillet. L'année 2012 montre une baisse progressive (à partir du 04 août) permettant d'atteindre la cote 2,98 m IGN le 29 août. Les débits de lâchers à Diama sont passés de 558 m<sup>3</sup>/s le 04 juillet à 1541 m<sup>3</sup>/s le 28 août.

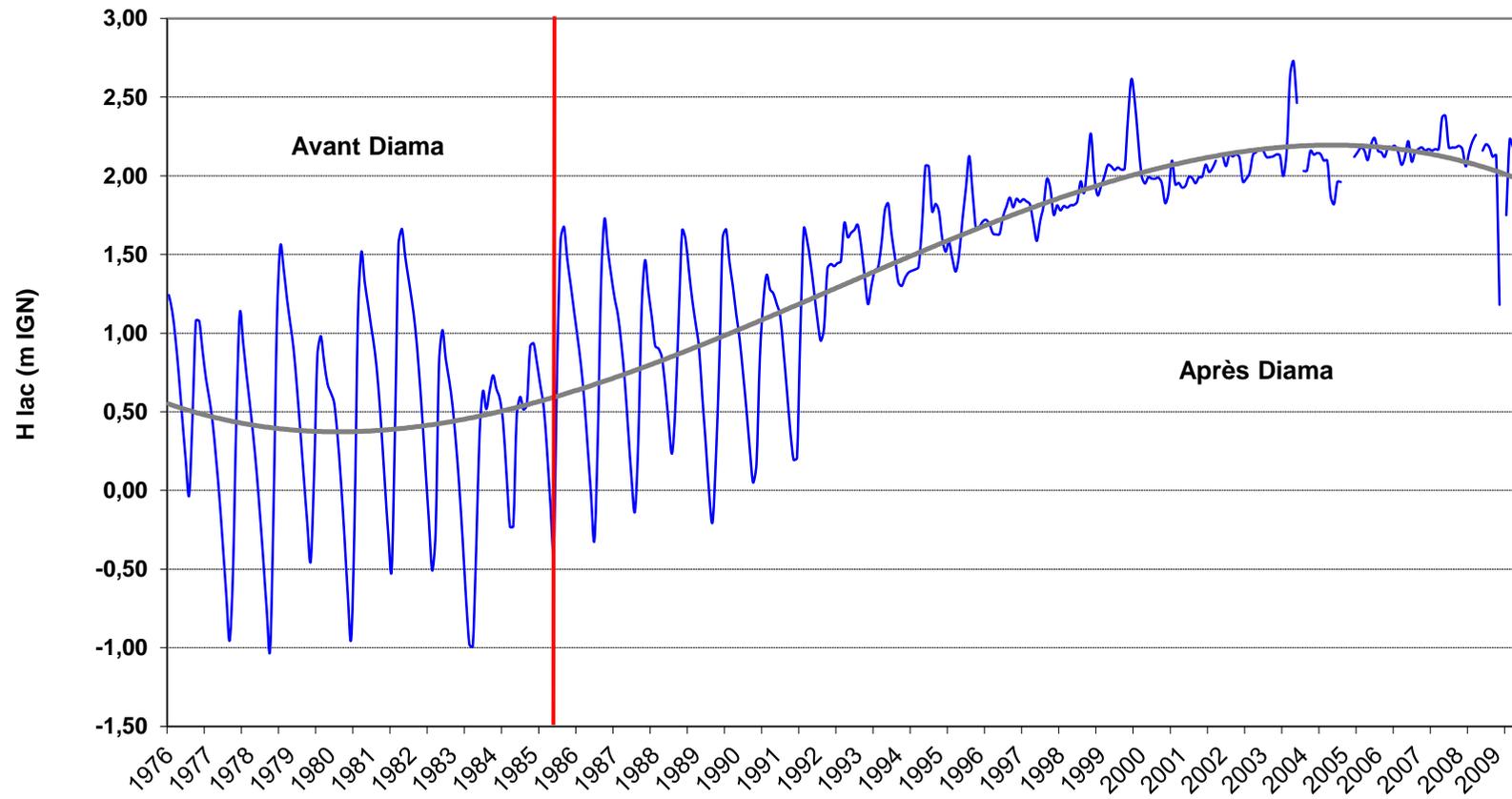


Figure 11 : Evolution des hauteurs d'eau du Lac de Guiers à la station de NGnith de 1976 à 2010

**DEUXIEME PARTIE**  
**SITUATION ENVIRONNEMENTALE DANS LE**  
**DELTA DU FLEUVE SENEGAL**

---

# CHAPITRE I:

## EVALUATION DU POTENTIEL DE CONTAMINATION

### ***1. Situation du Delta du fleuve Sénégal***

La construction en 1985 du barrage anti-sel de Diama sur le delta du fleuve Sénégal et la mise en service, deux ans plus tard, du barrage hydro-électrique et de régulation du débit fluvial de Manantali plus en amont ont considérablement amélioré les hauteurs d'eau et facilité l'irrigation. Cependant, ces barrages ont profondément modifié le fonctionnement hydrologique du delta et la qualité des eaux. Au niveau du Lac de Guiers, les aménagements de la Compagnie sucrière sénégalaise (CSS), de la Société d'aménagement et d'exploitation du delta (SAED), les autres tenants de l'agrobusiness, et les installations de la Société des eaux du Sénégal (SDE) ont renforcé l'importance du site. Ce qui voit y converger des populations de plus en plus nombreuses et s'y développer de façon anarchique des activités économiques et sociales multiples, mais très souvent concurrentes. Autant de facteurs liés à un rush sur un milieu fragile.

L'augmentation des prélèvements des eaux aux fins d'agriculture irriguée, les aménagements hydro agricoles et les effets drastiques des changements climatiques font peser une lourde hypothèque sur l'écosystème du delta.

Selon NDIEYE (2012), la principale réserve d'eau douce du Sénégal, qui alimente les régions de Dakar et de Thiès en eau potable, fait l'objet d'une pression de plus en plus croissante avec l'augmentation des prélèvements pour l'agriculture irriguée

Dans ce contexte de modification des conditions environnementales, la pollution due aux rejets industriels a entraîné l'altération croissante de la qualité des eaux.

### ***2. Sources potentielles de pollution***

Les études de Carl Bro (1999) concluent que le Lac de Guiers était dans un état d'équilibre, mais d'après l'IRD (2004), ARFI (2004), la DGPRE (2010), KANE (2012) et l'OLAG (2012) il existe des sources potentielles de pollution qu'il est impératif de prendre en compte dans le cadre de la gestion du plan d'eau. Ces sources de pollution potentielle sont d'ordre microbiologique, chimique et liées aux décharges d'eaux de drainage.

### **a. La pollution microbiologique**

Elle résulte des activités des populations riveraines. Ces activités sont principalement la lessive, la vaisselle et la baignade. Dans le delta du fleuve Sénégal, le déversement des eaux usées directement dans le fleuve est une pratique courante dans les centres urbains dont la plupart ne sont pas dotés de réseau d'assainissement pour les eaux usées et pluviales.

En milieu rural l'assainissement assuré par la direction de l'hydraulique rurale (DHR) constitue un véritable casse-tête pour l'atteinte des objectifs du millénaire pour le développement (OMD) d'ici l'échéance 2015. L'assainissement est encore embryonnaire, le nombre de branchement en 2011 est estimé à 28892 unités soit 29.6 % de raccordement (Source : PEPAM 2012). Cette insalubrité est la cause de plusieurs maladies diarrhéiques, (bilharziose,) mais aussi contribue à la prolifération de vecteurs de maladies (paludisme).

### **b. La pollution chimique**

Les périmètres rizicoles sont associés à des réseaux de drainage hiérarchisés à ciel ouvert qui rejettent les eaux de drainage soit dans les dépressions naturelles du delta (dépressions de Ndiaël, de Krankaye, de Noar, de Pardiagne) soit dans les axes hydrauliques (fleuve Sénégal, Taouey). Les aménagements privés, dépourvus de systèmes de drainage, évacuent les eaux de drainage en contre bas des champs. Les casiers sucriers de la CSS drainent principalement dans le Lac de Guiers et dans le fleuve Sénégal sans traitement préalable. Les eaux de drainage rejetées sont très chargées en résidus de pesticides et d'engrais chimiques utilisés dans les activités agricoles. De telles pratiques agricoles affectent considérablement la qualité des eaux de surface ; constituent un risque pour les populations, le cheptel et menacent les écosystèmes des zones réceptrices des eaux de drainage.

LE GAL et DIA (2000) avaient sonné l'alerte pour une gestion des eaux usées agricoles dans le delta du fleuve Sénégal. Ils soulignent qu'une utilisation anarchique de l'eau et un mauvais contrôle des rejets agricoles (pesticides et nitrates) pourrait détruire l'équilibre fragile de la zone.

Pour KANE (1997), les eaux de drainage sont un problème majeur et leur gestion demeure une question très importante pour l'avenir de l'agriculture irriguée dans ce milieu fragile. Plus loin il affirme que le problème est complexe et la situation est devenue préoccupante.

Dans un rapport commun du PNUE/UCC-Water/DGPRE (2002), les auteurs soulignent que la contamination des eaux par les pesticides et les engrais liés aux activités humaines (lutte anti-aviaire, antiacridienne) est encore mal connue.

Les eaux de drainage agricoles constituent la principale source de pesticides et de nutriments pour les eaux de surface. Les grandes unités industrielles installées dans la zone (CSS, SAED, SOCAS) sont incriminées comme principaux pourvoyeurs de résidus de pesticides dans les eaux de surface.

Plusieurs études menées dans le delta du fleuve Sénégal mentionnent la toxicité et le pouvoir polluant des eaux de drainage provenant des périmètres irrigués. Cependant, aucun suivi régulier de la qualité de ces eaux rejetées n'existe à ce jour, du fait du cout exorbitant des analyses de pesticides.

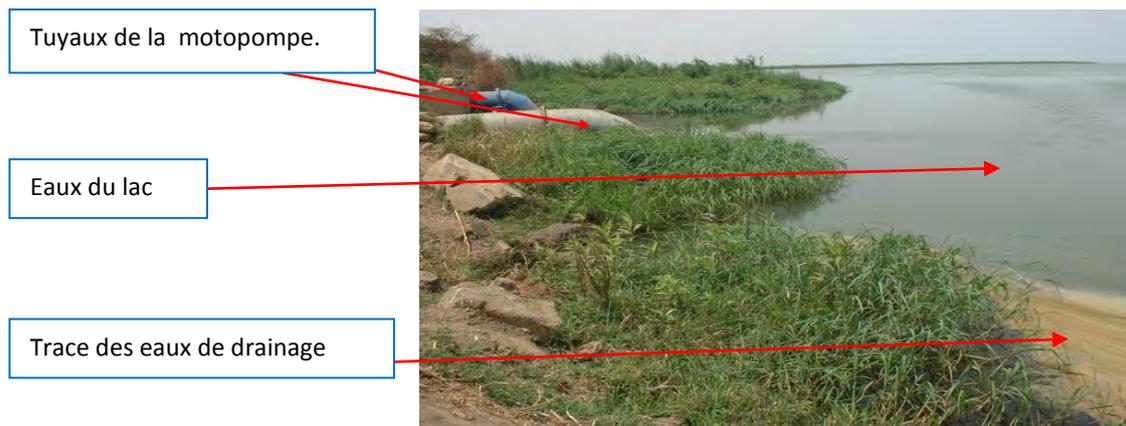
### **c. Les décharges d'eaux de drainage**

Les décharges d'eaux de drainage dans le Lac de Guiers sont celles de la CSS ; elles proviennent du drainage des casiers sucriers. Ces eaux chargées de nutriments sont rejetées dans le lac à partir de deux (2) points de rejets situés de part et d'autre du canal de la Taouey. D'après la CSS, ces eaux sont traitées avant rejet et ne présentent à priori aucun danger pour l'environnement lacustre. Mais les différentes études réalisées depuis l'étude bathymétrique de 1999 jusqu'à l'élaboration du Plan de Gestion de 2004, ont démontré qu'une grande attention devait être donnée à ces rejets, eu égard aux enjeux de ce lac pour le développement social et économique du Sénégal.

Selon ARFI (2004) les flux, qui rentrent dans le lac à partir du fleuve par Richard-Toll contiennent des pesticides, indiquant qu'une partie des produits chimiques entrent dans le système du lac, de l'extérieur des captations directes et de telles sources, peuvent être difficiles à contrôler. Bien que les quantités rejetées soient relativement faibles (environ 5 % des flux du lac) elles constituent une source potentielle de pollution et doivent à ce titre être prise en compte dans le cadre de la mise en œuvre d'une gestion intégrée de la cuvette lacustre, (voir photos 1 et 2).



**Photo 1: Point de décharge de la CSS dans le Lac de Guiers (source : Carl Bro Int, 1999)**



**Photo 2: Déversement des eaux de drainage dans le lac. (source : Diop 2004.)**

Les contributions des ortho phosphates, de l'azote total et des chlorures provenant de la CSS sont calculées en kg/an (tableau 6), sur la base des estimations sommaires des volumes d'eau rejetées quotidiennement et des niveaux moyens mesurés entre 1998 et 2004 (DHI, 2004).

Puisque les concentrations en ortho phosphates sont les mêmes dans les décharges de la CSS et à la station de Richard-Toll leur contribution est neutre (la part de la CSS est de 5 % en termes de décharge et 5 % en termes de chargement d'ortho phosphate). Pour l'azote total, la contribution de la CSS est de 30 % du chargement. Cependant, en calculant les apports de chlorures des rejets de la CSS, il apparaît qu'elles représentent deux fois celles du fleuve.

**Tableau 6 . Estimations du transfert annuel d'orthophosphates, d'azote total et de chlorures du fleuve Sénégal à Richard-Toll et des décharges de la CSS**

Station	Ortho phosphates (g/m <sup>3</sup> )	Azote total (g/m <sup>3</sup> )	Chlorures (g/m <sup>3</sup> )	Flux (m <sup>3</sup> /s)	Transfert Ortho phosphates (kg/an)	Transfert azote total (kg/an)	Transfert Cl <sup>-</sup> (kg/an)
Richard-Toll	0,03	0,75	3,1	29,3	28.000	690.000	2.900.000
CSS (No.1)	0,03	4,08	112	1,45	1.400	190.000	5.150.000
Entre RT et CSS				5 %	5 %	30%	180%

Source : DGPPE, 2004

Le tableau 8 ci-dessous met en évidence une comparaison des variables de la qualité de l'eau entre les décharges de la CSS et les niveaux à Richard-Toll. Evidemment la différence trouvée est frappante dans les mesures de la conductivité. La valeur moyenne dans les décharges de la CSS est approximativement 2,5 fois plus élevée que celle à Richard-Toll. Ceci soutient les différences observées pour les chlorures. La concentration élevée de chlorures génère une conductivité élevée.

A côté des variables de la qualité physico-chimique de l'eau, les mesures réalisées en septembre 2004 ont concerné 8 pesticides (Tableau 7). Concernant l'Améthrine la concentration au niveau d'un des points de décharges de la CSS était presque 10 fois plus élevée que la concentration à Richard-Toll. Ceci indique que même si certains pesticides entrent dans le lac à partir du fleuve Sénégal, l'utilisation des pesticides dans les activités de la CSS pourrait aussi être à l'origine d'importantes contaminations. Ceci suscite une inquiétude générale pour la gestion du lac que les décideurs devraient prendre en compte, particulièrement si l'on considère que l'utilisation principale de l'eau du lac est destinée principalement à l'alimentation en eau potable, aux cultures irriguées et au maraichage le long des rives.

#### d. Les pesticides

Les pesticides couvrent un certain nombre de produits chimiques utilisés pour contrôler ou combattre certains types de végétation (herbicide), d'insectes (insecticides) ou de champignons (fongicides). Les pesticides modernes ont un effet très efficace sur des cibles spécifiques et la plupart sont également de courte durée par rapport aux anciens types qui restent actifs pour des décennies et risquent par conséquent de menacer d'autres existences non ciblées comme les humains, poissons, bovins etc. (OMVS, 2005).

**Tableau 7 Analyse des pesticides de septembre 2004**

Station	Ferlo sud	Syer	Gnith	Saneinthe	Téméye	RT	CSS1	CSS2	OMS
<b>2-4 D</b>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	30
<b>Améthrine</b>	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.098	0.411	0.389	3.49	
<b>Atrazine</b>	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.031	0.155	0.2	2
<b>Carbofuran</b>	<0.1	0.213	0.306	0.118	0.179	<0.1	<0.1	<0.1	7
<b>Diazinon</b>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
<b>Dieldrine</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03
<b>Lindane</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<b>malathion</b>	0.044	0.026	0.02	0.02	<0.02	0.025	<0.02	0.07	
<b>Propanil</b>	<0.1	<0.1	0.266	<0.1	<0.1	0.256	<0.1	<0.1	

***N.B. : Les chiffres marqués en gris indiquent la limite de détection***

La maîtrise des rejets de pesticides dans le lac constitue un facteur important de gestion. Dans le tableau 7 ci-dessus est mis en évidence 8 échantillons. L'analyse succincte montre que l'atrazine, a été trouvée presque dans tous les échantillons. L'améthrine a également été constatée dans la plupart des échantillons, tandis que le 2,4-D a été trouvé dans 5 échantillons. L'échantillon d'eau le plus pollué est celui retrouvé dans la partie nord du Ferlo tandis que les

échantillons prélevés dans le voisinage immédiat des effluents de drainage ne sont pas particulièrement pollués par rapport aux autres.

Toutefois, les limites admises par l'OMS ont été dépassées pour le dieldrine à Ferlo, où on a trouvé une concentration de 0.044 µg/l. Bien qu'il n'existe pas de limites proposées pour l'ametryne, celui-ci est probablement moins toxique que l'atrazine, qui a la limite admissible la plus basse.

Bien que les concentrations aient des valeurs relativement basses, il est inquiétant que des pesticides soient trouvés même dans la partie centre du lac (OLAG, 2012)

**Tableau 8 : Des variables sélectionnées de la qualité de l'eau à partir des décharges de la CSS comparées aux niveaux à Richard-Toll**

Station	Richard-Toll			Décharges CSS		
	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy
pH	8,0	6,5	7,2	8,4	4,0	6,1
O2 (mg/l)	7,2	3,2	6,2	7,7	2,9	6,1
Conductivité µ/cm	140	35	62	3190	311	1612
Chlorures (mg/l)	9,6	1,6	3,1	11,5	240	112,1

Source : DGPPE, 2001-2004

Les flux qui rentrent dans le lac à partir du fleuve Sénégal par Richard-Toll contiennent des pesticides, indiquant qu'une partie des pesticides (ou tous) entrent dans le système du lac, de l'extérieur des captations directes et de telles sources peuvent être difficiles à contrôler. Cependant, il est plus facile de maîtriser les sources de pointe connues que les sources non connues provenant par exemple des activités agricoles dans les captations. Le niveau de quelques pesticides (dieldrine, ametryne, 2,4-D, atrazine) a apparemment monté depuis 2004, lors des mesures de la DGPPE.

En termes d'exploitation du lac pour des besoins en eau potable, desservant Dakar, les simulations font état d'une augmentation de la salinité. La conductivité moyenne est élevée (cf tableau 8)

Les nutriments montrent des fluctuations, comme décrites dans les données de l'IRD (2004) et de la DGPPE (2004). En septembre 2004, les niveaux étaient très bas et la production d'algues (mesuré en chlorophylle) aussi. Aucune de ces concentrations n'a excédé les recommandations de l'OMS. Les concentrations de particules totales en suspension sont également basses, particulièrement dans la partie principale du lac.

Cependant, la tendance vers des niveaux plus élevés par exemple de pesticides et également les niveaux de chlorure dans certaines zones (l'extrême nord est affecté par les décharges de la CSS) peuvent à l'avenir poser des problèmes. Il est nécessaire de réguler l'utilisation de la terre dans la captation, de suivre les décharges de la CSS afin d'empêcher la pollution du lac.

Bien que les niveaux de nutriments soient relativement bas, une augmentation des niveaux de nutriments dus au développement des zones agricoles pourraient causer une production plus élevée de phytoplancton. Actuellement plusieurs des espèces d'algues dans le lac sont connues pour leur capacité à produire des toxines. Certaines de ces toxines sont presque impossibles à enlever de l'eau et peuvent par conséquent causer des maladies.

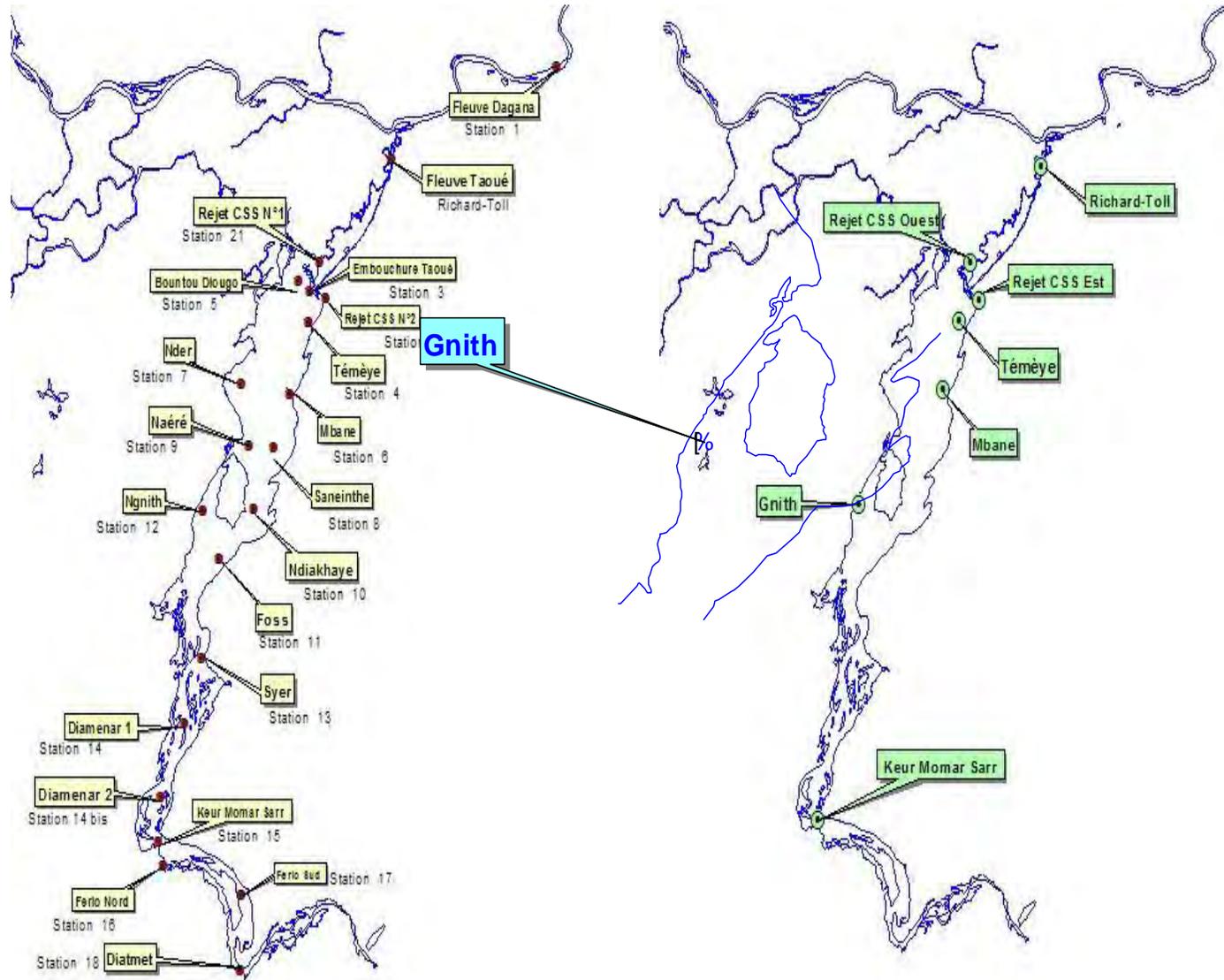
Pour plus d'informations sur les niveaux de pesticides, des échantillons de sédiments devraient également être analysés. La menace potentielle de prolifération des algues toxiques doit être abordée, en intégrant une surveillance régulière des espèces d'algues dans le lac. Le niveau de production d'algues est périodiquement si important que le Lac de Guiers pourrait être classé en lac oligomésotrophique (classe intermédiaire de l'eutrophisation, indicatrice du niveau de vieillissement du lac).

### **3. Qualité de l'eau**

L'étude de la qualité de l'eau a pour but de montrer la situation du lac étant donné qu'il dessert Dakar en eau potable. Le lac est aujourd'hui complètement différent de ce qu'il était avant l'artificialisation du système hydrologique. Ce facteur exerce une influence sur le réservoir qui est aujourd'hui un lac d'eau douce, sans intrusion provisoire de sel. La qualité des eaux du lac a été suivie dans plusieurs stations, à différentes périodes et par différents acteurs. Parmi lesquels on peut retenir Cogels (1979-1982), Equesen (1989-1993), Carlbro et al. (1998-1999), la DGPRE (depuis 1999), la SDE à Gnith (depuis 1973), la DHI/TROPIS (2004) et l'Office du Lac de Guiers (2012). La quantité de données rassemblées sur le lac pendant ces années est importante. Les variables choisies dans cette présente étude sont d'un intérêt pour l'évaluation de la qualité de l'eau en général et pour les conditions d'eau potable en particulier.

Il est important de souligner que l'étude de 2004 ne s'est basée que sur un seul ensemble d'échantillonnage de la qualité de l'eau pour montrer l'évolution des paramètres. Cependant les résultats de la DGPRE ne sont que des valeurs simples à un certain nombre de stations.

**CARTE 3: Carte Des Différentes Stations d'échantillonnage autour du Lac (source : DHI, 2004 )**



## a. Les variables de la qualité de l'eau

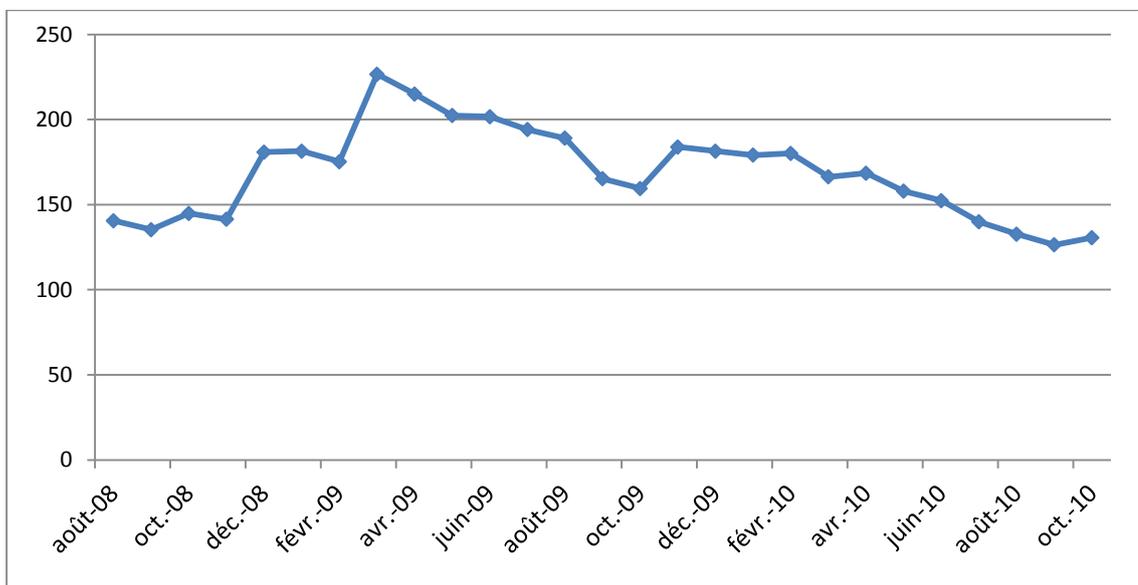
Les variables décrites ici sont choisies comme indicateurs de l'état du lac à Gnith et des charges sur la qualité de l'eau.

**Tableau 9: Evolution des paramètres physico-chimiques du Guiers à la station de Gnith entre aout 2008 et septembre 2010**

DATE	T°C	C µs/cm	PH	TUR	TAC	H (cm)	M organique	Salinité (mg/l)
août-08	28,8	182,3	7,1	16,6	6,9	218,0	7,4	140,6
sept-08	29,3	178,7	7,0	13,3	6,7	219,7	6,8	135,3
oct-08	26,9	180,1	7,3	12,1	6,8	206,3	5,5	144,8
nov-08	24,5	169,0	7,4	15,1	6,8	215,3	6,6	141,4
déc-08	21,9	192,8	7,7	30,0	6,9	213,4	64,6	180,9
janv-09	20,4	187,5	7,3	30,6	7,0	211,0	6,4	181,5
févr-09	22,6	191,1	7,3	28,0	7,1	2,2	6,4	175,3
mars-09	23,8	234,7	7,9	37,2	7,4	222,0	8,3	226,7
avr-09	25,1	232,0	7,8	30,8	7,5	223,2	7,2	215,0
mai-09	25,8	225,3	7,5	27,0	7,5	2,3	6,5	202,4
juin-09	27,2	230,7	7,4	23,2	7,5	224,5	6,6	201,7
juil-09	28,7	230,8	7,5	20,9	7,7	-	7,8	194,1
août-09	27,7	222,4	7,8	23,5	7,8	223,7	9,0	189,1
sept-09	27,7	201,7	7,4	17,6	7,7	-	7,2	165,3
oct-09	27,2	194,7	7,7	18,6	7,2	-	7,2	159,5
nov-09	22,0	195,5	8,0	26,8	7,6	212,0	7,3	183,9
déc-09	22,1	194,0	8,0	27,1	7,2	215,5	7,1	181,4
janv-10	22,8	194,9	7,9	18,7	7,2	220,1	6,8	179,1
févr-10	23,5	198,4	8,0	22,1	7,5	217,5	7,2	180,2
mars-10	24,9	192,3	8,3	21,1	8,1	199,3	7,6	166,3
avr-10	24,7	193,4	8,1	24,3	7,8	217,8	7,7	168,5
mai-10	25,3	186,5	34,6	26,2	7,8	7,8	8,0	158,0
juin-10	27,5	189,2	7,8	23,7	-	-	7,7	152,4
juil-10	28,9	182,0	7,8	24,8	7,4	218,6	8,0	139,9
août-10	29,7	177,3	7,7	25,1	7,3	2,3	8,0	132,7
sept-10	29,4	169,9	7,6	21,9	7,0	2,5	7,6	126,4
oct-10	28,7	172,1	7,6	16,6	6,6	2,5	7,2	130,7

### a. 1. La conductivité / salinité

La salinité (calculée à partir de la conductivité obtenue) dépend de la concentration des sels minéraux dissous dans l'eau. La conductivité augmente avec l'accroissement des concentrations de sel. Au niveau du Lac de Guiers, le souci principal a été l'augmentation prévue de la salinité du lac. La conductivité n'est pas considérée comme une variable d'eau potable selon les recommandations de l'OMS, par exemple. Cependant, le chlorure (Cl<sup>-</sup>), qui est une composante importante des substances de conductivité, a été évalué dans le lac. La limite de chlorure dans l'eau potable fixée par l'OMS est de 300 mg/l. Les données de la DGPRE (2004) situaient la conductivité à 93mg/l. Les niveaux de 2009 à 214 mg/l montrent l'accroissement rapide des concentrations de chlorures dans le lac. Le stock de sels dissous dans le lac a en effet beaucoup varié entre 2004 et 2010. Cependant la figure 13 montre des variations inter mensuelles des taux de salinité. Celles-ci sont à attribuer essentiellement à la forte dilution des eaux du lac par celles, beaucoup plus douces, du fleuve, dilution favorisée par les remplissages du Guiers, plus importants depuis la mise en service du barrage de Diama. La dilution des eaux du lac favorisée par ses remplissages plus importants explique donc à elle seule la diminution de salinité moyenne des eaux. Ceci confirme les hypothèses d'un équilibre « entrées-sorties » des sels dissous dans le lac (voir figure 12).

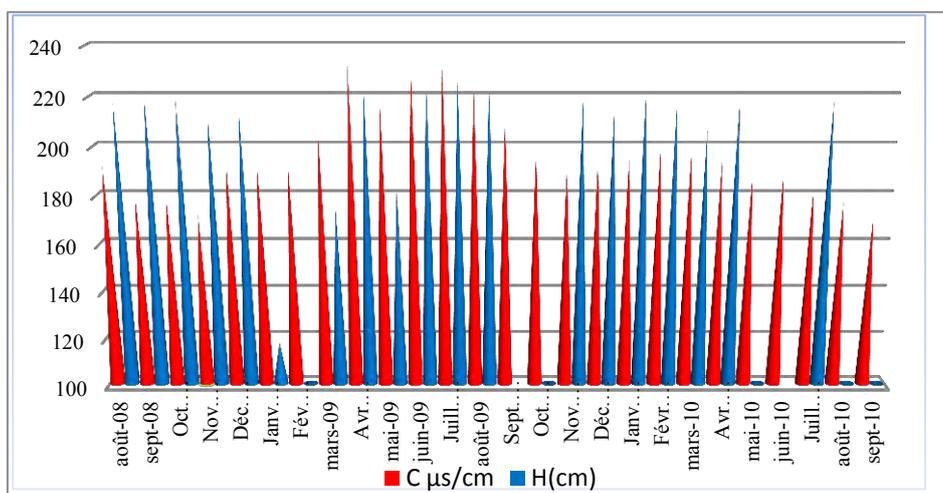


**Figure 12: Evolution intermensuelle de la salinité à Gnith de août 2008 à septembre 2010 (mg/l)**

La relation entre le niveau des eaux et la conductivité est représentée dans la figure 13 ci-dessous. Quand le niveau des eaux est élevé la conductivité est généralement basse et vice versa. Un niveau élevé des eaux signifie des flux abondants et un niveau bas de la

conductivité. Il en résulte une dilution du sel, par ailleurs un niveau bas des eaux indique des flux bas et par conséquent une conductivité plus élevée.

L'année 2009 présente des conductivités plutôt modérées (moyenne 211  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , minimum 187 $\mu\text{S}/\text{cm}$  et maximum 234  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Le profil de la courbe d'évolution donne ainsi deux types de fluctuations avec une diminution progressive quand le niveau du lac augmente (l'apport d'eau du fleuve « dilue » la masse d'eau de Guiers) et une augmentation tout aussi progressive quand le niveau du lac diminue (l'évaporation n'est plus compensée par les apports du fleuve et la concentration fait augmenter la conductivité). Pour être progressives, les réponses n'en sont pas moins marquées, même si l'amplitude annuelle reste modeste (47  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Le mode de gestion actuel du lac favorise cette stabilité.



**Figure 13 : Evolution intermensuelle de la conductivité et des hauteurs d'eau à Gnith de aout 2008 à octobre 2010 (mg/l).**

### **a. 2. Les nutriments**

Les études se penchaient sur le niveau des substances de phosphore et d'azote (phosphate ortho-( $\text{PO}_4$ ), phosphore total, nitrate ( $\text{NO}_3$ ) et azote total). Les concentrations de nutriments sont représentées dans le tableau 10 ci-dessous. Les niveaux de nutriments dans le Lac de Guiers sont principalement contrôlés par les flux du fleuve Sénégal comme les niveaux les plus élevés sont retrouvés en 2004 à Richard Toll. Cependant, les flux locaux, par exemple les décharges de la CSS, doivent également être considérées, car ces sources peuvent entraîner une élévation du niveau des nutriments dans la partie nord du lac.

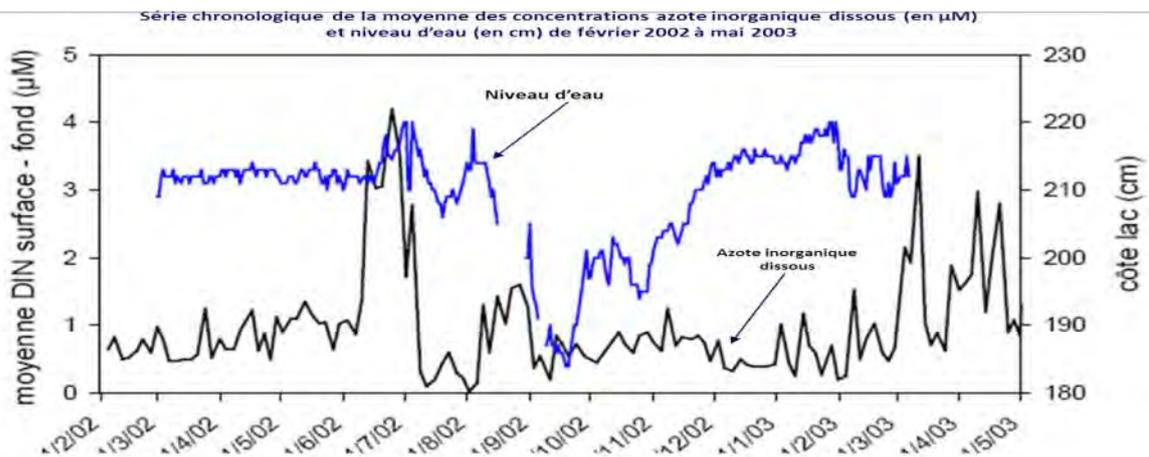
La concentration des nutriments dans le lac notée entre janvier et septembre 2009 était très basse. Dans leurs études au niveau de trois stations à proximité de Ngnith, l'IRD avait observé des périodes de basses concentrations de nutriments et parallèlement de basses concentrations de chlorophylle (figure 14)

**Tableau 10 : Nutriments sélectionnés à Gnith ente janvier et septembre 2009  
(source : DGPRE 2010)**

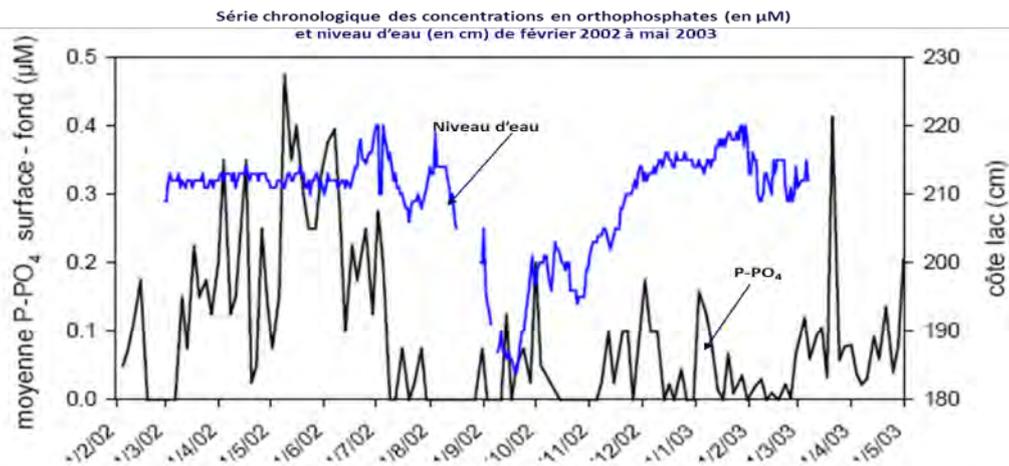
Dates	NH4+	NO3-	NO2	PO43-	O2 dissout	No23
28/01/2009	0,04	0,119	0,01	5,9	5,1	
24/02/2009	0	0,119	0,01		3,5	
24/03/2009	0	0,079	0,007		2,5	
22/04/2009	0	0	0	7,4	5,1	
25/05/2009	0	0,018	0		4,9	
29/06/2009	0	0,044	0		1,8	0,069
28/07/2009	0	0	0		4,5	
29/09/2009	0	0	0			

Les études d'ARFI (2004) ont prouvé que les oscillations des nutriments dans le lac sont étroitement liées aux flux d'eau dans le lac.

Dans cette étude les niveaux de nutriments les plus bas et par conséquent de chlorophylle semblent très probablement être le résultat d'une période d'absence de flux du fleuve Sénégal dans le lac. Par conséquent les nutriments sont sur-employés par les algues et les occupations végétales et comme il en résulte un épuisement des nutriments, le niveau de production représenté en chlorophylle chute. La détérioration de la production d'algues est ainsi reflétée dans les basses concentrations de chlorophylle. Lorsque les vannes à Richard-Toll seront rouvertes, il est probable que la production augmentera immédiatement comme cela est observé dans les études consultées.



**Figure 14 : Représentation des concentrations moyennes en azote inorganique dissous et du niveau des eaux de février 2002 à mai 2003 (source : ARFI, 2004)**

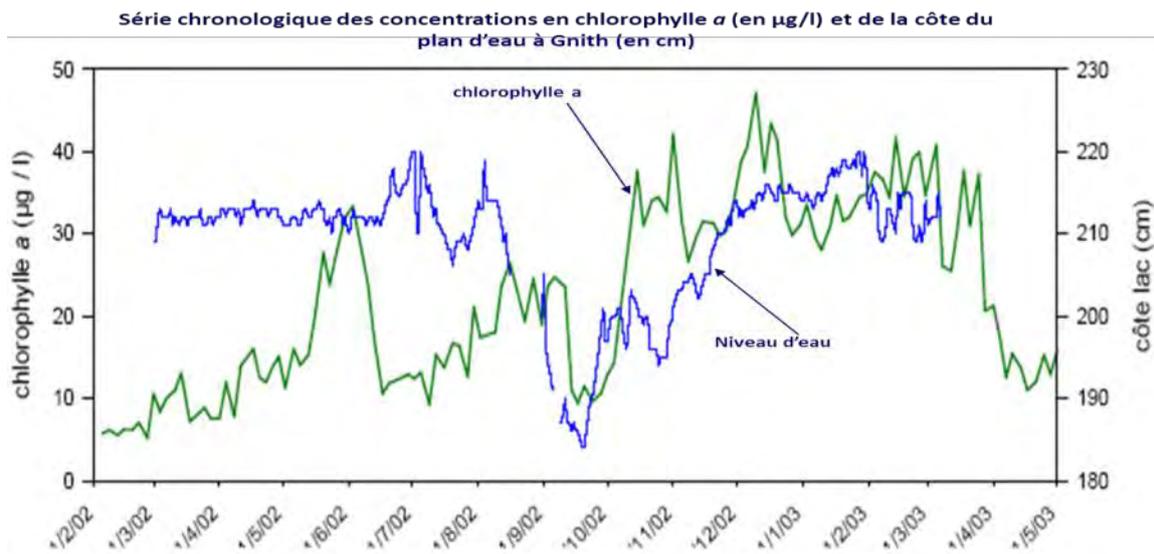


**Figure 15 : Représentation des concentrations en orthophosphates ( $\mu\text{M}$ ) et du niveau des eaux de février 2002 à mai 2003 (source : ARFI, 2004)**

Le niveau des nutriments va maîtriser l'évolution et la croissance des mauvaises herbes aquatiques et des algues planctoniques (flottantes). Les occupations d'algues peuvent répondre très rapidement à la présence de nutriments (dans quelques jours), tandis que les plantes enracinées (Typha, Phragmites, etc..) y répondront très lentement (sur plusieurs jours ou semaines). Le métabolisme de nutriments dans les algues est également beaucoup plus rapide que dans la végétation. Par conséquent la quantité de nutriments stockés dans la végétation enracinée au niveau du Lac de Guiers est très importante, alors que la quantité dans les algues est limitée. Lorsque l'alimentation de nutriments en provenance du fleuve Sénégal est basse à cause des flux d'eau limités dans le lac, la concentration d'algues (mesurée en chlorophylle) va diminuer et sera limitée à une reproduction équivalente aux décharges de nutriments originaires des dépôts de matières organiques mortes, y compris les algues mortes. Les concentrations de chlorophylle dans l'eau sont utilisées en tant que mesure du niveau d'eutrophication des lacs et des eaux de mer.

### **a. 3. La chlorophylle**

La différence entre les concentrations au niveau des couches superficielles et les couches profondes est vraisemblablement due aux conditions climatiques locales. (Voir figure 16). D'autres facteurs peuvent influencer le comportement de la chlorophylle. La température, l'absence de vent et le rayonnement solaire peuvent entraîner le refuge actif des algues dans les eaux profondes. En effet la plupart des algues ont une production limitée du fait d'un rayonnement trop élevé.



**Figure 16: Représentation des concentrations de chlorophylle (µg/l) (source ARFI 2004)**

#### **a. 4. L'oxygène**

Les données n'ont montré aucun déficit en oxygène au niveau de toutes les stations consultées. Cependant, il faut noter que les échantillons ont été prélevés pendant la journée, où la production d'algues influe sur le niveau d'oxygène. Une saturation de plus de 100 % d'oxygène mesurée, a montré que la production d'algues était élevée (voir tableau 10). Les enregistrements du niveau d'oxygène à partir du lit du lac ne présentent pas un profil bas malgré les conditions d'oxygène qui étaient optimales.

Plusieurs fois lors des mesures, la sonde a touché le sédiment du lac et sa couleur légèrement grise a indiqué que les sédiments superficiels étaient bien oxygénés. Une apparence foncée ou noire des sédiments aurait indiqué des conditions anoxiques au niveau des sédiments. On s'attend également à ce qu'un lac peu profond comme le lac de Guiers soit plus ou moins mixé lors des conditions venteuses.

Une remarque importante est que plusieurs facteurs peuvent influencer le comportement du lac. Ceux-ci peuvent même être extérieurs au lac. Par exemple dans le tableau 9 la turbidité est élevée suite au vent ayant précédé la pluie. Donc le mélange causé par le vent doit être pris en compte lors de l'interprétation des données, mais encore une fois les observations des conditions toxiques dans les sédiments superficiels soutiennent la théorie d'un lac bien mixé, ce qui est typique pour un lac peu profond. Les données de 2009 ont montré des niveaux d'oxygène relativement bas, bien que des périodes courtes et longues avec des conditions d'oxygène basses puissent survenir de temps en temps. Quelques enregistrements de 4.1 et 5.1 mg/l ont été observés.

#### **4. Les problèmes rencontrés au niveau du delta**

L'introduction des pesticides dans l'agriculture a contribué d'une façon générale à l'amélioration des rendements agricoles, mais suscite de nombreuses inquiétudes liées notamment à leur toxicité, leurs effets sur l'homme et l'environnement.

##### **a. Problèmes des pestes dans la zone du delta**

La culture irriguée dans les zones du delta notamment dans la Communauté Rurale de Ross Béthio, et les zones où existe une infrastructure d'irrigation près du Lac de Guiers retient l'attention des chercheurs à cause du taux de pesticides utilisé. Une large gamme de spéculations est produite au niveau du delta. La culture irriguée concerne la riziculture qui occupe une place prépondérante.

Les pestes les plus citées au niveau du maraîchage par les agriculteurs comprennent les pucerons, chenille, mouche blanche, araignée rouge, punaise, nématodes, l'oïdium, le mildiou, le thrips de l'oignon, acariens, mouche mineuse, cochenille, puceron etc.

Au niveau des céréales et particulièrement le riz, les oiseaux granivores et les adventices notamment les Cypéracées et les graminées sont cités comme les principaux fléaux.



**Photo 3 : Adventis de Riz**



**Photo 4 : Nuée d'Oiseaux granivores**



**Photo 5 : Aubergines infectées**





**Photo 6 : Thrips de l'Oignon dans le Gandiolais**

### **b. Le problème de la qualité des pesticides**

Selon la FAO et l'OMS (2012) environ 30 % des pesticides commercialisés dans les pays en développement, pour une valeur estimée à 900 millions \$ US par an, ne répondent pas aux normes de qualité internationale. Ils font peser une grave menace sur la santé et l'environnement. Le problème des pesticides de mauvaise qualité est particulièrement courant dans les pays d'Afrique subsaharienne, qui ne disposent en général pas de moyens nécessaires pour assurer un contrôle efficace des pesticides produits et importés dans leurs territoires.

Ces produits de mauvaise qualité contiennent fréquemment des substances dangereuses et des impuretés qui ont déjà été interdites ou ont fait l'objet de restrictions sévères ailleurs et contribuent souvent à l'accumulation des stocks de pesticides périmés dans les pays en développement (FAO/OMS, 2001).

Selon Heymann (2001), la faible qualité des pesticides peut s'expliquer à la fois par de mauvaises formulations et conditions de production et par le choix inadéquat des produits chimiques. Dans de nombreux cas par exemple, les concentrations en principes actifs dépassent les normes internationales de tolérance. De plus, les pesticides de mauvaise qualité peuvent être contaminés par des produits toxiques ou des impuretés.

Si on tient également compte de l'étiquetage et du conditionnement, la proportion de pesticides de mauvaise qualité augmente encore dans le delta du fleuve Sénégal. L'étiquetage, souvent rédigé dans un langage inadapté, ne donne pas d'indications sur le principe actif, l'application, la date de fabrication ou les précautions d'emploi. Or, pour le consommateur, l'étiquette représente souvent la seule source d'information pouvant garantir une utilisation sûre et efficace du produit.

### ***b. 1. Utilisation des pesticides***

L'agriculture sénégalaise utilise annuellement en moyenne 1 298 tonnes de pesticides solides et 1.4 millions de litres de pesticides liquides pour une valeur de près de onze milliards de francs CFA. (Ministère de l'Agriculture et de l'Hydraulique 2005)

Les pesticides organophosphorés sont les plus utilisés (32 % du total des types de pesticides enquêtés). Les pesticides organochlorés (13 %) sont les moins utilisés parmi les classes chimiques les plus importantes (organophosphorés, organochlorés, pyréthriinoïdes, carbamates). Les dérivés (mixage de plusieurs pesticides) et les pesticides divers qui regroupent plusieurs classes chimiques occupent un rang non négligeable dans l'utilisation des pesticides.

Aussi, un grand nombre de pesticides utilisés dans le delta sont très diversifiés. Il y a une nette dominance des insecticides, suivis des fongicides, avec des pourcentages respectifs de 30 % et 24 %. Les produits à large spectre d'action sont également bien sollicités, notamment les insecticides acaricides (IA) qui représentent 20 % des produits utilisés. Différentes formulations sont utilisées. Les concentrés émulsifiants (EC), avec 53 %, sont les plus dominants, suivis des poudres mouillables (WP) avec 26 %.(Source OMVS 2005).

Ainsi un grand nombre de pesticides sont utilisés dans la production horticole. En effet, devant l'intensification et les conditions écologiques favorables aux déprédations, le recours aux pesticides constitue une garantie pour les petits producteurs pour s'assurer une bonne production. La facilité d'accès aux pesticides, parfois même aux pesticides prohibés, notamment certains organochlorés (DDT, heptachlore, dieldrine, hexachloroexane, endosulfan, alachlore, endrine,etc.) est due non seulement à la multiplicité des points de vente de produits phytosanitaires, mais aussi et surtout au manque de contrôles sur l'usage et la commercialisation de ces substances.

#### ***b. 1.a Modes d'utilisation des pesticides***

Trois modes d'utilisation sont notés dans le système de production horticole, en relation souvent avec la taille de l'exploitation :

- L'utilisation par aspersion est pratiquée par les maraîchers cultivant des surfaces de 0,1 à 0,2 hectare. Elle consiste à traiter les attaques parasitaires à l'aide d'un seau contenant la solution de pesticide et de branchages comme aspersoir. Quand il s'agit de poudre, le saupoudrage se fait à la main sans gants ni masque de protection dans le Gandiolais.

- Le traitement avec un pulvérisateur manuel ou motorisé est le mode de traitement le plus répandu dans le delta. Il est appliqué aussi bien chez les petits que les moyens exploitants. Les risques ne sont pas des moindres, dans la mesure où le matériel de protection requis fait largement défaut, ce qui expose les applicateurs à des risques d'intoxication sérieuse.
- Les produits phytosanitaires et les engrais solubles sont directement injectés dans le système d'irrigation. C'est le traitement par ferti-irrigation utilisé en association avec l'irrigation au « goutte à goutte ». Il est exclusivement utilisé par les grands et quelques moyens exploitants. Ce mode de traitement présente moins de risques pour les exploitants mais il n'est pas à la portée de la majorité compte tenu des coûts d'investissement très élevés qu'il nécessite.

### ***b. 1.b Fréquences d'utilisation***

Les fréquences d'utilisation des produits phytosanitaires varient d'un producteur à un autre. Au niveau des grands producteurs, le traitement phytosanitaire est plus rationalisé, car tenant compte des impératifs du marché extérieur et du respect scrupuleux des normes exigées par les institutions nationales et internationales en matière de résidus de pesticides dans les produits agricoles. En revanche, chez les petits producteurs, la fréquence d'utilisation des produits phytosanitaires est plus conditionnée par la disposition du produit que par la présence des attaques. C'est ainsi qu'il est fréquent d'observer chez eux des traitements souvent préventifs.

En période de forte attaque parasitaire, les traitements peuvent se faire jusqu'à trois fois dans la semaine. Dans la communauté rurale de Ross Béthio, la fréquence des traitements varie entre deux et trois traitements par campagne selon les types de spéculations. Ainsi, en fonction de la disponibilité du produit, certains maraîchers peuvent aller jusqu'à quatre traitements par semaine avant la maturation des espèces cultivées. Une gamme très diverse de produits phytosanitaires est utilisée lors des traitements. Parfois les usagers procèdent à des mélanges dont ils ne maîtrisent ni le dosage, ni la rémanence, encore moins les propriétés physico-chimiques du produit. Ainsi, on constate qu'un maraîcher utilise en moyenne dans une campagne trois types de produits différents sans compter les mélanges qu'il prépare afin d'obtenir une meilleure éradication des déprédateurs.

## CHAPITRE. II

### EVALUATION DES RISQUES

#### **1. Perception du risque**

Pour des raisons pratiques, le risque est défini comme les pertes attendues (pertes de vies, blessures, dommages à la propriété, grave perturbation des activités économiques) causées par un phénomène particulier. (PNUD, 2000).

Le risque est fonction de la probabilité d'occurrence particulière des aléas et des pertes que chacun d'eux va causer. D'autres analystes utilisent ce terme pour exprimer la probabilité d'un désordre ayant pour conséquence des pertes d'un niveau particulier.

Un élément de la société est dit "menacé", "en état de risque" ou "vulnérable", quand il est exposé à des aléas de catastrophe connues et va vraisemblablement souffrir de l'impact de ces aléas si, ou quand ils se réaliseront. Les communautés, les structures, les services ou les activités concernées sont désignées par l'expression "éléments menacés".

Estimer les risques de contamination dans une région donnée signifie en fait déterminer la nature et l'amplitude des pertes (dues à une catastrophe) qui peuvent être anticipées dans une région particulière et dans un laps de temps spécifié.

Une évaluation ou estimation des risques implique une analyse et une combinaison des données théoriques et des données empiriques sur les probabilités de réalisation des aléas de catastrophe connues, de forces ou d'intensités données, les pertes (aussi bien physiques que fonctionnelles matérielles ou immatérielles) attendues de l'impact de chaque menace de catastrophe potentielle, pour chaque élément menacé, dans chaque région ("analyse de la vulnérabilité" et "estimation des pertes attendues").

Dans le delta du fleuve Sénégal l'usage des produits chimiques pour le rendement des récoltes fait des ravages parmi les agriculteurs du delta du fleuve Sénégal dont l'unique souci est de satisfaire les besoins d'une famille de plus en plus accablants.

Incontestablement les chiffres de l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal en 2006 révèlent mieux le risque de contamination. En effet, 33% des agriculteurs ne se lavent pas les mains après usage des pesticides, 29% mangent le même jour dans les champs traités. D'autre part, 65% n'utilisent pas de gants, 59% n'utilisent pas de tenue et 58% ne mettent pas de chaussures fermées pendant l'épandage des pesticides comme le révèle la photo n° 7 sur l'application des pesticides.

À tous ces comportements à risque s'y ajoute, le fait que l'origine du produit phytosanitaire ne soit pas toujours connue. En fait, 63% achètent les produits de particuliers. Seul 26% bénéficient des intrants que l'état du Sénégal distribue aux paysans chaque année. Le pourcentage est supérieur à 100% parce que certains accèdent aux deux sources d'approvisionnement en pesticides). Les pesticides utilisés sont sous les différentes formulations possibles mais il semblerait que les plus utilisés sont ceux qui ont une formulation liquide (71%). Ceci n'avantage guère la situation des agriculteurs qui font leur épandage tard dans la journée dans des conditions climatiques le plus souvent extrêmes. Une frange importante des agriculteurs traite leurs champs en automne (22% d'après l'OMVS en 2006) 22% au printemps, 31% en été et 25% en période d'hivernage. Certains font plusieurs campagnes par an.



**Photo 7 : Application de pesticides protégée (gauche) et non protégée (droite)**

## **2. CONTAMINATION DE L'ENVIRONNEMENT**

La dégradation de la qualité des eaux concerne la physico-chimie classique (bilan oxygène, salinité, nutriments), la bactériologie et les micropolluants (métaux, engrais et pesticides). Aucune tendance et étendue du phénomène, malgré les différentes études dans le delta du fleuve Sénégal et le Lac de Guiers, ne peuvent être précisées actuellement.

Elle est la conséquence d'un ralentissement des eaux engendré par la mise en place des retenues, de sources de pollution ponctuelles telles que les villes (absence d'assainissement, ordures), des zones irriguées (engrais et pesticides) et des sources de pollutions diffuses.

En aval du barrage de Diama (Parc National de Djawling) la baisse du niveau d'eau entraîne une augmentation de la salinité des eaux de surface.

L'ensemble du delta est concerné par la contamination des eaux. Les pollutions ponctuelles se localisent aux environs des centres urbains (Kayes, Matam, Kaédi, Boghé, Podor, Dagana, Richard-Toll, Rosso, Keur Macène, Saint-Louis etc.).

Les sources non ponctuelles causant un problème d'infection par les végétaux se concentrent en moyenne dans le delta. Une pollution bactériologique et physico-chimique a été mise en évidence dans Lac de Guiers. Cette pollution est surtout causée par les rejets des usines de tanneurs, des teinturiers, la mauvaise utilisation des pesticides et des engrais pour l'agriculture, la mauvaise structuration des activités artisanales et minières, les mauvaises pratiques de la pêche avec l'utilisation des dynamites et des produits toxiques, les rejets des rebuts d'abattoirs, le lavage des véhicules, le dépôt des ordures ménagères et le déversement des eaux d'égouts et de latrines.

La salinisation des sols est une forme de pollution qui entraîne une pression sur les variables environnementales avec une modification des écosystèmes faunistiques et floristiques et une dégradation de la qualité des eaux souterraines par les pesticides, engrais et produits toxiques. Le barrage de Diama agit au niveau des eaux souterraines. Le relèvement de la nappe généré par le plan d'eau en amont du barrage de Diama peut s'accompagner d'hydromorphie et de remontées salines, la nappe alluviale ayant été contaminée longtemps par les eaux marines. Les eaux en aval de l'ouvrage sont alors impropres à l'agriculture. Ainsi, la zone du Gandiolais est fortement contaminée par les concentrations de sel, particulièrement nocives aux cultures maraîchères. (Source Coréa 2006).

Par ailleurs la qualité des eaux souterraines se dégrade compte tenu de l'utilisation de pesticides et d'engrais sur les cultures irriguées, mais également de produits chimiques (mercure et cyanure), au niveau des sites miniers.

L'étendue du problème qualitatif concerne essentiellement la zone du delta. Une dégradation des nappes souterraines a des conséquences sur l'irrigation des principaux périmètres villageois (salinité des terres et problèmes de rendement). L'utilisation d'engrais et de pesticides est en augmentation.

La construction de deux barrages sur le fleuve Sénégal a largement accru les superficies irriguées de culture du riz et de la canne à sucre. Or l'intensification de l'agriculture s'accompagne d'un recours fréquent aux engrais chimiques et aux pesticides (herbicides en général mais également pesticides pour la lutte contre les criquets pèlerins en provenance du nord-ouest de l'Afrique qui rejoignent ensuite le milieu via les eaux de ruissellement et les rejets d'eau de drainage.

Dans le delta les engrais sont utilisés pour la culture du riz, de la tomate industrielle du maïs etc. Les pesticides de la liste des produits autorisés par le Comité Sahélien des Pesticides (CILSS), sont appliqués sur tous types de cultures confondues. (Voir annexes):

Le delta du fleuve Sénégal et le Lac de Guiers (dont la nappe phréatique approvisionne Dakar en eau potable) reçoivent des rejets d'eau de drainage des unités de la Compagnie Sucrière Sénégalaise (contamination par les pesticides et les engrais).

Ce sont donc là autant de comportements qui fragilisent l'écosystème du delta et peut dans l'avenir si rien n'est fait avoir des conséquences dramatiques sur la santé des populations et freiner le développement.

### **3. Qualité des eaux souterraines.**

Elles sont en général de qualité médiocre pour l'alimentation en eau potable. L'absence de système approprié d'évacuation des eaux de drainage des périmètres irrigués combinée avec l'infiltration d'eau marine récente ou ancienne (transgressions du quaternaire) entraîne une salure importante des eaux. La zone du Delta connaît des remontées de taux de minéralisation (sels d'origine marine dans la nappe) à chaque période de hautes eaux.

Dans la zone du Vallée et le Haut Bassin, les eaux sont nettement moins minéralisées. L'exploitation par puits traditionnel peut occasionner localement des pollutions dépendant des activités qui ont cours à proximité des ouvrages de captage. Il s'agit par exemple de l'exploitation des mines d'or, de la pollution anthropique, des pollutions par échanges direct avec le fleuve lorsque les berges sont imperméables et au moment des crues. Cette dégradation entraîne des effets sur les maladies hydriques animales et humaines et dans les activités hydro-agricoles.

En l'état actuel des connaissances, la gestion des eaux de surface du fleuve Sénégal a des effets négatifs sur la dynamique des eaux souterraines. L'hydromorphie se développe (nécessité de réseaux d'émissaire pour le drainage et d'une évacuation raisonnée de ces eaux de drainage), accompagnée de remontées salines qui constituent un phénomène transitoire (dont la durée n'a pas été évaluée, l'apport d'eau douce et le drainage devant progressivement évacuer les sels).

Sur le reste le rehaussement du niveau de base doit avoir un effet positif tant sur la capacité de prélèvement des puits que sur l'accès à l'eau des écosystèmes forestiers.

#### **4. Les conditions socioéconomiques contribuant à l'aggravation des problèmes liés aux pesticides dans le delta du fleuve Sénégal**

Parmi les conditions socio-économiques et climatiques qui contribuent à une aggravation de l'exposition des populations aux pesticides et des problèmes liés aux pesticides dans le delta du fleuve nous pouvons retenir le manque de procédures adéquates de contrôle et d'homologation des pesticides et l'absence de réglementation des conditions de travail surtout dans les zones rurales du Gandiole

L'accès facile aux pesticides extrêmement toxiques (pour lutter contre les rongeurs par exemple), le manque de système de surveillance des intoxications, le taux élevé d'analphabétisme parmi les utilisateurs et enfin l'incapacité de lire et comprendre les instructions sur les étiquettes sont autant de facteurs qui peuvent aggraver l'utilisation des pesticides.

L'étiquetage des pesticides dans les langues étrangères qui restent incompréhensibles pour les utilisateurs constitue aussi un danger. Il faut ajouter à cette liste l'environnement juridique et sociologique pour appliquer les lois nationales et les codes de conduites approuvés.

L'inadéquation des équipements protecteurs avec les climats chauds et humides du delta, l'absence de structures médicales appropriées dans les zones rurales et la faible sensibilisation des utilisateurs sur les risques liés aux pesticides sont à prendre en compte. A cela s'ajoute la prédominance dans les marchés des pays en développement des pesticides génériques de mauvaise qualité qui sont moins chers mais souvent plus dangereux.

Les conditions socioéconomiques sont donc primordiales pour la gestion des engrais et des pesticides. D'autres facteurs peuvent augmenter le risque ou du moins l'aggraver une fois que celui-ci existe. Parmi les facteurs de risque on peut noter :

- la gestion et le stockage inadéquats des stocks de pesticides obsolètes et des conteneurs de pesticides usés,
- le manque d'installations pour une gestion écologiquement rationnelle des déchets.

Plusieurs conditions et mauvaises pratiques locales et individuelles peuvent alourdir la situation pour les utilisateurs ; il s'agit:

- utilisation abusive et impropre des substances chimiques dangereuses,
- utilisation de substances extrêmement toxiques sans mesures de protection adéquate

- les détournements des pesticides à des usages autres que ceux pour lesquels ils étaient destinés (pêche, lutte contre les poux, utilisation des pesticides du coton dans le maraîchage, etc...)
- la non utilisation d'équipements protecteurs
- le fait de ne pas laver les équipements d'utilisation des pesticides par soucis d'économie des faibles ressources en eau
- l'incapacité financière d'acquérir des équipements protecteurs
- la préparation des pesticides avec les mains sans protection
- la réutilisation des contenants de pesticides pour stocker les aliments et l'eau
- l'utilisation des bouteilles de boissons pour conditionner les pesticides

Selon l'observatoire de l'environnement de l'OMVS en 2006 une grande partie des produits se trouve éparpillée dans les différents compartiments du delta par volatilisation et par lessivage. 18% utilisent les emballages des pesticides dans leur ménage et 24% les jettent dans la nature où ils sont donc susceptibles d'être utilisés par d'autres ou simplement vendus à d'autres. Il est clair que l'ensemble de ces comportements est à risque pour l'agriculteur et pour les eaux.

Cependant il est loyal de préciser qu'aucune mauvaise intention n'a été ressentie chez les agriculteurs interrogés mais simplement une méconnaissance des conséquences néfastes des produits. Le pourcentage des agriculteurs (70%) qui n'ont jamais eu une formation sur l'épandage des pesticides semble en accord avec cette donnée. Le plus inquiétant pour les consommateurs est le fait que 14% traitent les récoltes (légumes et fruit) avec des produits de conservation.

Il s'ajoute à cela des stocks très importants de pesticides organochlorés qui sont signalés dans divers endroits du fleuve et qui ne respectent pas les normes de conservation.



**Photo 8: Bidon de pesticides à proximité du point de collecte d'eau, épars sur la parcelle**



**Photo 9: Emballages vides dans enclos**

## **TROISIEME PARTIE : EVALUATION ET CATEGORIES DE MESURES**

---

# CHAPITRE I

## CATEGORIES DE MESURES CORRECTIVES

Pour juguler les problèmes que posent les produits chimiques en général, plusieurs initiatives nationales et internationales instituant les bases juridiquement contraignantes et volontaires pour une bonne gestion des pesticides ont été mises en place.

### **1. Cadre de gestion et acteurs impliqués**

Au Sénégal, parmi les efforts consentis dans le but de l'autosuffisance alimentaire qui demeure une priorité nationale, un accent particulier est mis dans la recherche de techniques de lutttes efficaces contre les ennemis des cultures. Parmi celles auxquelles il est fait appel, l'utilisation d'agents chimiques dits « Pesticides » ou encore « Antiparasitaires » ou « Produits Agro pharmaceutiques » occupent la première place malgré les recherches activement poursuivies en particulier sur la lutte biologique.

Les initiatives se multiplient actuellement pour régler la commercialisation et l'usage des pesticides au Sénégal et en Afrique de l'Ouest (CILSS / Réglementation Commune sur l'Homologation des Pesticides)

#### **a. Cadre juridique**

La Gestion des Ressources en Eau dans le delta du fleuve Sénégal a été perturbée par l'accroissement très rapide de la population urbaine, du cheptel et le développement des activités agricoles et industrielles.

Face à cette situation, la Loi n° 2009-24 du 08 juillet 2009, promulguée par l'état du Sénégal portant Code de l'assainissement stipule que tout déversement, écoulement, dépôt, rejet, enfouissement et immersion directs ou indirects de déchets liquides, d'origines domestique, et industrielle dans le milieu naturel doit faire l'objet d'une dépollution préalable dans les conditions fixées par les textes en vigueur.

Les sources de pollution sont réglementées par les dispositions juridiques en vigueur notamment, le code de l'environnement le code de l'assainissement et le code de l'hygiène.

Les disposition du code de l'eau du Sénégal stipulent que le régime des eaux non maritimes y compris les deltas estuaires et des mangroves, et le régime des ouvrages hydrauliques sont déterminés par le code de l'eau du 4 mars 1981. Les ressources hydrauliques font partie

intégrante du domaine public. Ces ressources sont un bien collectif et leur mise en exploitation sur le territoire nationale est soumise à autorisation préalable et à contrôle.

Les dispositions du code ont pour objet la lutte contre la pollution des eaux et leur régénération dans le but de satisfaire ou de concilier les exigences de :

- De l'alimentation en eau potable des populations et de la santé publique ;
- l'agriculture, de l'industrie, des transports et de toutes autres activités humaines d'intérêt général
- la vie biologique du milieu récepteur et spécialement de la faune piscicole ;
- des loisirs et des sports nautiques ;
- de la protection des sites ;
- de la conservation des eaux.

Ces dispositions s'appliquent aux déversements, écoulements, rejets, dépôts directs de matières de toutes nature et plus généralement à tout fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques, qu'il s'agisse d'eaux superficielles ou souterraines. Aucun déversement, écoulement, rejet, dépôt direct au indirect dans une nappe souterraine ou un cours d'eau susceptible d'en modifier les caractéristiques physiques, y compris thermiques et radio-atomiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques, ne peut être fait sans autorisation accordée, après enquête, par les Ministres chargés de l'Hydraulique et de l'Assainissement. Les mesures destinées à prévenir la pollution des eaux sont déterminées par décret pris sur le rapport conjoint des Ministres chargés de l'Hydraulique et de l'Assainissement, de la Santé publique et de l'Environnement.

C'est sur cette base que repose une meilleure planification des ressources en eau. Ce présent code est complété par celui de l'environnement (loi 2001-01 du 15 janvier 2001) portant sur l'étude d'impact et des collectivités locales (loi n°96-06 du 5 février 1996) portant sur le transfert des compétences aux collectivités locales dont l'environnement et la gestion des ressources naturelles. Ces codes viennent prendre en charge et approfondir certains aspects juridiques et réglementaires.

## **b. 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 en charge de l'Hydraulique et de l'Assainissement demeure la principale institution qui s'occupe de la gestion des ressources en eau du Sénégal via la Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau (DGPRE).

Avant la création de l'office du Lac de Guiers, la Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau (DGRE, ex SGPRE Service de Gestion et de Planification des Ressources en Eau) créé par le décret 94-106/94 portant réorganisation du Ministère des Mines, de l'Energie et de l'Hydraulique (MMEH) avait en charge les études générales relatives aux ouvrages hydrauliques et à l'inventaire, à la planification et à la gestion des ressources en eau; ainsi que des études relatives à l'assainissement et aux aménagements. Elle avait pour mission de mettre en place les réseaux de mesure et d'observation sur les différents aquifères et cours d'eau et d'élaborer les textes législatifs et réglementaires en matière de gestion et de protection des ressources ainsi que du suivi de leur application. En fait, la gestion du lac de Guiers faisait partie des missions de la DGPRE qui avait commandité les différentes études qui ont abouti aux recommandations de création d'une structure chargée du lac de Guiers.

Depuis 2010, le Lac de Guiers est géré par l'Office du Lac de Guiers (OLAG). L'OLAG a été créée par la loi 2010-01 du 20 janvier 2010. Les missions de planification de gestion et de suivi des eaux du Lac de Guiers et de ses défluent (le Njetty Yone, la Réserve du Ndiayel, la Basse Vallée du Ferlo), des axes hydrauliques rattachés dont le Gorom Lampsar et la Réserve de Saint Louis, précédemment dévolues à la Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau sont transférées à l'Office du Lac de Guiers qui est un établissement public à caractère industriel et commercial (figure 17).

Sa création entre dans le processus de mise en œuvre d'une politique de contrôle, de suivi et de protection des eaux du Lac de Guiers. L'étude du Plan de Gestion du lac en 2004 avait permis de démontrer l'importance d'une gestion rationnelle et la nécessité d'impliquer l'ensemble des acteurs concernés, notamment l'Etat, les collectivités locales, le secteur privé, les populations.

Sa mission est déclinée en plusieurs objectifs qui consistent à définir une politique de gestion intégrée des ressources en eau qui prend en compte l'exigence de la conservation et de l'utilisation rationnelle du Lac et de ses environs, sur la base d'une approche participative, multisectorielle et endogène; à créer un système utilisateur pour une participation réelle des acteurs en renforçant la Cellule de Gestion du Lac de Guiers ; à sensibiliser tous les acteurs sur les avantages à tirer d'une gestion concertée et rationnelle du lac. En définitive l'OLAG se charge de créer une véritable organisation de la gestion de l'eau, avec des procédures pour

clarifier les rôles, les interventions et un calendrier de manœuvre des vannes pour une planification des activités.

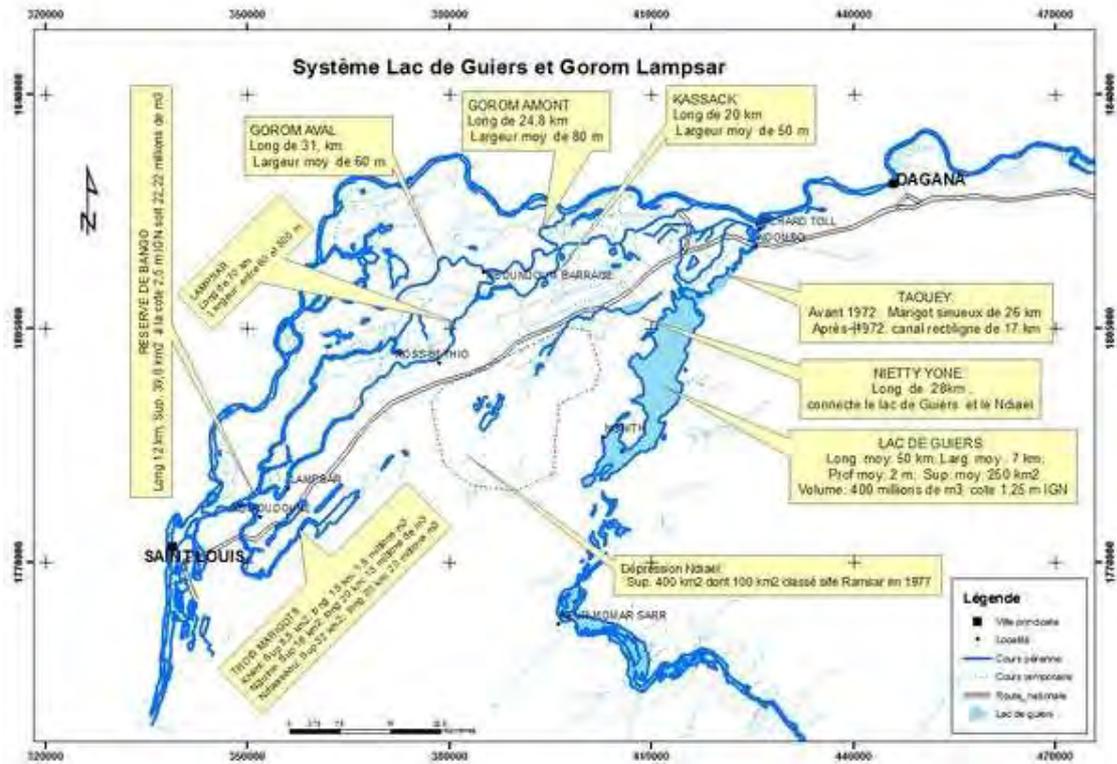


Figure 17 : Zone d'intervention de l'OLAG (source : <http://www.OLAG.sn/Cartographie.html>)

## **2. Le Plan de Gestion du Lac de Guiers**

Un plan de gestion est un document rédigé, approuvé et diffusé, qui décrit un site, son fonctionnement, ses valeurs et ses problèmes, définit les objectifs de gestion (protection de la nature, utilisation par l'homme...) et organise les ressources requises pour sa mise en œuvre (mécanismes de fonctionnement, personnel, structures, programmes de travail, budgets).

Le plan de gestion du lac de Guiers définit les objectifs en terme d'options organisationnelle, technique, économique et juridique et formule des recommandations sur la gestion technique du lac (opération de vannes, le niveau d'eau, le prélèvement et les décharges, la protection du lac, les activités relatives à l'utilisation des sols dans le bassin lacustre).

Ce document stratégique prend en compte l'organisation institutionnelle de la gestion prescrit les textes et règlements pour la gestion efficiente du lac, le cahier de charges pour le schéma de financement. Pour y arriver l'Etat garantit les moyens matériels et financiers nécessaires, ainsi que le cadre juridique et institutionnel approprié en conformité avec la législation en vigueur.

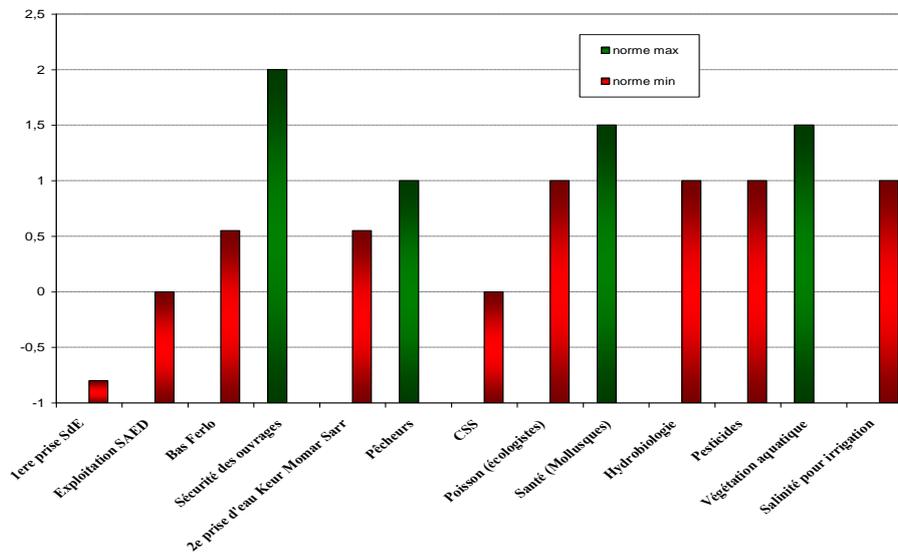
Au plan institutionnel l'Office du Lac de Guiers est l'organe chargé de définir les grandes orientations en matière de gestion des eaux du Lac, d'organiser, de coordonner et de suivre l'évolution des activités de l'ensemble des utilisateurs des eaux du Lac, et d'émettre des avis sur tout projet d'utilisation des eaux.

Au plan juridique l'arrêté ministériel du 3 juin 2011 transmet à l'Office du lac de Guiers la mission de planification de gestion et de suivi des eaux du Lac de Guiers et de ses défluent (le Nietty Yone, la Réserve du Ndiayel, la Basse Vallée du Ferlo), des axes hydrauliques rattachés dont le Gorom Lampsar et la Réserve de Saint Louis. Cet arrêté vient compléter les lois et règlements en vigueur sur le lac (code de l'eau, de l'hygiène, de l'assainissement et des collectivités locales).

Les scénarios techniques fixent les niveaux d'eaux à respecter pour chaque usager. Le niveau d'eau ne doit ni descendre au-dessous de 1,5 mètres IGN (pour protéger les prises d'eau) ni monter au-dessus de 2,5 mètres IGN (pour protéger les digues).

Il est évident que le niveau d'eau dans le lac sera toujours fonction du niveau d'eau dans le fleuve et dépendra comme tel de la condition limite dans le fleuve Sénégal. Cela veut dire que si le niveau du fleuve est tenu bas, à tout moment les objectifs concernant le niveau d'eau dans le lac ne seront pas obtenus. Cependant, avec l'existence des barrages de Diama et de Manantali, cette situation est peu probable. Pour répondre aux attentes de tous les usagers

l'agence du Lac de Guiers coopère avec l'OMVS afin de lui faire connaître ses besoins en ce qui concerne le niveau d'eau du fleuve à Richard Toll (figure 18)



source : NIANG et KANE (2008)

**Figure 18 : Exigences minimales et maximales de hauteurs d'eau (m IGN) des différents acteurs et usagers du lac de Guiers**

Le lac de Guiers est la principale réserve d'eau du Sénégal. Il se situe dans le haut delta du fleuve Sénégal dont il constitue un défluent et avec lequel il est relié par le canal de la Taouey. En fait, la régulation devrait permettre d'avoir un niveau optimal dans le système du lac tout en protégeant les endiguements réalisés autour de la dépression lacustre. Pour répondre à ces deux objectifs, le plan de gestion recommande la régulation des ouvrages de Richard-Toll et de Keur Momar Sarr, la fluctuation des niveaux d'eaux ; l'alimentation du Ndiaël, le prolongement du canal de la Taoué, l'alimentation du Bas Ferlo et la suppression de la végétation aquatique totalement ou partiellement.

L'état de dégradation des vannes de l'ouvrage de Richard-Toll impose une régulation à partir de l'ouvrage de Géou. En effet, depuis 2011 l'Office du Lac de Guiers a procédé au lancement du marché relatif à la réhabilitation des vannes de l'ouvrage de Richard-Toll. Compte tenu de la complexité des travaux, le marché est resté infructueux en 2011. Ainsi, en 2012, l'OLAG a inscrit à nouveau ces travaux dans son plan de passation des marchés et a procédé à la relance du marché le 15 juin 2012. Le processus d'attribution est en cours.

Depuis l'amorce de la montée du niveau du lac le 19 juillet 2012, l'Office du Lac de Guiers procède à une ouverture progressive des vannes de Keur Momar Sarr pour écrêter le niveau du plan d'eau par une évacuation des excédents vers le Bas Ferlo. A la date du 1<sup>er</sup> septembre, le lac a atteint un niveau de 2,58 m IGN soit 8 cm au-dessus de la cote maxi recommandée

dans le plan de gestion du lac. Ce qui a conduit à l'ouverture totale des vannes de Keur Momar Sarr (tableau 11). Dans cette dynamique de gestion, l'Office a constaté en compagnie des autorités étatiques de Keur Momar Sarr l'invasion de la route Syer-Keur Momar Sarr par les eaux.

Cependant après l'ouverture totale des vannes de Keur Momar Sarr, l'OLAG ne dispose plus des moyens de gestion du niveau d'eau compte tenu de l'inopéationnalité des vannes de l'ouvrage de régulation de Richard-Toll. En effet, cet ouvrage sert uniquement à isoler le lac du système du fleuve Sénégal en période de basses eaux ou d'ouvrir pour alimenter la réserve lors des hautes eaux.

**Tableau 11 : Ouverture des vannes de Keur momar Sarr entre Juillet et septembre 2012**

Dates	Dispositions prises	Débits évacués (m <sup>3</sup> /s)	Observations
<b>26-juil.</b>	01 vanne ouverte	3.75	Soutien alimentation Bas Ferlo
<b>22-août</b>	03 vannes ouvertes	15	régulation de la montée du plan d'eau du lac
<b>29-août</b>	05 vannes ouvertes	19	Cote stabilisée autour de 2.40 m IGN
<b>31-août</b>	05 vannes ouvertes	19	Tendance à la baisse, cote de 2.39 m IGN
<b>01 sept</b>	08 vannes ouvertes	30	Ouvrage totalement effacé

Source : OLAG, 2012

#### **a. CRITERES DE GESTION QUANTITATIVE DES EAUX ET IMPLICATIONS**

La gestion quantitative future du Guiers se résume à 2 grandes options :

- Option 1 : jonction continue fleuve-lac
- Option 2 : variations de niveau

L'option 1 consiste à laisser la jonction fleuve-lac ouverte en continu, le lac de Guiers n'étant alors qu'une zone de transit des eaux fluviales dirigées vers le bas Ferlo. Dans ce cas, les hauteurs d'eau dans le lac sont quasiment identiques à celles du fleuve et de la réserve de Diama est donc assez stables la majeure partie de l'année.

Cette solution de facilité risque d'avoir des conséquences négatives sur l'environnement lacustre dont la prolifération récente de la végétation est un premier exemple (DGPRE, 2004). D'autre part, ce mode de gestion à niveau stable interdit évidemment la valorisation agricole des terres de décrue autour du lac. Enfin, il risque d'engendrer d'inutiles pertes par évaporation à cause d'une hauteur d'eau dans le lac supérieure aux besoins.

Par ailleurs il faut gérer le réservoir de manière indépendante du fleuve, soit en assurant en cours d'année quelques remplissages ponctuels qui permettent de respecter une évolution du niveau des eaux imposée par le gestionnaire du réservoir (et non plus par les conditions de

hauteur d'eau dans le fleuve), soit en quantifiant et en régulant avec précision les apports fluviaux nécessaires s'ils doivent s'effectuer en continu.

Les variations de niveau engendrées par l'option 2 permettraient un meilleur contrôle de la végétation aquatique du Guiers, favoriseraient la mise en valeur des terres potentielles de décrue et limiteraient les pertes par évaporation. Enfin, les phases de remplissage pourraient être "calées" en fonction des périodes de plus grande disponibilité d'eau fluviale, elle-même destinée prioritairement aux cultures irriguées dans la vallée.

Assurer annuellement un battement de la nappe d'eau par un apport épisodique d'eau fluviale et un contrôle rigoureux des débits dans la Taouey semble être la meilleure solution limnimétrique pour le Guiers.

Les appareils de suivi des hauteurs d'eau du canal de la Taouey devraient cependant être modernisés pour assurer la gestion optimale du plan d'eau.

### **b. Gestion de la qualité de l'eau**

Actuellement, le lac est dans une situation de transition. Certains auteurs plus sceptiques parlent d'eutrophisation. De toute façon il existe d'énormes sources potentielles de pollution dont il faut surveiller de près. Il importe d'appliquer les textes et règlement en vigueur concernant les ressources en eau du Sénégal et aussi développer au sein du delta le concept de pollueur-payeur, renforcer le dispositif de suivi et de contrôle de la qualité des eaux et d'accroître les moyens de l'Office national du Lac de Guiers.

La SDE assure le prélèvement d'échantillons, l'acquisition et le traitement des données. En cas de pollution ou de dépassement des seuils d'alerte, la prévention se fait par envoi de message téléphonique. S'il s'agit d'une pollution majeure, le responsable de la station saisit immédiatement le Gouverneur de Saint Louis qui à son tour convoque 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.

### **c. Mesures conservatoires de lutte contre la pollution des eaux due aux engrais**

La pollution des eaux dépend de deux grands facteurs. Il s'agit du cadre physique (sol, climat) et des pratiques agricoles dont l'application des engrais.

La lutte contre la dégradation des eaux doit se baser sur les composantes de la trilogie sources de pollution-Transfert d'éléments fertilisants - Pollution de la nappe

Toute action visant à atténuer ou à éliminer la pollution doit agir sur ces 3 composantes.

En ce qui concerne les engrais il est important de Choisir le type d'engrais mais aussi réduire la quantité utilisée.

Par rapport à la pédologie, lutter contre le ruissellement, l'érosion, le lessivage des sols et la nappe. Le traitement des eaux semble le plus approprié comme mesure conservatoire de lutte. Dans cette lutte contre l'érosion des terres cultivées il semble plus adéquat de diminuer le travail du sol. C'est un moyen efficient qui permet de sauver les terres. Mais aussi il faut songer à labourer suivant les courbes de niveau, faire les cultures en bandes alternées avec des bandes non cultivées et mettre en place des haies vives pour lutter contre l'érosion hydrique et éolienne.

### **3. OPTIONS DE GESTION DU LAC DE GUIERS**

Il faut rappeler qu'« en dehors des aspects techniques, le cadre institutionnel est très important pour la réussite des objectifs définis dans le contexte du management. Pour que la gestion du lac soit opérationnelle les différents acteurs sont d'avis qu'il faut définir une politique de gestion intégrée des ressources en eau qui prend en compte l'exigence de conservation et d'utilisation rationnelle du lac et de son territoire. Les différentes propositions sont entre autre :

- Renforcer les moyens de l'office du Lac de Guiers chargée de coordonner et de mettre en œuvre une bonne politique et d'assurer le monitoring pour une prise en main de la gestion du lac ;
- Elaborer un plan pour une gestion intégrée et durable des ressources du lac et de son environnement, sur la base d'une approche participative, multisectorielle et endogène ;
- Créer un système utilisateur pour une participation réelle des auteurs en renforçant les dispositions de l'office
- Sensibiliser tous les acteurs sur les avantages à tirer d'une gestion concertée et rationnelle du lac ;
- Créer une véritable organisation de la gestion de l'eau avec des procédures pour clarifier les rôles, les interventions et un calendrier de manœuvre des vannes pour une planification des activités. Cette organisation devra faire l'objet d'une évaluation sur la base de paramètres et d'indicateurs précis.

L'absence de poigne de l'office semble être la question la plus cruciale car toutes les personnes interrogées identifient cela comme la principale source des problèmes du lac. C'est par conséquent la solution qui apparaît comme la plus saillante.

## **a. Les moyens de lutte contre la pollution**

Il existe donc plusieurs méthodes pour diminuer la contamination. Seulement les agriculteurs n'ont soit aucune connaissance de ces moyens préventifs ou par laxisme refusent d'appliquer ses techniques.

La rotation culturale, l'enfouissement de matières organiques (fumiers compost), le respect des techniques culturales, les jachères et la lutte contre le lessivage des éléments nutritifs (NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>) sont autant de moyens qui préservent la fertilité des sols et empêche le recours facile aux pesticides

L'objectif recherché en fertilisation minérale est le maintien des rendements à un niveau acceptable. Cependant, il faut concilier cet objectif à la protection de l'environnement.

Le maintien de la fertilité des sols à un niveau acceptable est possible, tout en évitant le gaspillage des fertilisants.

Les mesures à respecter sont entre autre une utilisation rationnelle des engrais. Les doses d'engrais en éléments fertilisants doivent être fonction des besoins des cultures, de la nature des sols et de la pluviométrie. Il faut aussi améliorer les techniques de fertilisation (fractionnement des engrais, maintien du taux de matière organique à un niveau suffisant. Ne pas faire de sur-irrigation pour éviter le lessivage des éléments fertilisants (N<sub>3</sub>- et Ca<sup>++</sup> etc..).

En fait il serait rationnel de développer une politique de protection de l'environnement basée sur la prévention de la pollution.

Dans le cadre d'une politique de bonne pratique agricole, il est intéressant d'utiliser trois éléments principaux à savoir l'éducation des agriculteurs, l'instauration d'un système de sanction économique (principale pollueur-payeur) et enfin l'adoption d'une politique de réglementation à l'échelle du bassin.

L'obtention de bons rendements est l'un des soucis majeurs de la fertilisation, mais les problèmes liés à l'environnement doivent toujours guider les actions.

## **b. Utilisation rationnelle des pesticides**

La FAO a réglementé tous ses membres sur l'utilisation rationnelle des pesticides. Les principes suivant doivent guider tout utilisateur de pesticides. Elle interpelle tous les pays à éviter les problèmes de surdosages, respecter le seuil économique et les paramètres de traitements et éviter la sur-irrigation (ne pas recharger la nappe en éléments minéraux et ne pas la remonter) pour-éviter la salinisation des terres.

De nombreux périmètres non aménagés (drainage mal assuré et irrigation irrationnelle) sont abandonnées à cause de la salinité des terres. Donc il faut toujours éviter de remonter la nappe saline. Cette problématique risque à l'avenir de poser des problèmes d'accès à l'eau potable du moment où ce phénomène commence à se produire. A titre d'exemple l'abandon de la nappe de Thiaroye dans la région de Dakar est un cas de remontée de nappe saline.

Les pesticides demeurent toujours dangereux sur les écosystèmes par la perturbation de la biologie des poissons, élimination d'insectes utiles, contamination de la chaîne alimentaire etc.

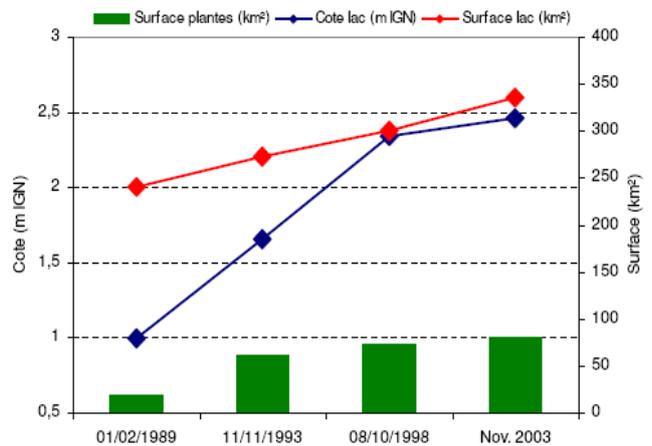
### **c. Gestion des eaux de drainage**

Avec la disponibilité de l'eau liée à la régulation du fleuve Sénégal, le développement sans cesse croissant de l'irrigation pose le problème du devenir des eaux de drainage et de leur qualité. Il est important de quantifier ces eaux de drainage et leurs caractéristiques chimiques à cause des pollutions qu'elles peuvent induire pour les eaux de surface et les eaux souterraines. La gestion des eaux de drainage doit être une priorité dans les systèmes de culture du delta.

Aujourd'hui, les eaux de drainage sont rejetées dans les exutoires (cuvettes, fleuve Sénégal, lac de Guiers) sans aucun traitement préalable. Ces eaux de drains chargées en nitrates, phosphore et matières organiques contaminent les eaux du fleuve et du lac (phénomènes d'eutrophisation). Avant tout rejet dans les exutoires, un contrôle et un traitement préalables sont indispensables.

En effet, l'environnement immédiat du lac de Guiers est marqué par une accélération du processus d'aménagement agricole des rives (irrigation 600 à 700 millions de m<sup>3</sup>/an); une multiplication des formes d'usage de l'eau (alimentation en eau potable, irrigation, drainage). A titre illustratifs le directeur de l'office du lac de Guiers parle de 18 points de rejets. Une inquiétante dégradation de la qualité de l'eau du fait, entre autres, des rejets toxiques et de la prolifération de plantes aquatiques.

Cette dégradation de l'écosystème lacustre à son point de jonction avec le fleuve Sénégal qui l'alimente se décline en un faisceau de faits avérés. Mais qui en constituent autant de maux et drames écologiques vécus; rejets d'eau et drainage dans les plans d'eau qui sont autant de signes d'une intensification des rejets agro-industriels identifiés et cartographiés.



Date	Données lac de Guiers		Plantes aquatiques	
	Cote lac (m IGN)	Surface lac (km <sup>2</sup> )	Surface (km <sup>2</sup> )	% surface lac
01/02/1989	0,99	241	18,3	7,6
11/11/1993	1,65	273	60,7	22
08/10/1998	2,34	300	72,2	24
Nov. 2003	2,46	336	78,64	23,4

**b) Évolution de la végétation aquatique entre février 1989 et novembre 2003**

source : DHI/TROPIS, 2005

**a) Couverture spatiale de la végétation aquatique en 1998 et potentiel de développement basé sur la bathymétrie**

**Photo 10 : Prédiction de développement et couverture spatiale de la végétation aquatique du lac de Guiers (source : NIANG, 2011)**



**Photo 11 : *Typha Australis* dans le Delta du fleuve Sénégal en rapport avec la qualité des eaux (source : DHI, 2005)**

## **CHAPITRE II**

### **EVALUATIONS ET RECOMMANDATIONS**

Les acteurs qui s'intéressent à la qualité des eaux du fleuve Sénégal sont tous d'avis que les eaux du delta sont infectées. Le dernier rapport diagnostic de la DGPRE (avril 2005) pour l'élaboration du plan de gestion situait la responsabilité de la Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS) autour de 5%. Mais il ressort de ce constat que la CSS est un acteur important. Ce qu'il faut faire c'est de l'amener à comprendre qu'elle a beaucoup plus d'intérêts que n'importe quel autre acteur à préserver les ressources en eaux. Cependant, il ne s'agit pas simplement de tirer sur l'alarme mais développer un partenariat positif avec elle dès lors que les ouvrages vannés du lac ne sont pas fonctionnels.

De ce constat la CSS s'est engagée à verser 50% du coût de réhabilitation de l'ouvrage vanné de Richad-Toll qui est le plus important. Elle connaît donc l'importance du lac par rapport à son avenir elle-même.

C'est un préleveur et ce que les gens ignorent c'est que l'avenir du lac dépend des prélèvements. Ce sont les prélèvements qui permettent de réduire la salinité c'est pourquoi la SDE et la CSS sont des acteurs importants dans la gestion même de la qualité de l'eau. La CSS joue un rôle important dans la régulation de la ressource comme la SDE.

Les populations disent chaque année qu'elles ont des problèmes de salinité. Les recherches faites dans le delta en générale et le lac en particulier témoignent que c'est normal parce que les 3000 tonnes de sel qui restent dans le lac, ce sont les producteurs qui les prélèvent avec leurs moto- pompes vers leurs champs ce qui fait que la salinité est très forte autour du lac. Mais la réglementation suggérée, devrait corriger ce gap.

#### ***1. Recommandation pour le lac de Guiers***

Le Lac de Guiers est une zone classée, il y a un décret qui existe depuis 1976 et qui stipule que c'est une zone protégée. L'office du lac travaille à rendre opérationnel ce dispositif réglementaire et juridique. Il faut changer les systèmes de production autour de cette zone, réduire la fréquence du contact entre la ressource et les populations. Ça veut dire que si les instituts de recherches, les gestionnaires et les acteurs ne veulent plus que les populations y entrent; ils doivent leur apporter l'eau. S'ils suggèrent qu'il ne soit pas un dépotoir de déchets et autres produits, ils doivent développer un système d'assainissement, mettre en place des édicules publics, créer des routes pour les villages, mais aussi créer un assainissement pour l'ensemble des établissements humains qui sont autour du lac.

Ce sont là des mesures d'accompagnement. Le rôle de toutes ces structures de surveillance ce n'est pas seulement d'assainir le lac, mais mettre en place un dispositif qui améliore le cadre de vie et réduit le contact Lac de Guiers et populations environnantes.

La pollution vient aussi des populations riveraines. Il y a beaucoup de phénomène qui se développent autour du lac et rendent difficiles la tâche parce qu'il faut adopter une approche multisectorielle et rassembler autour d'une même entité tous les acteurs, tous les ministères qui ont une compétence dans la gestion de l'environnement pour travailler autour des réglementations.

Les autorités interrogées se désolent de la gestion des ordures ménagères qui participent fortement à la pollution du lac. La question des ordures ménagères aujourd'hui dans le lac, ne peut être gérée sans les institutions qui sont chargées de la gestion. La solution serait de mettre en place des conventions entre les élus locaux et les institutions qui exploitent le site. Les pouvoirs publics doivent prendre à bras le corps certains problèmes car beaucoup de villages situés tout autour du lac ne bénéficient pas de système d'adduction en eau potable. C'est presque un paradoxe. Ça veut dire que si le contact entre la population et la ressource est un facteur de pollution, l'activité à développer, c'est l'adduction d'eau potable. C'est une mesure de sauvegarde.

Enfin pour les animaux en pâture créer des points d'abreuvement qui les empêcheront d'entrer dans le lac.



a) Réserve de Bango (Mbaye, 2010)

b) Pont-barrage de Richard-Toll (CarlBro, 1999)

**Photo 12: Déversement des ordures ménagères dans le delta du fleuve Sénégal**

## **2. Estimation des risques si rien n'est fait**

Maillon essentiel dans le développement socio-économique du Sénégal, le Lac de Guiers subit cependant aujourd'hui une agression multiforme qui fait peser une lourde hypothèque sur sa durabilité. Cette menace se décline en une myriade de problèmes vécus qu'égrènent les différents usagers du lac. C'est l'envahissement du plan d'eau par le *Typha australis* et autres herbes sauvages et plantes aquatiques, les difficultés de mise en valeur des terres de culture, l'insalubrité liée à ces tas d'immondices qui sont, en contact permanent avec les eaux du lac, sources de toutes ces maladies humaines comme les bilharzioses intestinale et urinaire, conséquences désastreuses de la contamination des eaux par cette insalubrité constatée sur les berges du lac. C'est aussi les risques que fait la pollution sur les produits de la pêche avec la consommation devenue dangereuse de ces carpes qui dégagent une odeur nauséabonde et pestilentielle du fait des mauvaises herbes qui constituent leur nourriture principale. Mais, c'est aussi les problèmes de santé animale et notamment de cette douve du foie qui fait des ravages sur le bétail dans l'abreuvement de ce dernier.

Autant donc de conséquences que même les gestionnaires ne peuvent estimer la gravité. La question qu'il faut se poser c'est qu'elle sera le résultat pour les populations de Dakar, Saint-Louis et autres si le Lac de Guiers ne fonctionnait plus.

La conséquence sera chargée de négativité pour tout le monde. La réponse de Dieye (2012) est que l'agence en charge du lac est convaincue que ça ne peut pas continuer. Le plan de gestion doit développer toutes les capacités nécessaires pour stopper cette dynamique.

L'office du lac a été créé par l'Etat du Sénégal. Cependant il n'a pas les moyens de ses objectifs. Il a besoin d'un fond de 17 milliards pour atteindre ses objectifs qui se résument à atténuer ou éliminer la pollution. Pour se faire il faut une mobilisation de ressources. Ce qui semble difficile.

Par ailleurs, d'autres acteurs qui exploitent le delta ou y ont une activité, essaient de limiter les dégâts. La Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau (DGPRE) de son côté avec Onu-habitat propose un programme qui a pour but de travailler sur l'assainissement des villages, l'adduction d'eau potable et l'amélioration du cadre de vie pour réduire les impacts de la contamination des eaux du delta du fleuve

C'est un programme positif, mais le seul inconvénient c'est que ça ne couvre pas la totalité des établissements humains. Pour être plus efficace il devrait prendre en charge des effets collatéraux.

La première activité principale à développer c'est d'assurer un ancrage institutionnel en organisant des comités départementaux et locaux de développement. L'exemple a été initié à Dagana, à Louga et des comités locaux de développements ont été organisés dans ses localités et ça a eu des retombées positives. Maintenant il faut descendre dans les collectivités locales et au niveau de chaque arrondissement, tenir des conseils régionaux de développement et faire le maillage de toute la région de Saint-Louis pour une plus grande sensibilisation sur la gestion des eaux et les dangers collatéraux sur l'utilisation abusive des engrais et des pesticides.

En d'autre terme procéder par méthode participative où tous les acteurs seront représentés afin de dérouler les diagnostics et solutions en prenant en compte les points de vue et suggestions de tout le monde afin de disposer de documents consensuels institutionnellement et socialement acceptés.

Pour la gestion des ordures ménagères impliquer l'office du lac en impulsant des processus de collaborations avec les collectivités locales qui ont la charge des déchets. C'est faisable dans le cadre des comités locaux de gestion de l'eau. L'idée, c'est de donner aux collectivités la possibilité de veiller sur la ressource dans son espace territorial en essayant d'y articuler l'administration territoriale, la société civile ; de faire des protocoles avec les structures compétentes et d'apporter un appui financier pour diminuer le danger.

Un autre constat c'est que les ouvrages sont vétustes et peu opérationnels. Toute l'année 2010 la préoccupation des autorités en charge du lac et des réseaux hydrométriques a été de disposer d'une vision, d'un cadre d'intervention.

Sur la base de ce qui existait, élaborer un plan triennal d'investissement qui donne les objectifs, les composants de programme, les coûts par activité. L'objectif global est d'assurer de manière durable la gestion stratégique de la ressource, faire de sorte que la ressource soit là de manière durable et disponible en quantité et en qualité.

Dans ce programme, il y a une composante qui s'appelle réhabilitation des digues, des ouvrages vannés. Le lac est géré principalement par des ouvrages, c'est l'ouvrage vanné de Richad-Toll et celui de Keur Momar Sarr. L'ouvrage de Richard-Toll n'arrive plus à assurer cette fonction de remplissage et de régulation. Donc la solution c'est de créer d'autres ouvrages pour assurer les possibilités de remplissages inversés.

Cependant il y a beaucoup d'acteurs dans le delta et chacun exploite l'eau selon ses préoccupations. Donc c'est difficile de coordonner toutes les activités autour d'une structure.

## CONCLUSION

Les développements présentés dans cette étude ont permis de comprendre les interactions qui existent dans le delta du fleuve Sénégal. Depuis l'artificialisation du système hydrologique les pressions agricoles fortes exercées sur cette partie du fleuve plus ou moins vulnérables induisent des contaminations des masses d'eau par divers polluants (fertilisants, pesticides,...) Le cas du delta et du lac de Guiers évoqué ici est intéressant à plus d'un titre. Situé en zone sahélienne, dans un contexte de changement ou de variabilité climatique, ils ont besoin plus que tout autre milieu d'être préservé des produits chimiques.

La pollution engendrée par les pesticides admet aujourd'hui un caractère mondial. L'introduction de ces produits dans la vie des populations demande leur préparation, sinon elle menace leur vie en premier, puis la vie publique et par la suite celle de l'écosystème dans sa globalité.

Les entretiens menés chez les agriculteurs montrent l'ignorance des populations sur les dangers de l'utilisation des pesticides. Ils témoignent aussi des risques sur l'utilisation brute de l'eau du fleuve. Les traces des organochlorés dans les eaux sont inquiétantes. L'eutrophisation menace la qualité de l'eau et la vie aquatique dans le fleuve. L'eau de surface est plus que jamais vulnérable face à une pollution diversifiée et galopante car il y a trente ans la région ne connaissait même pas les pesticides.

Le problème de la pollution ne semble pas pour autant inquiéter les décideurs dans le delta. En effet depuis la mise en place du barrage de Diama et l'intensification de l'agriculture, la construction de stations de traitement des eaux usées, s'imposait mais malheureusement rien n'est fait. Il n'y a que des solutions ponctuelles face à un problème qui n'épargne personne même pas les grandes puissances qui ont une politique de surveillance agricole et hydraulique.

La pollution continue de s'accumuler dans le delta et le lac de Guiers menaçant de mettre en péril les gros investissements déjà consentis pour la mise en valeur du fleuve Sénégal. La salinité croissante aussi bien de l'eau que des sols réduit considérablement la surface des terres arables.

La concentration de Chlorures de Sodium aujourd'hui à Diama aval (barrage anti-sel) est aussi inquiétante. Il serait judicieux d'intégrer dans les différentes politiques hydrauliques le suivi de la qualité des masses d'eaux pour mesurer l'impact de l'utilisation des pesticides et des engrais sur l'alimentation en eau potable, l'irrigation; le drainage urbain, la production

hydroélectrique etc. Pourquoi ne pas restreindre l'usage de certains pesticides et engrais jugés dangereux (voir annexes) dans tout le delta ou mieux les substituer par d'autres moins toxiques et qui ne génèrent pas de métabolites plus redoutables.

La formation des agriculteurs aux bonnes pratiques d'épandages des produits phytosanitaires reste la seule garantie de sécurité surtout si elle est accompagnée par une vulgarisation des conséquences des pesticides sur la santé de l'agriculteur lui-même et son environnement. La préservation de la qualité des eaux demande une prise de conscience de tous les acteurs de l'économie mais aussi de chaque citoyen, ce qui paraît très utopique.

En d'autres termes, il s'agit de trouver une méthode alternative qui consiste à traiter toutes les eaux usées aussi bien les périmètres irrigues que les rejets urbains avant qu'elles ne soient évacuées dans le fleuve ou partout ailleurs. La pollution des sols ne devra pas être négligée car elle est la première responsable de la pollution des eaux

## **BIBLIOGRAPHIE**

- ABDRABOU (M.F)**, 2005 : L'eau au service d'un développement solidaire » Journée d'étude AIPCN 52 p
- ARFI (R) Lac de Guiers (Sénégal) Conditions environnementales et communautés planctoniques, Juillet 2003, 77 pages.**
- Banque Mondiale, Programme des Nations pour le Développement, Banque Africain de Développement, Fond d'Aide et de Coopération, 1991**, « Synthèse hydrologique de l'Afrique subsaharienne pays de l'Afrique de l'Ouest » Rapport Technique
- CECCHI (P.)**, 1992.- Phytoplancton et conditions de milieu dans l'estuaire du fleuve Sénégal : effet du barrage de Diama. Thèse doctorat 3<sup>e</sup> cycle, Ed ORSTOM.437 p
- CHAIRE UNESCO-2005**, Problématique de l'occupation de l'espace et de la gestion des aménagements hydro-agricoles dans le delta du fleuve Sénégal. Rapport, 12pages.
- Cissé (B)**, Le Grand projet d'émissaire de drainage des périmètres irrigués du delta du fleuve Sénégal **Juillet 2007**, 10 p
- CISSE (I)**, 2003, Usage incontrôlé des pesticides en agriculture périurbaine : cas de la zone des niayes au Sénégal, Cahier d'études et de recherches francophones/ agricultures 3 pages
- COGEL(F.X)**, **NIANG (A)**, 1994 Le Lac de Guiers étude générale du système lacustre et problématique de gestion, 69 pages
- Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques, République du Sénégal**, 1976, « Précipitations journalières de l'origine des stations à 1965 » 872 pages
- Coréa (M.)**, 2006 « Analyse Situationnelle des Ressources en eau dans l'Estuaire du Fleuve Sénégal : la dynamique de la salinisation dans le bief estuarien » Mémoire de DEA Chaire UNESCO 74p
- DGPRES**, 2000 Etude Bathymétrique et Limnologique du Lac de Guiers, Rapport de Synthèse Version finale; Avril 2000, 219 pages
- Diagne (M)**, 2004- Problématique de la gestion des eaux dans le delta du fleuve Sénégal : Evolution morphosédimentaire et conséquences sur la biodiversité de l'ouverture de la brèche sur la langue de barbarie. Mémoire de DEA Chaire UNESCO 71 pages
- DIOP (M)** 2004, La Gestion des ressources halieutiques au Lac de Guiers : Analyse des contraintes et perspectives de développement dans le contexte de la décentralisation 154 pages

**Diop (M.), 2004** – « Les Enjeux d'un développement Touristique sur la Langue de Barbarie, contribution à la réflexion d'une gestion intégrée de la flèche littorale » Mémoire de DEA Chaire UNESCO 84pages

**Direction de Gestion et de Planification des Ressources en Eaux, 2005** Elaboration du Plan de Gestion du Lac de Guiers, rapport diagnostic ; version provisoire, 222p

**GAD,** « Saint-Louis, Les ravages d'un canal de délestage ». In Wal-Fadjri Jeudi 29 avril 2004

**Hamerlynck (O), Stéphanie (D),-** « La restauration du delta du fleuve Sénégal en Mauritanie, une application de l'approche écosystémique »UICN 95p

**IRD (2005) Cumuls Pluviométriques, Carte**

**KANE (A), NIANG (I), DIA (A.), 2001** - «Coastal Impacts of Water Abstraction and Impoundment in Africa Cas du bassin du fleuve Sénégal» 85 p

Kankou (M) 2004 ; Vulnérabilité des eaux et des sols de la rive droite du fleuve Sénégal en mauritanie – Etude en laboratoire du comportement de deux pesticides, 29 Novembre 2004, 159 pages.

**LE GAL et DIA 2000,** La vallée du fleuve Sénégal : Evaluation et perspectives d'une décennie d'aménagements, pages. 169-171)

**Le Quotidien Le Soleil, Mars 2012,** Environnement et développement du Lac de Guiers

**MIETTON (M), CARFANTAN (J), Al., 1997**Transformations des hydrosystèmes liées aux grands barrages en Afrique sahéenne et soudanienne. Gestion des aménagements et interactions société-nature. Scénarios de gestion des eaux et modèles de développement dans le contexte de l'après barrage dans le delta du fleuve Sénégal. In "Système écologiques et action de l'homme", Actes du séminaire de Carry le Rouet,, CNRS, Programme Environnement, Vie et Sociétés, 1998, pp 209-219

**Ministère de l'environnement et de la protection de la nature** « Plan d'action pour l'adaptation aux changements climatiques » 84p

**Niang (A) 2004,** Le Lac de Guiers, cadre physique et géographique, Aménagement et usage, Laboratoire de morphologie et d'hydrologie du département de géographie Diapo 25pages

**NIANG (A.), KANE (A.), 2008.** — Le lac de Guiers : problématique d'un lac sahéien aux multiples enjeux. *Poster, 13<sup>ème</sup> Congrès Mondial de l'Eau, 1-4 septembre 2008,* Montpellier, France.

**Office du Lac de Guiers, 2012,** Situation Hydrologique, 14p

**Office du Lac de Guiers, OLAG,** ou les ambitions pour une gestion rationnelle du lac, 8p

**OLAG, 2012,** Etude topographique et bathymétrique sur le Ndiael-Yetti Yone rapport provisoire, étude et exécution-aménagements hydro-agricoles travaux publics-bâtiments et topographie, 42p

**OMVS**, « Historique de l'aménagement hydroagricole du fleuve Sénégal » 12p

**OMVS**, 2003, « Etude de base pour la phase initiale de mise en place de l'observatoire de l'environnement : Rapport technique Version finale provisoire » 295p

**OMVS, 2004-**: Etudes de base pour la phase initiale de mise en place de l'Observatoire de l'Environnement de L'OMVS Rapport Technique « Provisoire » 295p

**PAN Africa, 2003** Pesticides et Pauvreté : Mise en œuvre des Conventions internationales relatives aux produits chimiques pour un développement sain et équitable Document d'information sur la gestion des pesticides au Sénégal, 56p

**Programme des Nations Unies pour le Développement**, 1991, Evaluation de la vulnérabilité et des risques, 70p

**République du Sénégal Ministère de l'agriculture et de l'hydraulique**, Programme de développement des marches agricoles du Sénégal (PDMAS) plan de gestion des pestes et des pesticides, rapport provisoire, 4p.

**République du Sénégal Ministère de l'agriculture et de l'hydraulique**, Programme De Développement des Marches Agricoles du Sénégal (PDMAS) plan de gestion des pestes et des pesticides, rapport provisoire, 44p

**République du Sénégal**, Octobre 2003-« Projet : Vulnérabilité des ressources en eau dans la vallée du Fleuve Sénégal. »

**Républiques du Sénégal et de la Mauritanie**, Projet biodiversité : Les Caractéristiques biophysiques, démographiques, les systèmes de productions et l'occupation des sols.19p.

**Seck (M), 2004** Inondation à l'embouchure du fleuve Sénégal : hydraulique, fluviale et aménagements Mémoire de DESS de l'Ecole Inter Etats des Ingénieurs de l'Equipement Rural/ B.Faso. 82p

**Sénégal, 2008**, Conférence de haut niveau sur l'eau pour l'agriculture et l'énergie en Afrique: les défis du changement climatique syrte, Jamahiriya Arabe libyenne, rapport national d'investissement, 16p

**THOURET (J), D'ERCOLE (R)**, Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain effets, facteurs et réponses sociales, 17 p

**Tropis**: Elaboration Du Plan De Gestion Du Lac de Guiers Evolution de la végétation aquatique et problématique de gestion du Lac de Guiers Rapport phase 1, 23 pages

**www.gouv.sn**

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### *Liste des tableaux*

Tableau 1 : Les données moyennes des fréquences et directions de vents dominants et les autres éléments du climat en régime sahélien à la station de Saint-Louis (1977-2010) .....	14
Tableau 2 : Vitesses moyennes des vents et directions dominantes à Saint-Louis (1977-2010) .....	15
Tableau 3 : Les données moyennes de la pluie en mm à Saint-Louis (1950-2010).....	18
Tableau 4 : Les valeurs extrêmes de la pluie à Saint-Louis (1950-2010) .....	20
Tableau 5° Les hauteurs Moyennes de la Pluie à Saint-Louis (1950-2010) .....	21
Tableau 6 . Estimations du transfert annuel d'orthophosphates, d'azote total et de chlorures du fleuve Sénégal à Richard-Toll et des décharges de la CSS.....	34
Tableau 7 Analyse des pesticides de septembre 2004.....	35
Tableau 8 : Des variables sélectionnées de la qualité de l'eau à partir des décharges de la CSS comparées aux niveaux à Richard-Toll .....	36
Tableau 9: Evolution des paramètres physico-chimiques du Guiers à la station de Gnith entre aout 2008 et septembre 2010.....	39
Tableau 10 : Nutriments sélectionnés à Gnith ente janvier et septembre 2009 (source : DGPRE 2010) .....	42
Tableau 11 : Ouverture des vannes de Keur momar Sarr entre Juillet et septembre 2012 .....	63
Tableau 12 : Types et quantités de pesticides utilisés dans le delta .....	83
Tableau 13: Types et quantités de pesticides utilités en tomate industrielle.....	83
<b>Tableau 14: Types et quantités de pesticides utilisés pour la culture du maïs dans le delta</b> .....	<b>83</b>
Tableau 15: Types et quantités de pesticides utilisés en culture de canne à sucre.....	84
Tableau 16: Types et quantités de pesticides utilisés en culture du riz dans le delta.....	84

### *Liste des figures*

Figure 1: Coupe schématique transversale de la vallée du fleuve Sénégal (Michel, 1973).....	12
Figure 2: Les Températures maximales et minimales en °C à Saint-Louis (1977-2010) .....	16
Figure 3: Insolation Moyenne Annuelle en Heure à Saint-Louis (1977-2010).....	16
Figure 4 : Évaporation Moyenne Mensuelle en mm à Saint-Louis (1977-2010).....	17

Figure 5 : Humidité Relative Moyenne Mensuelle en % à Saint-Louis (1977-2010).....	18
Figure 6: Pluviométrie Moyenne Mensuelle à la Station de Saint-Louis (1950 -2010) .....	19
Figure 7: Le régime pluviométrique à Saint-Louis (1950-2010).....	21
Figure 8: La variabilité interannuelle de la pluviométrie à Saint-Louis de 1950 à 2010.....	22
Figure 9 : Evolution moyenne annuelle du niveau d'eau du Guiers au cours de 4 périodes caractéristiques .....	25
Figure 10: Evolution du Fleuve Sénégal à Richard-Toll, Taouey, Saint-louis et dans la Retenue de Diama (Juill-Aout 2012) .....	28
Figure 11 : Evolution des hauteurs d'eau du Lac de Guiers à la station de N Gnith de 1976 à 2010.....	29
Figure 12: Evolution intermensuelle de la salinité à Gnith de aout 2008 à septembre 2010 (mg/l).....	40
Figure 13 : Evolution intermensuelle de la conductivité et des hauteurs d'eau à Gnith de aout 2008 à octobre 2010 (mg/l).....	41
Figure 14 : Représentation des concentrations moyennes en azote inorganique dissous et du niveau des eaux de février 2002 à mai 2003 (source : ARFI, 2004).....	42
Figure 15 : Représentation des concentrations en orthophosphates ( $\mu\text{M}$ ) et du niveau des eaux de février 2002 à mai 2003 (source : ARFI, 2004) .....	43
Figure 16: Représentation des concentrations de chlorophylle ( $\mu\text{g/l}$ ) (source ARFI 2004) ....	44
Figure 17 : Zone d'intervention de l'OLAG (source : <a href="http://www.OLAG.sn/Cartographie.html">http://www.OLAG.sn/Cartographie.html</a> ) .....	60
Figure 18 : Exigences minimales et maximales de hauteurs d'eau (m IGN) des différents acteurs et usagers du lac de Guiers.....	62
Figure 19: LISTE DES PESTICIDES DES CLASSES IA ET IB PRESENTS AU SENEGAL .....	85
Figure 20 : Pesticides du groupe Ia utilisés ou présents au Sénégal (Le statut réglementaire est celui du CSP/CILSS dont le Sénégal est partie prenante).....	88

### **Liste des cartes**

<b>CARTE 1: Situation du Lac de Guiers (Source : CSE 2004)</b> .....	9
CARTE 2 : Cumul pluviométrique (Source IRD 2005).....	23
CARTE 3: Carte Des Différentes Stations d'échantillonnage autour du Lac (source : DHI, 2004 ).....	38

## **Liste des photos**

Photo 1: Point de décharge de la CSS dans le Lac de Guiers (source : Carl Bro Int, 1999)....	33
Photo 2: Déversement des eaux de drainage dans le lac. (source : Diop 2004.).....	34
Photo 3 : Adventis de Riz.....	45
Photo 4 : Nuée d'Oiseaux granivores .....	45
Photo 5 : Aubergines infectées.....	45
Photo 6 : Thrips de l'Oignon dans le Gandiolais.....	46
Photo 7 : Application de pesticides protégée (gauche) et non protégée (droite).....	50
Photo 8: Bidon de pesticides à proximité du point de collecte d'eau, épars sur la parcelle ....	55
Photo 9: Emballages vides dans enclos .....	55
Photo 10 : Prévision de développement et couverture spatiale de la végétation aquatique du lac de Guiers (source : NIANG, 2011).....	68
Photo 11 : <i>Typha Australis</i> dans le Delta du fleuve Sénégal en rapport avec la qualité des eaux (source : DHI, 2005).....	68
Photo 12: Déversement des ordures ménagères dans le delta du fleuve Sénégal .....	70

# TABLE DES MATIERES

<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>2</b>
<b>SIGLES ET ACRONYMES .....</b>	<b>3</b>
<b>AVANT-PROPOS .....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>5</b>
1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE.....	6
2. METHODOLOGIE .....	6
2.1 <i>La recherche documentaire.</i> .....	7
2.2 <i>Le travail de terrain</i> .....	7
2.3 <i>Collecte et traitement des données</i> .....	7
DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE .....	8
<b>CHAPITRE I PEDOLOGIE : RELIEF, GEOLOGIE ET SOLS .....</b>	<b>11</b>
1. RELIEF .....	11
2. GEOLOGIE .....	11
3. LES SOLS .....	11
<b>CHAPITRE II CLIMAT, COUVERT VEGETAL ET FAUNE .....</b>	<b>13</b>
1. CLIMAT.....	13
A. ANALYSE DES PARAMETRES DU CLIMAT EN DOMAINE SAHELIEEN .....	13
B. LE REGIME PLUVIOMETRIQUE ET SA VARIABILITE .....	18
b.1 <i>Pluviométrie inter mensuelle</i> .....	19
b.2 <i>Pluviométrie moyenne Interannuelle</i> .....	20
2. COUVERT VEGETAL ET FAUNE .....	23
a. <i>Couvert végétal</i> .....	23
b. <i>Faune</i> .....	23
<b>CHAPITRE III HYDROLOGIE DU SYSTEME FLUVIO-LACUSTRE.....</b>	<b>25</b>
1. HISTORIQUE DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE DU LAC DE GUIERS .....	25
2. EVOLUTION DES HAUTEURS D'EAU DANS LE GUIERS .....	28
<b>CHAPITRE I: EVALUATION DU POTENTIEL DE CONTAMINATION .....</b>	<b>31</b>
1. SITUATION DU DELTA DU FLEUVE SENEGAL .....	31
2. SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION.....	31
a. <i>La pollution microbiologique</i> .....	32
b. <i>La pollution chimique</i> .....	32
c. <i>Les décharges d'eaux de drainage</i> .....	33
d. <i>Les pesticides</i> .....	35
3. QUALITE DE L'EAU.....	37
a. <i>Les variables de la qualité de l'eau</i> .....	39
a.1. <i>La conductivité / salinité</i> .....	40

a. 2.	Les nutriments .....	41
a. 3.	La chlorophylle .....	43
a. 4.	L'oxygène.....	44
4.	LES PROBLEMES RENCONTRES AU NIVEAU DU DELTA.....	45
a.	<i>Problèmes des pestes dans la zone du delta</i> .....	45
b.	<i>Le problème de la qualité des pesticides</i> .....	46
b. 1.	Utilisation des pesticides .....	47
b. 1.a	Modes d'utilisation des pesticides .....	47
b. 1.b	Fréquences d'utilisation .....	48
	<b>CHAPITRE. II EVALUATION DES RISQUES .....</b>	<b>49</b>
1.	PERCEPTION DU RISQUE .....	49
2.	CONTAMINATION DE L'ENVIRONNEMENT .....	50
3.	QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES. ....	52
4.	LES CONDITIONS SOCIOECONOMIQUES CONTRIBUTANT A L'AGGRAVATION DES PROBLEMES LIES AUX PESTICIDES DANS LE DELTA DU FLEUVE SENEGAL .....	53
	<b>CHAPITRE I CATEGORIES DE MESURES CORRECTIVES .....</b>	<b>57</b>
1.	CADRE DE GESTION ET ACTEURS IMPLIQUES.....	57
a.	<i>Cadre juridique</i> .....	57
b.	<i>Cadre institutionnel</i> .....	58
2.	LE PLAN DE GESTION DU LAC DE GUIERS .....	61
a.	<i>CRITERES DE GESTION QUANTITATIVE DES EAUX ET IMPLICATIONS</i> .....	63
b.	<i>Gestion de la qualité de l'eau</i> .....	64
c.	<i>Mesures conservatoires de lutte contre la pollution des eaux due aux engrais</i> .....	64
3.	OPTIONS DE GESTION DU LAC DE GUIERS .....	65
a.	<i>Les moyens de lutte contre la pollution</i> .....	66
b.	<i>Utilisation rationnelle des pesticides</i> .....	66
c.	<i>Gestion des eaux de drainage</i> .....	67
	<b>CHAPITRE II EVALUATIONS ET RECOMMANDATIONS .....</b>	<b>69</b>
1.	RECOMMANDATION POUR LE LAC DE GUIERS.....	69
2.	ESTIMATION DES RISQUES SI RIEN N'EST FAIT .....	71
	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>73</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>75</b>
	<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS.....</b>	<b>78</b>
	LISTE DES TABLEAUX.....	78
	LISTE DES FIGURES .....	78
	LISTE DES CARTES .....	79
	LISTE DES PHOTOS .....	80
	<b>TABLE DES MATIERES .....</b>	<b>81</b>
	<b>ANNEXES.....</b>	<b>83</b>

## ANNEXES

**Tableau 12 : Types et quantités de pesticides utilisés dans le delta**

	Prospectées	Infestées	Traitées	Nature et quantité de produit utilisé		
				Sumithion	Sumithion	Padan gr(t)
	(ha)	(ha)	(ha)	DP 3 % (T)	50 EC(l)	
<b>Dagana</b>	15000	12200	350	2,5	50	0,5
<b>Podor</b>	16200	8700	350	2,5	50	0,5
<b>Saint-Louis</b>	12500	9070	632	5	100	0,4
<b>Région</b>	<b>43700</b>	<b>29970</b>	<b>1332</b>	<b>10</b>	<b>200</b>	<b>1,4</b>

Source : Direction Régionale du Développement rural de Saint- Louis/ MAE

**Tableau 13: Types et quantités de pesticides utilisés en tomate industrielle**

Produits	Dose à l'ha	Superficies emblavées	Quantités totales de produits utilisés
<b>Fongex T</b>	6 kg	2 728 ha	16 368 kg
<b>Tercen</b>	4 l		10 912 l
<b>Carborex</b>	500 g		1 364 kg
<b>Dicofol 480</b>	1 l		2 728 l

Sources utilisées : CNCFT 2006

**Tableau 14: Types et quantités de pesticides utilisés pour la culture du maïs dans le delta**

Produits	Dose à l'ha	Superficies emblavées	Quantités totales de produits utilisés
<b>Carbofuran 5G</b>	25 kg	2 113 ha	8 452 kg
<b>Stam</b>	52 825 kg		1 l
<b>Decis</b>	4 kg		2 113 l

Sources utilisées : Estimations faites en fonction des informations fournies par le président du CNCFT

**Tableau 15: Types et quantités de pesticides utilisés en culture de canne à sucre**

Produits	Dose à l'ha	Superficies emblavées	Quantités totales de produits utilisés	Période d'application Décembre à Septembre
Ametrine	3,5 l	7500 ha	26 250 l	Idem
Atrazine	1,5 l		11 250 l	Idem
Asulam	8 l		60 000 l	<i>Idem</i>
Ioxymil	1,5 l		15 000 l	<i>Idem</i>
Lindane	4 l		110250 l	<i>Idem</i>
Benomyl	0,400 kg		3 000 kg	<i>Idem</i>

Source : CNCFT 2006

**Tableau 16: Types et quantités de pesticides utilisés en culture du riz dans le delta**

Produits	Dose à l'ha	Superficies emblavées	Quantités totales de produits utilisés	Période d'application
Propanyl	8 l	19 431 ha	155 448 l	2 –3 Juillet
2-4, D	2 l		38 862 l	<i>Non id</i>
Furadan	2 Kg		38 862 Kg	<i>Levée, tallage et épiaison</i>

**Figure 19: LISTE DES PESTICIDES DES CLASSES IA ET IB PRESENTS AU SENEGAL**

Pesticides du groupe Ib (FAO/OMS) utilisés ou présents au Sénégal (Sénégal (Le statut réglementaire est celui du CSP/CILSS dont le Sénégal est partie prenante)

Nom Commercial	Formulation	Matière(s) active(s)	Concentration en m.a g/kg ou g/l	Statut réglementaire (autorisé ou non autorisé)	Quantité/an L ou kg			Toxicité DL50 mg/kg	Observation Groupe OMS
					2001	2000	1999		
Metofos 600	SL	Méthamidophos	600 g/l	Non-Autorisé	16323	12600	9040	30	la
Cyberfos 330	CE	Cyperméthrine + Méthamidophos	30 + 300 g/l	Non-Autorisé	250	175	0	20	la
								30	
Cyberfos 336	CE	Cyperméthrine + Méthamidophos	36 + 300 g/l	Non-Autorisé	990	600	0	20	la
								30	
Carbofos	GR	Carbofuran + Terbufos	35g + 25 g	Non-Autorisé	1484	186	650	8 / 1,6	lb / la
Granox/7/7/10 CBC	PP	Captafol + Bénomyl + Carbofuran	70 + 70 + 100 g/kg	Non-Autorisé	3150	3000	2700	8 / 1,6	la
Méthomyl 90	PM	Méthomyl	900 g/kg	Non-Autorisé	1396	800	630	17	la
Dipharat	GR	Diphacinone	5 g/kg	Non-Autorisé	4800	4000	4800	3	la
Yasodion	APPAT	Diphacinone	0,005%	Autorisé	2000	1500	2000	3	la
Furadan 5%	GR	Carbofuran	500 g/kg	Autorisé	1080	1160	0	8	la
Captafol	PM	Captafol	500 g/kg	Non-Autorisé	50	0	0	5	la
Furadan 5 G	GR	Carbofuran	50 g/kg	Autorisé	405	300	210	8	la
Routoucy Blocs	APPAT	Difénacom (blocs hydrofuges)	0,005%	Non-Autorisé	220	0	0	1,8	la
Sherpa	CE	Monocrotophos	200+36 g/l	Non-Autorisé	90000	0	0	8	la

Monocrotophos 236 CE		+ Cypermethrine							
Bestox MO 218	CE	Monocrotophos + Alphacypermethrine	200g + 18 g/l	Non-Autorisé	90000	0	0	8	la
Distar 60	EC	Méthamidophos	600 g/l	Non-Autorisé	1750	0	0	30	la
Furadan	GR	Carbofuran	500 g/kg	Autorisé	6500	5850	4770	8	la
Acaron 400/600	CE	Méthamidophos	400 g/l ou 600 g/l	Non-Autorisé	2150	2275	1785	30	la
Cypercal MM 336 EC	CE	Cypermethrine + Méthamidophos	36gr/l+300gr/l	Autorisé	30000	32000	25000	251 30	la
Spiridur PP	DP	Méthyl Parathion	12,5g/kg	Non-Autorisé	2035	1750	1640	6	la
Spinox TBC	DS	Thirame + bénomyl + carbofuran	150 g/kg +70g/kg+ 100g/kg	Non-Autorisé	4600	4200	4750	1800/+10000 /8	la
Celphos	TB	Phosphure d'aluminium (phosphine)	560 g/kg	Autorisé	600	450	580	10mg/m <sup>3</sup> pdt 6 heures	la
Spirat	Appat	Chlorophacinone	0,005%	Non-Autorisé	100	75	80	20,5	la
Bromadiolone Bloc	BB	Bromadiolone	0,005%	Non-Autorisé	80	68	60	1,25	la
Spinox T	DS	Thirame+ bénomyl + Carbofuran	150g +70g + 100g/kg	Non-Autorisé	12950	12400	11300	1800/10000/ 8	la
Furadan 5G	GR	Carbofuran	50 g/kg	Autorisé	700	770	500	8	la
Némacur 10G	GR	phenamiphos	10 g/kg	Non-Autorisé	3197	3050	2600	10	la
Orthodimécron 50	CE	Phosphamidon	500 g/l	Non-Autorisé	3000	0	0	17,9	la
Phosphinon	TB	Phosphure d'aluminium	56%	Non-Autorisé	287	250	130	10mg/m <sup>3</sup> pdt 6heures	la

		(phosphine)							
Dadyonum	TB	Phosphure d'aluminium	56%	Non-Autorisé	21000	0	0	10mg/m <sup>3</sup> pdt 6 heures	la
Detia gaz Ex-t	TB	Phosphure d'aluminium (phosphine)	56%	Non-Autorisé	3912	3000	3150	10mg/m <sup>3</sup> pdt 6heures	la
Klerat Bloc	BB	Brodifacoum	0,004%	Non-Autorisé	175	200	350	0,26	la
Phostoxin	TB	Phosphure d'aluminium	56%	Autorisé				10mg/m <sup>3</sup> pdt 6 heures	
Klerat Grain	RB	Brodifacoum	0,004%	Non-Autorisé	450	280	160	0,26	la
Némacur 5	GR	Phénomiphos	5%	Non-Autorisé	600	950	1100	15,3	la
Birlane 400	CE	Chlorfenvinphos	400g/l	Non-Autorisé	220	350	500	10 à 39	la
Magtoxin	FP	Phosphure de Magnésium	66%	Non-Autorisé	60	65	40	300ml/m <sup>3</sup> pdt 1heure	la
Chlorocal concentré	CB	Chlorophacinone	2,5g/l	Non-Autorisé	2125	2000	2400	3,15	la
Temik 5 G	MG	Aldicarbe	5%	Non-Autorisé	500	700	800	1	la
Temik 10 G	MG	Aldicarbe	10%	Non-Autorisé	750	1200	2300	1	la
Phosdrin	SL	Mévinphos	100g/l	Non-Autorisé	850	900	600	3 à 12	la
Dyfonate 5 G	MG	Fonophos	5%	Non-Autorisé	0	0	120		la
Mocap 10 G	MG	Ethoprophos	10%	Non-Autorisé	180	300	250	62	la
Oléo-Bladan	CE	Parathion éthyl	93g/l	Non-Autorisé	0	10	30	2	la
Callathion 50	CE	Parathion éthyl	500g/l	Non-Autorisé	280	570	200	2	la
Penncap M	CS	Parathion éthyl	240g/l	Non-Autorisé	410	680	530	2	la

Sources: Pesticide Action Network (PAN) Africa (2003)

NB: L'article 35 de l'accord portant « Réglementation Commune pour l'Homologation des pesticides des pays membres du CILSS » prévoit son entrée en vigueur dès la ratification par le 5ème Etat Membre.

Les propriétaires de ces spécialités commerciales non encore autorisées au Sahel (et actuellement en vente au Sénégal) doivent mettre à profit ce délai pour préparer et présenter les dossiers de demande d'homologation de leurs différents produits auprès du Secrétariat Permanent du CSP à Bamako (MALI)

**Figure 20 : Pesticides du groupe Ia utilisés ou présents au Sénégal (Le statut réglementaire est celui du CSP/CILSS dont le Sénégal est partie prenante)**

Nom Commercial	Formulaire	Matière(s) active(s)	Concentration en m.a g/kg ou g/l	Statut réglementaire (autorisé ou non autorisé)	Quantité/an			Toxicité DL50 mg/kg	Observation Groupe OMS
					2001	2000	1999		
Carborax	GR	Carbofuran	5 g/kg	Autorisé	53519	52300	20000	8	lb
Carbofos	GR	Carbofuran + Terbufos	35g + 25 g	Non-Autorisé	1484	186	650	8 / 1,6	lb
Granox/CBT	GR	Carbofuran + Bénomyl + Thirame	150 + 70 + 100 g/kg	Non-Autorisé	59000	52000	41200	8/10000/375	lb
Yotox Aérosol	Aérosol	Tetraméthrine + Dichlorvos	3,5 g + 7,2 g	Non-Autorisé	43675	38000	32000	+5000 / 50	lb
Télon	CE	1-3 dichloropropène	1107 gr/l	Non-Autorisé	26000	23000	24000	150	lb
Métanex 600	SL	Methamidophos	600 g/l	Non-Autorisé	1950	1430	200	30	lb
Methosan	PM	Methomyl	900 g/kg	Non-Autorisé	205	355	207	17	lb
Cypercal K 286	CE	Cyperméthrine + Isoxathion	36+250 g/l	Non-Autorisé	0	0	50000	251/98,4	lb
Mosfertil	LP	Warfarin	0,037 %	Non-Autorisé	150	90	0	374	lb
Folimat	CE	Ométhoate	250 g/l	Non-Autorisé	360	410	210	25	lb
Tamaron	SL	Méthamidophos	600 g/l	Non-Autorisé	1275	1350	1300	30	lb
Mafu 50	CS	DDVP (Dichlorvos)	500 g/l	Non-Autorisé	3350	3100	2050	50	lb
Deltaphos 210	EC	Deltaméthrine + Triazophos	10 g/l 200 g/l	Autorisé	0	0	16250	130 /57	lb
Diémul 20	EC	Dieldrine	200 g/l	Non-Autorisé	0	0	1200	38,3	
Carbicon	SL	Dicrotophos	100 g/l	Non-Autorisé	0	0	500	110	lb
Gusathion XL	WP	Azinphos Méthyl	25%	Non-Autorisé	0	0	220	16	lb
Rugby 10 G	GR	Cadusafos	10%	Non-Autorisé	430	520	750	37	lb

Carbofuran 5 G	MG	Carbofuran	5%	Autorisé	17550	19800	15400	8	lb
Carbofuran 10G	MG	Carbofuran	10%	Autorisé	9500	9300	10300	8	lb
Cartan 10G	MG	Carbofuran	10%	Non-Autorisé	515	600	200	8	lb
Quelétox 640	UL	Fenthion	640g/l	Autorisé	2100	3850	4700	190 à 315	lb
Racumin Bloc	RB	Coumatétralyl	0,0375%	Non-Autorisé	3180	2200	5300	17	
Racumin appât	BB	Coumatétralyl	0,0375%	Non-Autorisé	2600	2170	2000	17	lb
DDVP 20%	UL	Dichlorvos	200g/l	Non-Autorisé	0	17000	9000	50	lb
Dielpoudre	DP	Dieldrine	40g/kg	Non-Autorisé	680	3000	3500	38,3	lb
Ultracide 20 liquide	CE	Méthidathion	193g/l	Non-Autorisé	120	100	370	25 à 54	lb
Techn'o color	SC	DNOC	625g/l	Non-Autorisé	0	0	325	25 à 40	lb
Oftanol 5 GR	GR	Isophenphos	5%	Non-Autorisé	0	180	430	38,7	lb
Cyferfos 336	EC	Cyperméthrine+ Méthamidophos	36+300gr/l	Non-Autorisé	20500	12300	4800	251/30	lb
Decis Monocrotophos	CE	Deltaméthrine+ Monocrotophos	10+200g/l	Non-Autorisé	0	0	30000	130/14	lb
Cypercal K 572	EC	Cyperméthrine + Isoxathion	72g + 500g/l	Non-Autorisé	0	0	25000	251/112	lb
Cypercal MM 36/300	CE	Cyperméthrine +Méthamidophos	36g/l+300g/l	Autorisé	0	0	24000	251/30	lb
Polythrine N	CE	Cyperméthrine +Monocrotophos	36g/l+200g/l	Non-Autorisé	0	0	2500	251/14	lb
Fastac Azodrine	CE	Alphacyperméthrine+ Monocrotophos	15g/l+250g/l	Autorisé	0	3000	0	e79/14	lb
Sherdiphos	CE	Cyperméthrine+ Triazophos	30g/l+150g/l	Non-Autorisé	0	90000	0	251/82	lb
Deltaphos	CE	Deltaméthrine+	10g/l+200g/l	Non-Autorisé	0	6000	0	66,7/82	lb

		Triazophos	I						
Folimate	SL	Ométhoate	250g/l	Non-Autorisé	150	200	280	50	lb
Force TS	CS	Téfluthrine	200g/l	Non-Autorisé	650	200	100	22 à 35	lb
Tersen 426	CE	cyperméthrine+ Diméthoate+ Triazophos	36+240+ 150g/l	Non-Autorisé	430	290	80	251/2150/82	lb
Tersen 400	CE	Cyperméthrine + Diméthoate +Triazophos	10+240+15 0g/l	Non-Autorisé	620	530	600	251/2150/82	lb
Torpédo 400	CE	Triazophos	400g/l	Non-Autorisé	0	0	3600	82	lb
Torpédo D 200	CE	Deltaméthrine+ Triazophos	10g+250g/l	Non-Autorisé	0	0	1400	66,7/82	lb
Phosphure de zinc	SB	Zinc, Phosphior		Non-Autorisé	0	0	0	Non retrouvé	lb
Monocal 500	CE	Monocrotophos	500g/l	Non-Autorisé	0	0	0	14	lb
Caldophos	CE	Méthamidophos	400g/l	Non-Autorisé	0	0	0	30	lb