

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	1
ABREVIATIONS / SIGLES ET ACRONYMES	4
RESUME.....	5
ABSTRACT	6
INTRODUCTION GENERALE	7
1 - Problématique	9
2 - Objectifs.....	10
CHAPITRE I : APPROCHE METHODOLOGIQUE	11
1.1- La revue documentaire.....	11
1.2 - Prospection de terrain	11
1.3 - Collecte des données de terrain.....	11
1.3.1 - Les entretiens individuels et collectifs sous forme d'interviews semi-structurées à l'aide des guides d'entretien.....	11
1.3.2 - Les enquêtes de terrain.....	12
1.3.3 - Les focus group.....	12
1.3.4 - L'observation directe	12
1.4 - Méthodes d'analyse de la flore et des facteurs écologiques	13
1.4.1 - Etude de la flore	13
1.5 - L'analyse de quelques paramètres de l'eau	15
1.6 - Supports cartographiques et images satellitaires utilisées	15
CHAPITRE II : CONTEXTE BIOPHYSIQUE ET HUMAIN DE LA VALLEE DE SENGHOR ET DES COMMUNAUTES RURALES DRAINEES	17
2.1 - Cadre physique.....	17
2.1.1 - Localisation de la vallée de Senghor	17
2.1.2 - La topographie	19
2.1.3 - Le Bassin versant de la vallée de Senghor.....	20
2.1.3.1 - Les caractéristiques physiques du bassin versant de la vallée de Senghor	21
2.1.3.1.1- Calcul de l'indice de forme du bassin versant de la vallée de Senghor.....	21
2.1.3.1.2 - Indice de compacité de Graveluis (1914)	22
2.1.3.1.3 - Indice de compacité de Horton (1932).....	22
2.1.3.1.4 - Indice de compacité de Muller (1953)	23
2.1.3.1.5 - L'allongement moyen de Caquot.....	23
2.1.3.1.6 - Densité de drainage.....	23
2.1.4 - L'analyse des paramètres climatiques	24
2.1.4.1 - L'insolation	24
2.1.4.2 - Les températures	26
2.1.4.3 - Les vents	27
2.1.4.4 - La pluviométrie.....	29
2.1.4.5 - L'évaporation.....	33
Conclusion.....	34
2.1.5 - Les ressources en sol et en eau	35

2.1.5.1 - Les ressources en sol.....	35
2.1.5.1.1 - Unité des sols halomorphes potentiellement sulfatés acides	35
2.1.5.1.2 - Unité des sols halomorphes sulfatés acides	36
2.1.5.1.3 - Unité des sols halomorphes para sulfatés acides	36
2.1.5.1.4 - Unité des sols hydromorphes.....	36
2.1.5.1.5 - Unité des sols ferrugineux tropicaux à hydromorphie de profondeur	37
2.1.5.1.6 - Unité des sols ferrugineux tropicaux non lessivés.....	37
2.1.6 - Les ressources en eau.....	39
2.1.6 - Les formations végétales.....	40
2.1.6.1 - La mangrove	40
2.1.6.2 - Les prairies à halophytes.....	41
2.1.6.3 - La végétation des zones exondées	41
2.1.7 -Les ressources fauniques.....	41
2.2 - Cadre humain.....	42
2.2.2 - Les activités socio-économiques.....	43
Conclusion.....	45
CHAPITRE III: LA MISE EN EAU DE LA VALLEE DE SENGHOR.....	46
3.1 - Historique et objectifs	46
3.2- Les aménagements hydrauliques	47
3.2.1- Le barrage anti-sel.....	48
3.2.2- La digue de retenue	49
3.2.2.1- Le choix du type d'évacuateur pour la digue de retenue : pont barrage	49
3.4 - La gestion des micro-ouvrages hydrauliques.....	50
Conclusion.....	51
CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION ANALYSE DES TRANSECTS.....	52
4.1 - Analyse des transects	52
4.2 - Analyse de la flore et de la végétation	65
4.2.1 - Les groupements végétaux observés sur sols exondés	65
4.2.2 - Les groupements végétaux observés sur sols humides	65
4.2.3 - Les groupements végétaux observés sur sols inondés et exondés	66
4.2.4 - Les groupements végétaux observés uniquement sur sols inondés	66
4.2.5 - Analyse des principaux groupements végétaux aquatiques.....	67
4.2.5.1 - Groupements à <i>Tamarix senegalensis</i>	67
4.2.5.2 - Groupements à <i>Sporobolus virginicus</i>	67
4.2.5.3 - Groupements à <i>Paspalum vaginatum</i>	68
4.2.5.4 - Groupements à <i>Fimbristylis ferruginea</i> et à <i>Mariscus ligularis</i>	68
4.2.5.5 - Groupement à <i>Phragmites australis</i>	69
4.2.5.6 - Groupement à <i>Typha domingensis</i>	69
4.2.5.7 - Groupement à <i>Avicennia africana</i>	70
4.2.6 - La distribution des espèces en fonction de leur abondance-dominance	71
4.2.6.1 - Les modifications temporelles observées dans la végétation aquatique.....	72
4.2.6.1.1 - Les zones à <i>Tamarix senegalensis</i> , <i>Avicennia africana</i> et <i>Conocarpus erectus</i>	72
4.2.6.1.2 - L'extension de <i>Nymphaea lotus</i> et de <i>Ludwigia leptocarpa</i>	72
4.2.6.1.3 - L'extension des zones à <i>Typha domingensis</i>	73
Conclusion.....	73
4.2.7 - L'expansion et / ou régression des espèces.....	74
4.2.7.1 - Les espèces en expansion.....	75
4.3 - Dynamique de l'occupation des sols de la zone	76

4.3.1 - Les zones de culture.....	78
4.3.3 - Les plantations de manguiers, d'anacardiers, d'orangers et mandariniers	80
4.3.4 - Les tannes.....	81
4.3.5 - La végétation de savane	82
4.3.6 - Les autres types d'occupation du sol	82
Conclusion.....	83
4.4 - Impacts des micro-ouvrages sur le milieu physique et humain	83
4.4.1 - Impacts sur le régime hydrologique de la vallée	84
4.4.2 - Impacts potentiels sur la qualité des eaux.....	84
4.4.3 - Impacts sur le sol	86
4.4.4 - Impacts sur la flore et la végétation	86
4.4.5 - Impacts sur la faune	87
4.4.6 - Impacts sur la population.....	87
4.4.6.1 - Impacts potentiels sur la santé des populations	88
4.4.6.2 - Impacts sur les activités socio-économiques	89
4.5 - Les stratégies développées par les populations.....	90
4.6 - Les espèces indicatrices des changements écologiques.....	91
5 - Le bilan après huit années de mise en œuvre.....	93
Discussion	95
CONCLUSION GENERALE	99
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	101
ANNEXES.....	104

ABREVIATIONS / SIGLES ET ACRONYMES

ACCT	: Agence de la Coopération Culturelle et Technique.
ANSD	: Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie.
BCU	: Bibliothèque Centrale Universitaire.
CARITAS	: Structure Diocésaine d'Entraide.
COSMAH	: Comité de Surveillance et de Maintenance des Aménagements Hydrauliques.
DEEC	: Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés.
DGPRE	: Direction de Gestion et de Planification des Ressources en Eau.
DPS	: Direction de la Prévision de la Statistique
ESTEM	: Editions Scientifiques, Techniques et Médicales.
FAO	: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
FST	: Faculté des Sciences et Techniques.
GPS	: Global Positionning System
IFAN	: Institut Fondamental d'Afrique Noire.
IRD	: Institut de Recherche pour le Développement (ex-Orstom).
ISE	: Institut des Sciences de l'Environnement.
ISRA	: Institut Sénégalais de Recherches Agricoles.
LERG	: Laboratoire d'Enseignement et de Recherche en Géomatique.
MCD	: Ministère de la Coopération et du Développement
MHR	: Ministère de l'Hydraulique Rurale.
PNUE	: Programme des Nations Unies pour l'Environnement.
RGPH	: Recensement Général de la Population et de l'Habitat.
SPOT	: Système Pour l'Observation de la Terre.
UCAD	: Université Cheikh Anta DIOP.
UGAN	: Union des Groupements Associés du Niombato.
UICN	: Union Internationale pour la Conservation de la Nature.
UTM	: Universal Transverse Mercator
WGS	: World Geodetic System

RESUME

Le Delta du Saloum, riche de ses ressources en eau et en sol, est caractérisé par une concentration d'importantes activités notamment agricoles et halieutiques. L'agriculture, secteur majeur de l'économie de la région, demeure par conséquent la principale source de revenus pour les populations.

Cependant, avec les périodes de sécheresse des années 1970 et la variabilité climatique observée, elle reste soumise à de fortes contraintes ; celles-ci ont pour conséquences la baisse du niveau de la nappe phréatique, la remontée de la langue salée, les difficultés d'approvisionnement en eau potable, la dégradation des sols et des rendements agricoles, rendant ainsi précaire la vie des populations.

Aussi, pour lutter contre la salinité et stocker un volume important d'eau pour les cultures et l'alimentation, une politique d'aménagements a été conduite depuis 1999 dans la vallée de Senghor qui polarise une population de 6000 habitants. Cette politique prolonge ainsi les premiers travaux réalisés dans le Sine et Saloum à partir des années 1950.

L'étude des formes et impacts des aménagements hydrauliques sur l'environnement biophysique et humain du site de Senghor se fonde sur la combinaison de plusieurs approches : enquêtes de terrain, entretiens semi-structurés, focus-group, inventaires phytosociologiques, analyse de salinité de l'eau et cartographie de l'occupation du sol. Les résultats obtenus au cours de cette recherche s'articulent autour des points suivants : dégradation de la végétation, déclin de la riziculture, occupation fulgurante des plateaux et persistance de la salinité.

Mots clés : Aménagement, Evaluation, Impacts, Inventaire végétal, micro-barrage, Cartographie, Vallée, Delta du Saloum, Sénégal

ABSTRACT

The Delta of Saloum, rich of its water resources and soils, is characterized by a concentration of important agricultural and fishery activities. Agriculture is in fact the major sector of the economy of the area and remains consequently as a source of incomes for the populations.

However, with the periods of dryness of the years 1970 and climatic variability observed, the Delta of Saloum is submitted to strong constraints, with large consequences on the range of the ground water, the increase of salted soils, the difficult access to drinkable water, these main problems making thus precarious the life of the populations.

Also, to fight against salinity and to store a large volume of water for the cultures and the food, a policy of installations was led since 1999 in the valley of Senghor which polarizes a population of 6000 inhabitants. This policy thus prolongs the first work completed in Sine and Saloum as from the years 1950.

The study of the forms and impacts of hydraulic installations on the environment biophysics and human of the site of Senghor is based on the combination of several approaches investigations on ground, semi-structured talks, focus-group, phytosociological inventories, salinity analyzes of water and cartography of the occupation of the ground. The results obtained during this research are articulated around the following points: degradation of the vegetation, decline of rice growing, fulgurating occupation of the plates and persistence of salinity.

Key words: Installation, Evaluation, Impacts, vegetal Inventory, Small dams, Cartography, Valley, Delta of Saloum, Senegal.

INTRODUCTION GENERALE

Le Sénégal dispose d'importantes terres cultivables qui ont permis le développement d'une agriculture qui mobilise plus de 60% de la population active (ANSD).

L'agriculture occupe la première place dans l'économie sénégalaise et constitue la principale activité de subsistance de la population rurale. Cette population en croissance continue, exerce une pression sur l'espace et les ressources. Ainsi le secteur est confronté à des difficultés majeures depuis l'avènement des sécheresses notamment par :

- ✓ une salinisation élevée des terres qui pose des problèmes par endroits ;
- ✓ l'insuffisance des ressources en eau pour les cultures maraîchères et fruitières entraînant un abandon des terres pendant la période de la saison sèche ;
- ✓ une dégradation de ces mêmes terres engendrant une forte baisse des rendements agricoles.

Compte tenu de toutes ces difficultés, le secteur agricole semble être relégué au second plan. La pêche est devenue très compétitive, attractive et accueille un nombre de plus en plus important d'acteurs du monde rural.

De nombreuses études (Sané, 2003) ont permis de mettre en évidence la situation socio-économique précaire du monde rural. La réduction de la pauvreté notamment dans le monde rural par la relance du secteur agricole, est devenue l'objectif prioritaire de la politique de certains partenaires au développement local. C'est ainsi que des mesures structurelles ont été prises pour atténuer la vulnérabilité des populations dont la base de production est limitée par la réduction des ressources en eau.

Les populations en collaboration avec des partenaires au développement ont entrepris des stratégies pour une amélioration de la production agricole et un approvisionnement correct en eau. Des aménagements sous forme de micro-barrages anti-sel et de digues de retenue ont été réalisés.

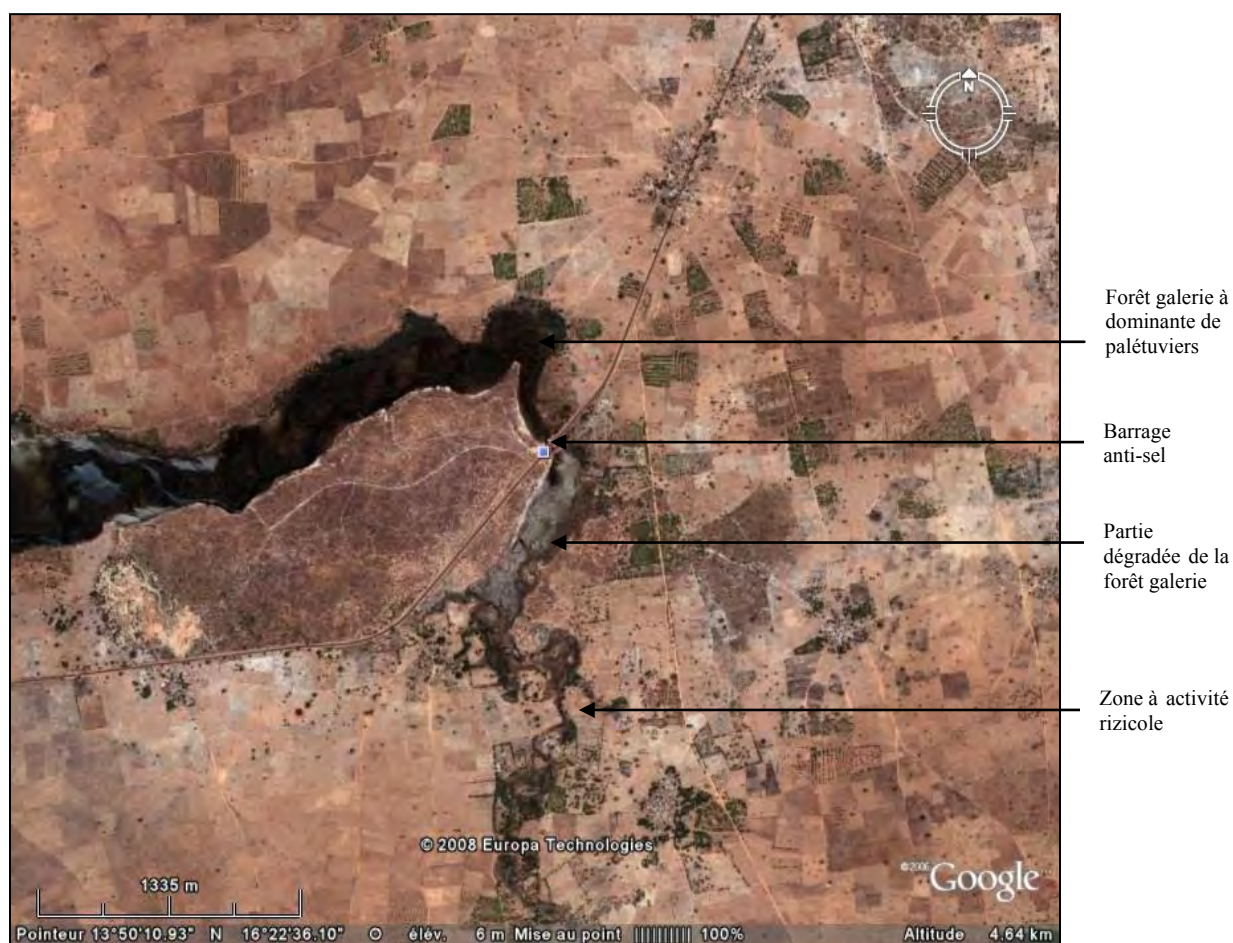
Mais, bien que ces micro-ouvrages aient contribué à l'adoucissement des eaux et à l'amélioration de leur stockage ; les problèmes sur l'environnement biophysique et humain n'en demeurent pas moins posés à travers le bouleversement des écosystèmes, la modification de la flore et de la végétation.

A cela, s'ajoutent les difficultés pour la riziculture et les autres activités socio-économiques (maraîchage, arboriculture..), sans compter la question des dits micro-ouvrages.

Les nouvelles conditions créées par la mise en eau de la vallée ont engendré des impacts sur la biodiversité en provoquant la dégradation des habitats et la disparition de certaines formes d'espèces d'eau salée (*Avicennia africana*, *Conocarpus erectus*).

Quel est le niveau de maîtrise des ressources en eau et de gestion de l'environnement du bassin versant de la vallée de Senghor en particulier dans les communautés rurales de Toubacouta et de Nioro Alassane Tall ? Quels risques majeurs en rapport avec la mise en service des micro-barrages pour les deux communautés rurales ?

Planche 1 : Image Google montrant la zone à activité agricole de la vallée de Senghor



Source : Google Eearth ? 23 avril 2005

1 - Problématique

La dégradation des ressources naturelles au Sénégal s'est accélérée pendant et après les sécheresses des dernières décennies. Ces sécheresses, relativement prononcées, ont conduit à la baisse du régime hydrique de nombreux cours d'eau.

Ainsi, dans la zone du Delta du Saloum caractérisée par la présence de nombreux bras de mer, l'hydrographie du Sine et du Saloum s'est dégradée. En raison de la pente assez faible du relief, on assiste en saison sèche, à une importante remontée de la langue salée. Par ailleurs, les eaux de pluie concentrées sur quelques mois seulement s'écoulent très rapidement vers la mer, conduisant à un déficit d'infiltration. Il en résulte une baisse du niveau de la nappe phréatique qui favorise l'intrusion saline. Par suite de l'évaporation de l'eau du sol, le sel remonte par capillarité et vient s'ajouter à la langue salée et aux bras de mer pour contribuer à la salinisation de nombreux sols cultivés en particulier ceux des bas-fonds.

Quels impacts la salinisation des sols et le déficit hydrique peuvent-ils avoir sur les activités agricoles, les écosystèmes et sur les relations des populations avec leur environnement ? En fait, la salinisation des sols et le déficit hydrique affectant la nappe phréatique rendent l'eau impropre à la consommation. Elle conduit également à l'augmentation de la pression osmotique de l'eau du sol et la plupart des espèces végétales ne peuvent y extraire l'eau nécessaire à leur métabolisme. Les sols affectés par cette salinité et le déficit hydrique sont abandonnés par les agriculteurs et comme le phénomène s'étend progressivement, l'espace cultivable se réduit, alors que la demande pastorale et les besoins en terres agricoles ne cessent de s'accroître, aggravant ainsi la dégradation des ressources naturelles.

La plupart des espèces végétales ne pouvant supporter une salinité élevée du sol, on assiste à un appauvrissement progressif du couvert végétal, tant en espèces qu'en individus (perte de la biodiversité). La perte des espèces végétales conduit à une modification des habitats naturels et à la rupture de certaines chaînes alimentaires, ce qui peut conduire à la disparition d'espèces animales. Les écosystèmes peuvent subir des restrictions d'autant plus accentuées que les pressions anthropiques ne cessent de croître.

Dans le Delta du Saloum, ces problèmes sont accentués par la pratique de la monoculture arachidière. Cette série de problèmes condamne certaines populations à une pauvreté soutenue et une destruction progressive des ressources naturelles.

C'est dans ce système complexe de la zone du Delta du Saloum que certaines structures comme la CARITAS diocésaine de Kaolack (structure d'entraide et d'appui au développement) est intervenue.

Leur choix dans la maîtrise de l'eau et la lutte contre la salinité par la mise en place des micro- ouvrages hydrauliques a contribué à l'amélioration de la production agricole à travers la récupération des terres salées.

Cependant, ces micro-ouvrages ont eu des conséquences significatives sur le sol, la végétation, surtout sa composante herbacée. Après plusieurs années d'intervention dans la zone, il nous a paru nécessaire de procéder, dans le cadre de nos recherches à l'évaluation des modifications dues aux aménagements intervenus dans la vallée de Senghor.

2. Objectifs

L'objectif global de cette étude est d'évaluer les impacts majeurs de la mise en place des micro-ouvrages hydrauliques sur l'environnement écologique et humain.

Cet objectif global laisse envisager quatre objectifs spécifiques :

- ✓ caractériser les impacts sur le milieu écologique
- ✓ évaluer les impacts sur l'environnement humain (aspects socio-économiques) ;
- ✓ analyser les stratégies développées par les populations ;
- ✓ identifier les bons indicateurs des changements écologiques et socio-économiques.

CHAPITRE I : APPROCHE METHODOLOGIQUE

Pour répondre aux objectifs de cette étude, et comprendre l'état actuel de la situation de la vallée de Senghor, nous avons défini une démarche méthodologique dont les étapes sont rappelées ci-dessous:

1.1- La revue documentaire

Elle nous a permis de recenser un certain nombre de travaux déjà réalisés dans la zone ou ailleurs et susceptibles d'apporter une contribution à notre étude. Cette démarche nous a donné l'opportunité de visiter de nombreux centres de documentation. Elle a été effectuée pendant toute la durée de l'étude dans les bibliothèques et centres de documentation suivants: ISE, BCU, IRD, IFAN, DEEC, ISRA, MHR, DGPRE, ainsi qu'au travers d'internet..., ce qui nous a permis d'avoir une idée de ce qui est fait et de ce qui reste à faire sur notre thème général d'étude.

1.2 - Prospection de terrain

Trois séjours successifs ont été effectués dans la zone d'étude.

Le premier avait pour objectif de prendre contact avec les responsables locaux : Présidents de communautés rurales, Chefs de villages, populations de la zone concernée, d'identifier les différentes organisations villageoises et les personnes ressources dans le domaine de l'irrigation et de l'agriculture.

Une analyse partielle de contenu a été effectuée avec une mise en relief des perceptions et conceptions des populations. Cela nous a permis au cours des autres séjours d'utiliser certains outils de collecte de données. Les outils utilisés sur le terrain sont décrits dans les développements qui suivent.

1.3 - Collecte des données de terrain

1.3.1 - Les entretiens individuels et collectifs sous forme d'interviews semi-structurées à l'aide des guides d'entretien

Ces entretiens ont été utilisés aussi bien auprès des populations locales que des responsables des structures visitées. L'objectif visé ici était essentiellement d'avoir des informations approfondies auprès des acteurs directement concernés pour ce qui est de l'identification des problèmes environnementaux, et de voir les mesures initiées pour les gérer.

Ces entretiens ont donc permis de mieux cerner les réalités locales (physiques, sociales, culturelles, écologiques...)

L'option est donc qualitative, en ce sens qu'il ne s'agissait pas de mesurer ou d'estimer l'état de dégradation des ressources naturelles, mais plutôt de recueillir des données permettant d'avoir une vision assez large des problèmes environnementaux liés au barrage.

1.3.2 - Les enquêtes de terrain

Les enquêtes sont menées dans l'optique de mieux saisir la réalité des effets de la mise en place du micro-barrage de la vallée de Senghor sur le milieu physique, les activités socio-économiques et les populations. La perception des populations demeure une approche intéressante en ce sens que la seule analyse quantitative reste insuffisante et ne permet pas de rendre compte de tous les effets du micro-barrage sur l'environnement et les activités. Elles permettent donc de voir comment les modifications actuelles de la vallée s'inscrivent dans l'histoire des populations environnantes. Ces enquêtes ont été menées sur la base d'un échantillon raisonné de 140 personnes réparties dans 7 villages riverains de la vallée soit 20 personnes par village. C'est la technique d'enquête par sondage aléatoire simple qui est employée. Un questionnaire est également administré aux personnes âgées d'au moins 50 ans car ces dernières sont susceptibles de vivre à la fois la période pluvieuse des années 1960 à 1970 et l'actuelle période caractérisée par le déficit pluviométrique. C'est ainsi que nous avons obtenu une moyenne d'âge de cinquante quatre ans sur les personnes interrogées.

1.3.3 - Les focus group

Il s'agit des discussions avec des groupes spécialisés dans un domaine d'activité (agriculteurs, éleveurs, tradipraticiens...) qui nous ont aidées à saisir les réalités spécifiques et la perception de chaque groupe sur les micro-ouvrages hydrauliques.

1.3.4 - L'observation directe

Elle nous a permis de connaître les espèces menacées d'extinction si aucune mesure n'est prise pour corriger les nouvelles conditions écologiques, mais aussi de constater les insuffisances et le manque de suivi de ces micro-barrages.

1.4 - Méthodes d'analyse de la flore et des facteurs écologiques

1.4.1 - Etude de la flore

Un inventaire floristique (liste floristique) a été réalisé au début de ce travail. Des échantillons d'espèces ont été récoltés, et quelques-uns ont été déposés à l'herbier du département de Biologie Végétale de la Faculté des Sciences et Techniques de l'UCAD pour identification.

Pour l'analyse de la végétation, la technique du transect qui consiste à analyser, le long d'une ligne graduée en mètre, la végétation en partant d'une rive à l'autre et de façon perpendiculaire au cours d'eau a été utilisée.

Les transects ont été effectués sur le terrain au mois de mars et au mois d'août. Le choix de ces deux mois se justifie par le fait que le premier indique la saison sèche et le second la saison hivernale. Cela nous a permis de comprendre la dynamique de la végétation par rapport au facteur eau.

Le niveau de l'eau et sa profondeur a été notée. Les lieux d'exécution des transects ont été choisis au hasard dans la zone, en cherchant la diversité des espèces végétales le long du profil. C'est la raison pour laquelle on a travaillé à partir d'un azimut perpendiculaire aux différents faciès.

Nous avons veillé à étendre les observations sur l'ensemble de la vallée. Pour le repérage des transects, les coordonnées géographiques de leurs points ont été prises à l'aide d'un GPS afin de pouvoir suivre l'évolution de la végétation dans l'avenir. Cependant, le transect, en permettant de visualiser la séquence de la végétation, donne une idée de l'influence des facteurs écologiques.

Ainsi, pour chacun des transects, nous avons noté les espèces présentes, leur abondance-dominance selon l'échelle classique de Braun-Blanquet, la distance par rapport à la rive de la vallée et la profondeur de l'eau.

En partant de la partie aval de la vallée à partir du pont Wango, nous avons installé des transects progressant vers l'amont. Par ailleurs nous avons installé un premier transect à 10 m en aval du micro-barrage anti-sel. Ce transect nous sert de témoin. Un second transect est également installé à 10 m en amont du micro-barrage, puis tous les 200 m en progressant vers l'amont de l'ouvrage.

Les données obtenues ont été traitées de deux manières :

- ✓ la première méthode, classique, est basée sur les transects, et a consisté à représenter un transect de telle sorte que l'on puisse voir facilement l'importance de chacune des espèces individuellement (abondance-dominance), ainsi que leur localisation sur le transect.
- ✓ la deuxième méthode a permis de quantifier l'importance de chacune des espèces à l'aide de l'indice d'importance relative. Cet indice est calculé à partir de la formule proposée par Hamel et Bhéreur (1982) :

$$IRp = \sum (QM_p \times L_{nm}) \times 100 / L_i, \text{ où :}$$

IRp : représente l'indice d'importance relative d'une espèce p sur un transect donné ;

QM_p : représente l'indice de quantité moyenne tel que le définit Mullenders et rapportait par Vanden Berghen (1973) à savoir, la fraction moyenne exprimée en pourcent, de la surface recouverte par une espèce représentée dans le transect et à laquelle on a donc attribué un coefficient d'abondance de +, 1, 2, 3, 4,5.

L_{nm} : représente une section du transect sur laquelle l'abondance-dominance est égale à QM_p.

L_i : représente la longueur totale du transect.

L'échelle proposée par Mullenders est la suivante :

Tableau 1 : Echelle des quantités moyennes de Mullenders rapportée par Vandhen Berghen (1982)

Echelle des coefficients de quantité	Recouvrement en (%)	Echelle des quantités moyennes correspondantes
5	75 à 100	0,875
4	50 à 75	0,625
3	25 à 50	0,375
2	5 à 25	0,150
1	< 5	0,025
+	Recouvrement faible	0,002

L'individualisation des groupements végétaux a été guidée par le critère d'abondance-dominance. L'espèce qui a le plus grand coefficient d'abondance-dominance est caractéristique du groupement.

Cette méthode a été utilisée avec satisfaction par Sarr (1996) dans une étude des macrophytes du lac de Guiers.

1.5 - L'analyse de quelques paramètres de l'eau

L'analyse de l'eau, élément essentiel dans la compréhension de la répartition de la végétation a été réalisée avec un salinomètre de type CAT. NO.181 Model SHC61.

Les valeurs obtenues oscillent entre 1‰ et 4‰ en octobre 2008, ce qui reste faible.

Cependant, la hauteur d'eau au moment de la mesure dépassait 165 cm. Cela est liée à la forte pluviométrie enregistrée cette année dans la zone et qui a contribué à une forte dilution de l'eau. La période choisie ne semble donc pas propice pour des mesures de salinité.

Comme on peut se rendre compte, l'analyse de certains paramètres pédologiques importants dans l'étude d'impacts des barrages n'a pas été faite et pourrait amener un complément d'information utile.

1.6 - Supports cartographiques et images satellitaires utilisées

La particularité du thème de recherche, a justifié un exercice de spatialisation de la zone d'étude.

Aussi, ce travail s'est appuyé sur le traitement et l'interprétation de l'imagerie satellitaire (images SPOT) pour mieux cerner la dynamique de la végétation. L'imagerie spatiale est privilégiée car sa résolution spectrale nous permet d'acquérir des informations de qualité supérieure à celle obtenue par la photographie aérienne.

Dans un premier temps, nous avons cherché à identifier les scènes appropriées pour la zone d'étude, couverte par l'imagerie SPOT1 de 1990 et SPOT5 2005. Ensuite, la démarche adoptée pour le traitement de ces données s'est fondée sur les étapes suivantes :

- ✓ choix des images satellitaires disponibles ou à acquérir. Aussi, deux images ont été retenues, une image de référence datant de 1990 et une deuxième image test acquise en 2005. Le choix des deux années se justifie par le fait que le micro-barrage en question a été mis en place en 1999-2000.
- ✓ le choix des images est suivi du pré-traitement des images retenues afin d'éliminer les distorsions géométriques et d'améliorer leur qualité.
- ✓ la phase de numérisation et de traitement cartographique des grandes unités homogènes sous Envi, Arcview, Arc Gis et la phase de vectorisation des classes obtenues nous ont permis de nous familiariser avec les outils de SIG.

Par ailleurs, toutes les unités cartographiées et digitalisées ont fait l'objet d'une vérification sur le terrain pour une confirmation.

Toutefois, ce travail malgré les choix méthodologiques opérés et les résultats obtenus s'est heurté à des difficultés parmi lesquelles :

- ✓ l'insuffisance des données de la situation de départ c'est-à-dire avant la mise en place du micro-barrage.
- ✓ la prudence des populations concernant certaines informations fournies notamment celles relatives à leurs revenus et à la disparition des espèces.
- ✓ difficultés matérielle de faire des analyses exhaustives des paramètres pédologiques.
- ✓ difficultés pour nous d'accéder à des zones d'eau profonde.

CHAPITRE II : CONTEXTE BIOPHYSIQUE ET HUMAIN DE LA VALLEE DE SENGHOR ET DES COMMUNAUTES RURALES DRAINEES

2.1 - Cadre physique

L'évolution du milieu physique au travers de l'analyse des différents paramètres climatiques et des caractéristiques géologiques, topographiques, pédologiques et phytogéographiques fortement marquées dans la zone joue un rôle déterminant dans le processus de salinisation des terres et de péjoration des ressources naturelles.

Dans ce sous chapitre on traitera des trait physiques du milieu (climat) et de son impact sur les ressources en eau et les activités agricoles.

2.1.1 - Localisation de la vallée de Senghor

La vallée de Senghor est située à 6 kilomètres au Sud de la commune de Sokone en bordure de la Nationale 5 (16° 13' – 16° 25' W et 13° 51' - 13° 43' N). (Fig. 1) Elle est à cheval entre la communauté rurale de Toubacouta et celle de Nioro Alassane Tall. Ces deux communautés rurales couvrent une superficie de 672 Km² avec une population de 56471 habitants selon le recensement 2001 de la RGPH publié en 2006. La population est composée par ordre d'importance de Wolofs, Bambaras, Socés, Sérères, Diolas et Peuls.

L'Islam est la religion majoritaire. Cependant, il existe quelques chrétiens chez les Diolas et les Sérères.

Administrativement la zone d'étude relève de l'Arrondissement de Toubacouta situé au Sud-Est du département de Foundiougne dans la région de Fatick (fig. 1).

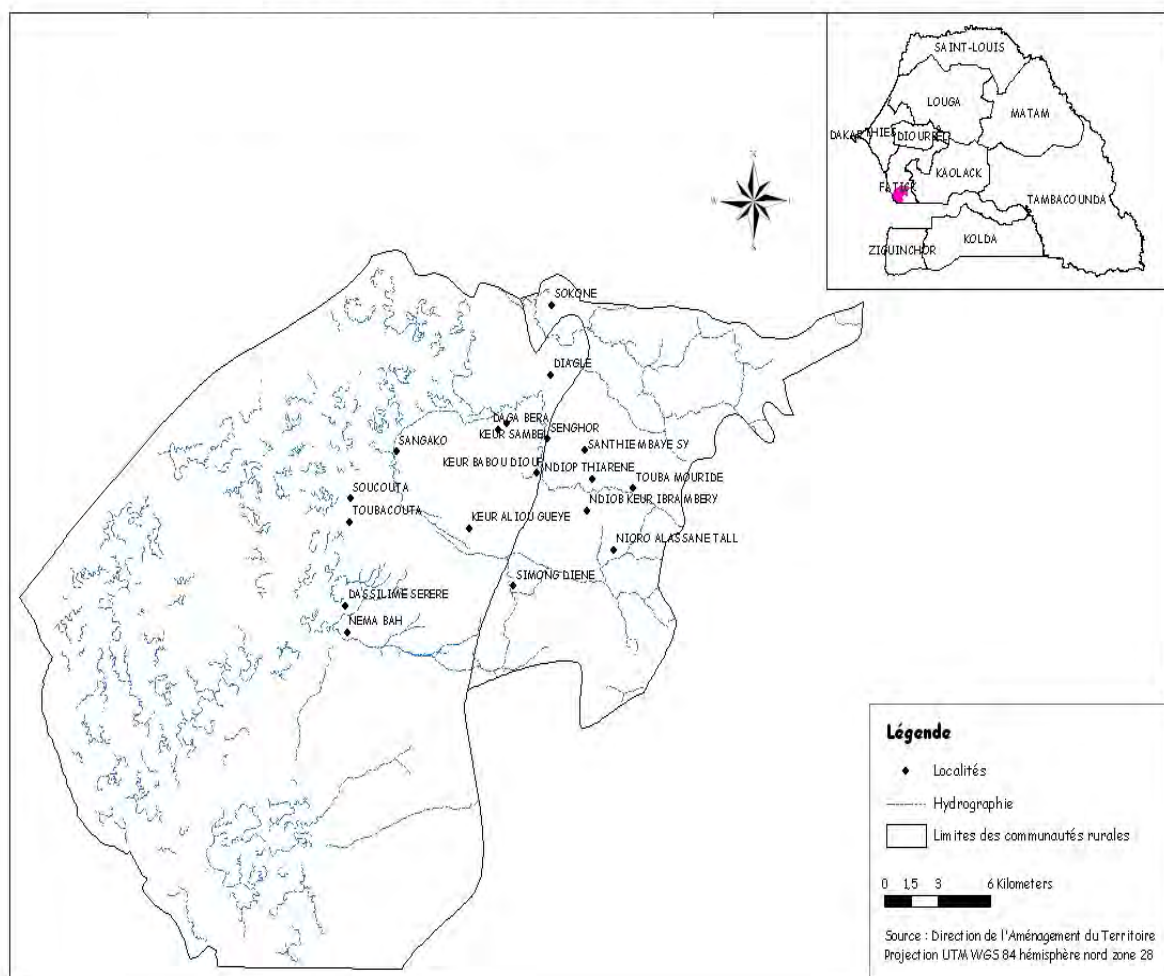


Figure 1 : Localisation des communautés rurales de Toubacouta et Nioro Alassane Tall

La zone est faite d'un relief plat dans son ensemble avec quelques dépressions notées au niveau des vallées, et d'importantes ressources en eau notamment avec les eaux de surface (marigots, vallées) et les eaux souterraines.

En somme, et au regard des importantes ressources en sols et en eaux, l'agriculture demeure la principale activité économique des collectivités locales.

2.1.2 - La topographie

Le Delta du Saloum se caractérise par une platitude d'ensemble de son relief. Les altitudes ne dépassent pas 54 m (Fig. 2). Il s'agit d'un modèle de bas-plateaux, au pied desquels on a des plaines alluviales.

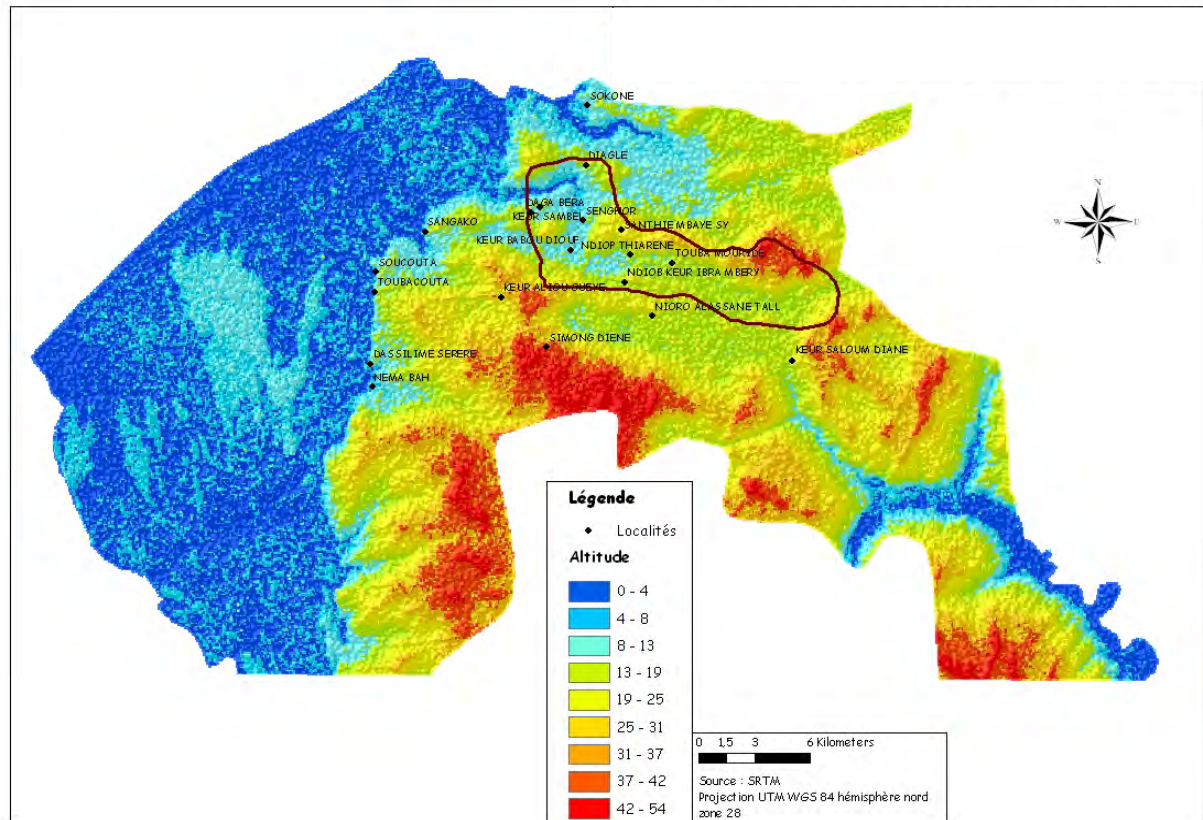


Figure 2 : Modèle Numérique de Terrain de Toubacouta, Nioro Alassane Tall et Keur Saloum Diané

Le MNT élaboré à partir des données SRTM met en évidence deux grands ensembles :

- ✓ la zone estuarienne caractérisée par la présence de la mangrove représentée en bleu, altitude faible (0 – 4 m) ;
- ✓ la terre ferme (bas plateau à altitudes plus importantes, larges plaines de faibles altitudes).

Ainsi, mise à part la partie avale, située entre le barrage et le village de Daga Berra un peu large et creuse (0-4 m) et constituant la cuvette du barrage en place, la vallée de Senghor, étirée est pratiquement encaissante de Daga Berra à Touba Mouride (4-8 m) d'une longueur d'environ 15 km.

2.1.3 - Le Bassin versant de la vallée de Senghor

Le bassin versant de la vallée de Senghor a été délimité à l'aide des courbes de niveaux. La connaissance de ses caractéristiques du bassin versant permet de mieux appréhender la situation du terrain.

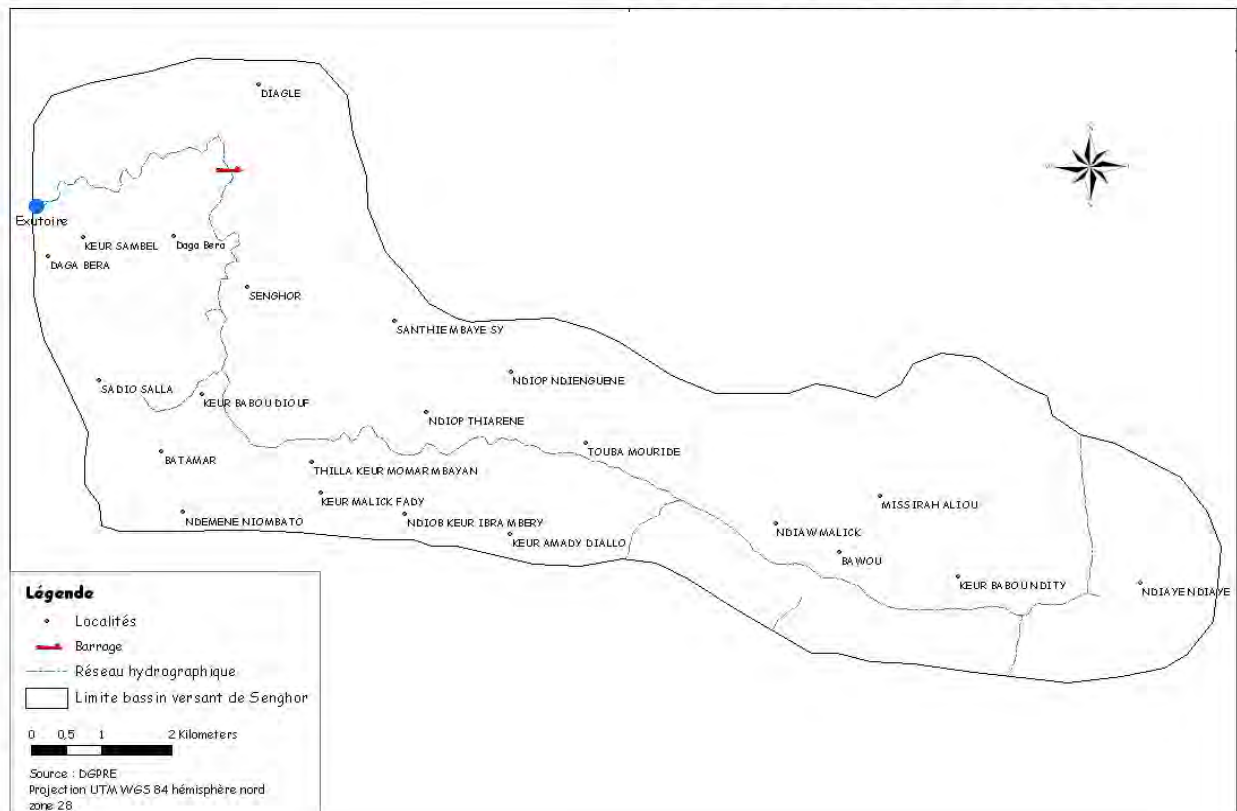


Figure 3 : Le bassin versant de la vallée de Senghor

2.1.3.1 - Les caractéristiques physiques du bassin versant de la vallée de Senghor

Le bassin versant est caractérisé par ses dimensions et celles de ses cours d'eau qui sont le périmètre, la longueur du cours d'eau principal, de ses affluents et sa superficie.

Les résultats obtenus à partir des calculs de dimensions du bassin versant de l'équipe de génie civil qui a procédé à l'étude d'aménagement de la vallée de Senghor (Lô et Wade, 1998) sont indiqués au tableau 2.

Tableau 2 : Dimensions du bassin versant de la vallée de Senghor

Périmètre (km)	Superficie (km ²)	Longueur du cours d'eau principal (km)	Longueur totale du réseau hydrographique (km)
62,1	141,7	16,2	19,45

Source : Lô et Wade, 1998

Par ailleurs, les résultats que nous avons obtenus à partir des dimensions du bassin versant sur Arc Gis sont différents de ceux de l'équipe de génie civil. Les détails de ces calculs sont mentionnés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Dimensions du bassin versant de la vallée de Senghor

Périmètre (km)	Superficie (km ²)	Longueur du cours d'eau principal (km)	Longueur totale du réseau hydrographique (km)
64,8	147,6	18.1	27,9

2.1.3.1.1- Calcul de l'indice de forme du bassin versant de la vallée de Senghor

Les caractéristiques de forme permettent de déterminer la configuration géométrique du bassin versant qui a un effet sur le ruissellement de surface. Comme indiqué, elles renseignent sur la forme du bassin versant. En effet plus le bassin est compact, plus les distances à parcourir pour arriver à l'exutoire sont réduites et plus l'augmentation du débit est rapide au niveau de l'exutoire.

Il existe plusieurs formules de détermination de cet indice.

2.1.3.1.2 - Indice de compacité de Graveluis (1914)

Cet indice admis par les hydrologues sert à caractériser la forme d'un bassin versant. Il est obtenu à partir du rapport du périmètre du bassin et de celui d'un cercle de même surface.

Le coefficient est proche de 1 pour un bassin de forme quasiment circulaire et > 1 lorsque le bassin est de forme allongée.

$$K_g = P / (2 \times \Pi^{0,5} \times A^{0,5})$$

$$K_g = 0,28 \times P/A^{0,5}$$

$$K_g = 1,50$$

A: Aire du bassin versant (147,6 km²);

P : Périmètre du bassin versant (64,8 km) ;

K_g est > 1 , le bassin est allongé.

Ecoulement pas rapide $K_g > 1$

2.1.3.1.3 - Indice de compacité de Horton (1932)

Il est exprimé par le rapport de la longueur moyenne du bassin versant à la longueur du cours d'eau principal.

$$K_h = A / L^2$$

$$K_h = 0,45$$

K_h : Indice de compacité de Horton ;

A : Aire du bassin versant (km²);

L : Longueur du cours d'eau principal (18,1 km) ;

K_h étant faible ($K_h < 1$), on peut dire que le bassin n'est pas compact et que le ruissellement des eaux vers l'exutoire n'est pas rapide.

2.1.3.1.4 - Indice de compacité de Muller (1953)

Il permet de comparer l'aire d'un bassin versant à celle d'un cercle de même périmètre.

$$K_m = 4 \times \pi \times A / P^2$$

$$K_m = 0,44$$

P: Périmètre du bassin versant (km) ;

A : Aire du bassin versant (km²) ;

K_m : Indice de compacité de Muller ; il est d'autant plus petit que le bassin versant est allongé (K_m = 1 pour un cercle).

2.1.3.1.5 - L'allongement moyen de Caquot

Il compare le plus long parcours au côté d'un carré ayant la même surface.

$$A_l = L / A^{0,5}$$

$$A_l = 1,48$$

L : Longueur du cours d'eau principal (km) ;

A : Aire du bassin versant (km²) ;

Les indices de compacité et l'allongement moyen de Caquot nous amènent à conclure que le bassin de Senghor est allongé et que l'écoulement vers l'exutoire n'est pas rapide.

2.1.3.1.6 - Densité de drainage

Elle est définie comme étant la longueur totale des cours d'eau par unité de surface du bassin versant (Lô et Wade, 1998). Il dépend essentiellement de la géologie et des caractéristiques topographiques du bassin versant. Elle est donnée par la formule suivante :

$$DD = \sum L / A$$

DD : Densité de Drainage (km / km²) ;

A : Aire du bassin versant (km²) ;

$\sum L$: longueur totale des cours d'eau (km) ;

$$DD = 0,18 \text{ km} / \text{km}^2$$

Cette faible densité de drainage montre que le bassin versant n'est pas très bien drainé.

2.1.4 - L'analyse des paramètres climatiques

Le climat est l'un des éléments le plus déterminant sur les ressources naturelles. Dans le Delta du Saloum. Il est caractérisé par une alternance de deux saisons : une saison des pluies de courte durée

- (juin – octobre) et une saison sèche plus longue (novembre – mai) et peut présenter de fortes variations selon les périodes. Ces variations ont des impacts sur les ressources en eau, avec par exemple une influence de l'évaporation sur les eaux disponibles et sur la teneur en sel des sols. Cela engendre des impacts sur les activités agricoles. Car celles-ci reposent sur la disponibilité des terres de culture mais également sur un climat favorable, notamment une pluviométrie suffisante et bien répartie pour amener les cultures à maturité.

De type soudano-sahélien à soudanien (Marius, 1977 ; 1984), le climat du Delta du Saloum constitue ainsi un complexe de variables interdépendantes. Une légère modification d'une de ses variables déclenche souvent à travers un ensemble de mécanismes de régulation, de larges changements sur et dans la plupart des autres variables (Bazzaz et Sombroek, 1995).

2.1.4.1 - L'insolation

La figure 4 représente l'évolution moyenne de l'insolation mensuelle de l'année dans l'intervalle 1955-2006. Cette figure montre que les périodes d'ensoleillement maximum se situent de février à mai.

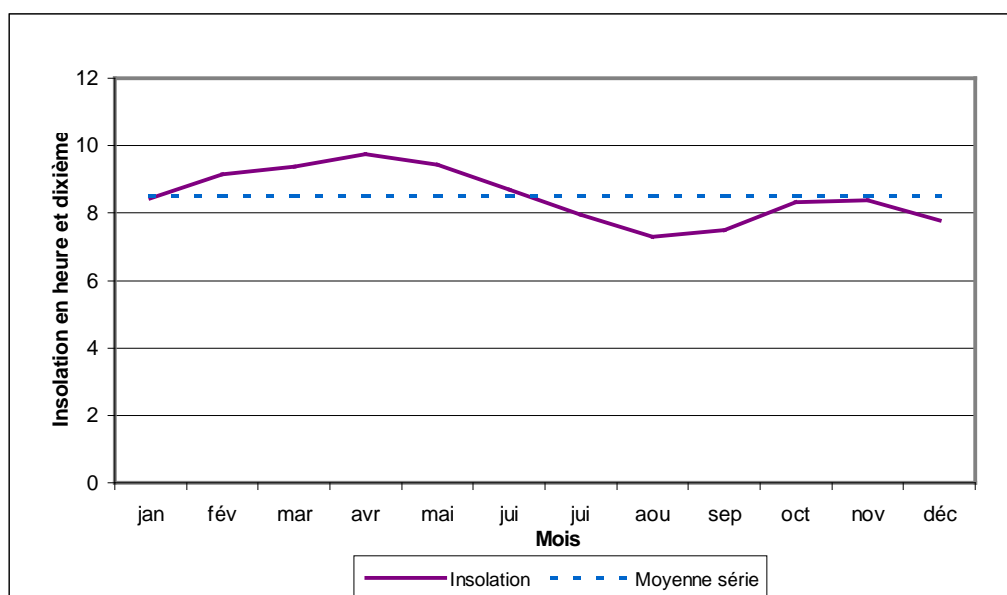


Figure 4 : Insolation moyenne mensuelle en heure de la station de Kaolack
(1955 - 2006)

Le mois d'avril présente toutefois la valeur la plus élevée de l'insolation avec en moyenne, d'un peu plus de 9 heures par jour. L'ensoleillement est minimal en saison des pluies, de juin à septembre.

La plus faible valeur du rayonnement solaire est atteinte en août (7 heures), du fait du fort recouvrement nuageux. Le second minimum est observé en décembre-janvier à cause des perturbations d'origine extra tropicale qui interviennent souvent durant cette période. La hausse de l'ensoleillement observée en octobre-novembre est imputable à la baisse notoire des précipitations. Cette période correspond de façon globale à la fin de la saison des pluies dans le Delta du Saloum.

Ces périodes de variation moyenne mensuelle de l'insolation dans le Delta du Saloum correspondent approximativement à l'évolution moyenne mensuelle de la température que nous aurons à examiner. C'est là une preuve de la dépendance des conditions atmosphériques vis-à-vis du rayonnement solaire.

L'insolation explique les températures dont l'augmentation induit des conséquences sur les ressources en eau et les activités agricoles.

2.1.4.2 - Les températures

L'évolution des températures de la station de Kaolack est également dépendante de l'intervention des deux principales saisons. Les températures les plus élevées sont observées en saison sèche tandis que les plus faibles le sont en hivernage.

Les variations des températures maximales indiquent que la période de février à mai est la plus chaude avec un maximum en avril (40°C). Les autres mois n'enregistrent pas moins de 36,8°C. En effet, les mois de février, mars et mai enregistrent respectivement 36,8°C ; 38,9°C ; 39,5°C (Fig. 5).

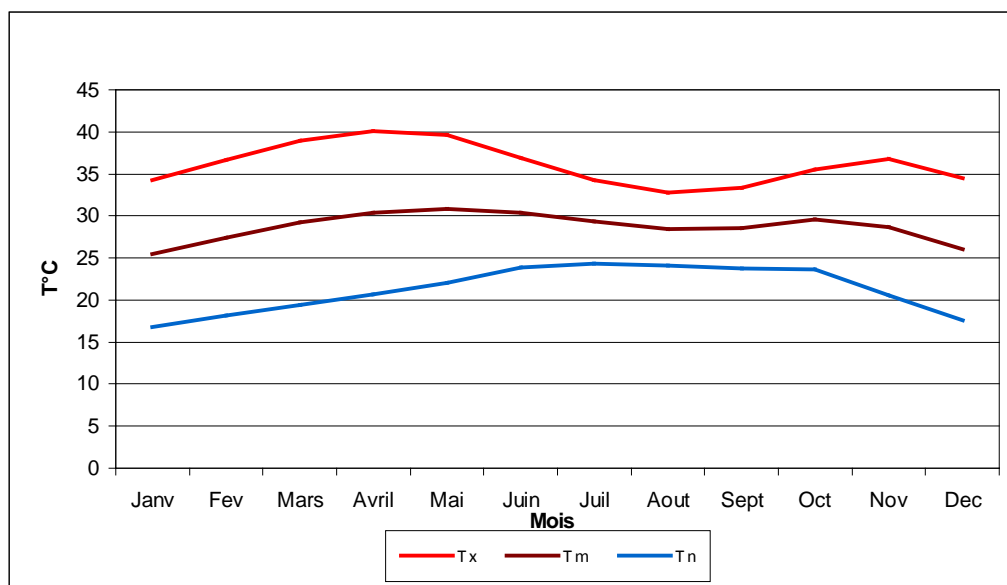


Figure 5 : Température moyenne mensuelle à Kaolack (1951 à 2006)

A partir du mois de juin (36,8°C), les températures diminuent progressivement pour atteindre les valeurs les plus faibles en juillet (34,2°C), août (32,8°C) et septembre (33,3°C). Cette période enregistre les plus faibles valeurs thermiques de la station. Le mois d'octobre marque une nouvelle étape de hausse des températures maximales, hausse de 35,5°C due certainement à la fin de la saison des pluies. Cette nouvelle augmentation introduit un second maximum thermique en novembre avec une température maximale moyenne de 36,7°C. L'augmentation des températures maximales durant cette période est suivie d'une autre baisse en décembre (34,4°C) et en janvier (34,3°C).

Les températures minimales, quant à elles varient dans un sens pratiquement contraire à celui des températures maximales.

Le maximum thermique minimal intervient en juillet (24,3°C). Les mois de mars, avril, mai, juin enregistrent aussi des valeurs élevées avec respectivement 19,4°C ; 20,6°C ; 22,5°C ; 23,8°C. La période de la saison des pluies connaît aussi des températures minimales relativement fortes avec 24,1°C en août et 23,7°C en septembre. En outre et contrairement aux températures maximales, les températures minimales diminuent d'octobre (23,6°C) avec les plus faibles valeurs enregistrées (16,7°C).

Les températures moyennes mensuelles suivent les variations des températures maximales. C'est ainsi qu'on retrouve le maximum des températures moyennes en mai (30,8°C) tandis qu'un second maximum est observé en octobre (29,6°C). Les plus faibles valeurs sont observées en janvier (25,5°C). La saison des pluies, quant à elle, se caractérise par une baisse notoire des conditions thermiques.

L'augmentation des températures entraîne une réduction des volumes d'eau disponibles par augmentation de l'évaporation et engendre des impacts sur certaines activités agricoles.

2.1.4.3 - Les vents

La zone est caractérisée par trois types de vents :

- ✓ l'alizé maritime relativement frais, de direction NNW, balaie la côte avec une vitesse 2,5m/s en moyenne. Son pouvoir hygrométrique est faible ;
- ✓ l'alizé continental ou Harmattan, chaud et sec, souffle en saison sèche (janvier- juin). Sa vitesse est supérieure à 3 m/s en moyenne avec une direction NNE. Son long parcours continental explique sa charge poussiéreuse. Son pouvoir hygrométrique est quasi nul ;
- ✓ la mousson qui, après un long parcours océanique, arrive sur le continent avec une humidité de l'air élevée et une direction SW. Elle apporte le potentiel précipitable. Elle souffle de juin à octobre avec une vitesse inférieure à 2 m/s en moyenne (Fig. 6).

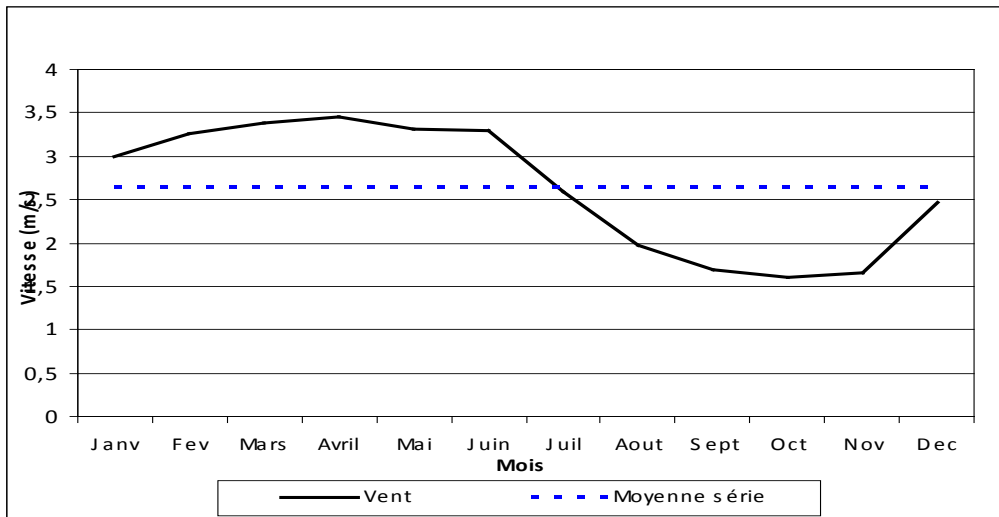


Figure 6 : Evolution intermensuelle de la vitesse du vent à Kaolack (1951-2006)

Ainsi, la variabilité de l'évolution de la vitesse mensuelle du vent à Kaolack est très élevée. De janvier en avril, on observe une augmentation croissante de la vitesse qui passe de 3 à 3,43 m/s. La situation en mai et juin est peu variable et enregistre de légères baisses par rapport à la hausse précédente. La baisse significative observée de juillet à octobre correspond à un minimum mensuel de 1,6 m/s. Une hausse est de nouveau observée en novembre et ce, jusqu'en avril.

Les vitesses mensuelles de la station sont faibles. La moyenne annuelle y est de 2,63 m/s. La différence des vitesses moyennes des deux principales saisons n'est pas élevée. La moyenne est de 2,92 m/s en saison sèche et 2,22 m/s en hivernage soit une différence de 0,7 m/s.

Une légère tendance à la baisse est constatée dans l'évolution de la vitesse annuelle du vent à Kaolack (Fig. 7).

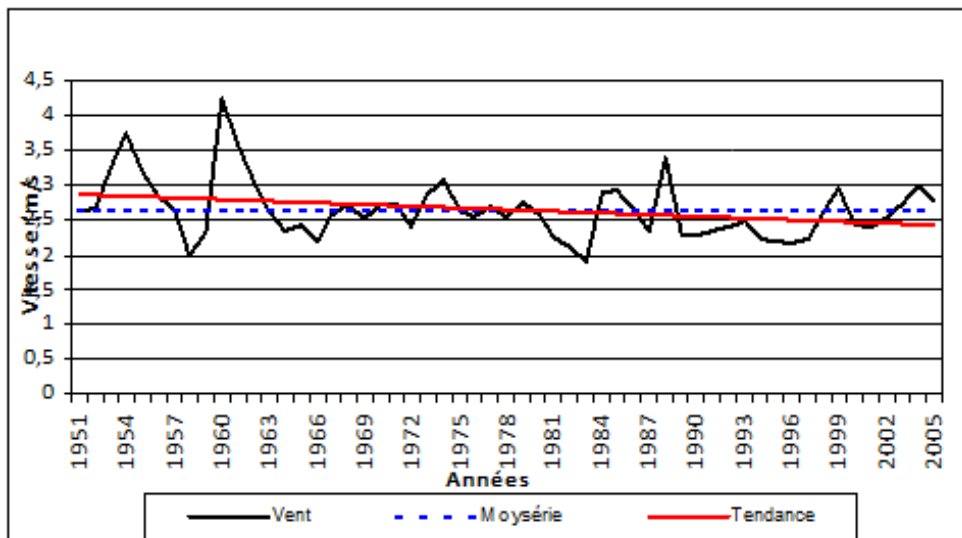


Figure 7 : Evolution interannuelle de la vitesse du vent à Kaolack (1951-2006)

Cette baisse est peu significative avec 9,9 % de la variance exprimée par la tendance. La vitesse moyenne annuelle est faible au cours de la période 1951- 2005 avec 2,63 m/s. La vitesse la plus élevée a été mesurée en 1960 avec 4,24 m/s et la plus faible en 1983 avec 1,9 m/s. La variabilité interannuelle est très élevée avec une évolution en dents de scie, et une alternance d'années de hausse et de baisse. On a également noté que les hausses les plus importantes sont observées durant la période humide de 1951 à 1960 ; la période sèche (1977 à 2005) étant quant à elle marquée par une baisse de la vitesse du vent.

Cependant, les vents ont des impacts sur les ressources en eau et les activités agricoles. C'est le cas de l'harmattan qui a une forte influence sur l'évaporation avec pour conséquences une augmentation de la teneur en sel sur l'eau et le sol.

2.1.4.4 - La pluviométrie

Les seules stations présentes dans la zone d'étude sont celles de Sokone et de Toubacouta, distantes respectivement de 6 et 14 kilomètres de la vallée de Senghor. Compte tenu de la plus grande proximité de la station de Sokone, notre choix et l'analyse ont porté sur cette station.

La station de Sokone localisée dans le domaine sahélo-soudanien à soudanien est caractérisée par une irrégularité des précipitations. La saison des pluies dure environ cinq mois (juin – octobre) au regard de la normale 1963 – 2006 (43 ans). Les changements climatiques affectant le Sahel, décrits par plusieurs auteurs, sont encore perceptibles dans le Delta du Saloum.

Le flux de la mousson, qui apporte les précipitations arrive avec un léger retard comparativement aux régions sud.

Les premières précipitations sont généralement enregistrées à partir du mois de juin. L'installation progressive de la mousson sur tout le territoire sénégalais s'accompagne d'une hausse des précipitations. L'analyse des données recueillies à Sokone met en exergue la variabilité intrasaisonnière des précipitations. (Fig. 8).

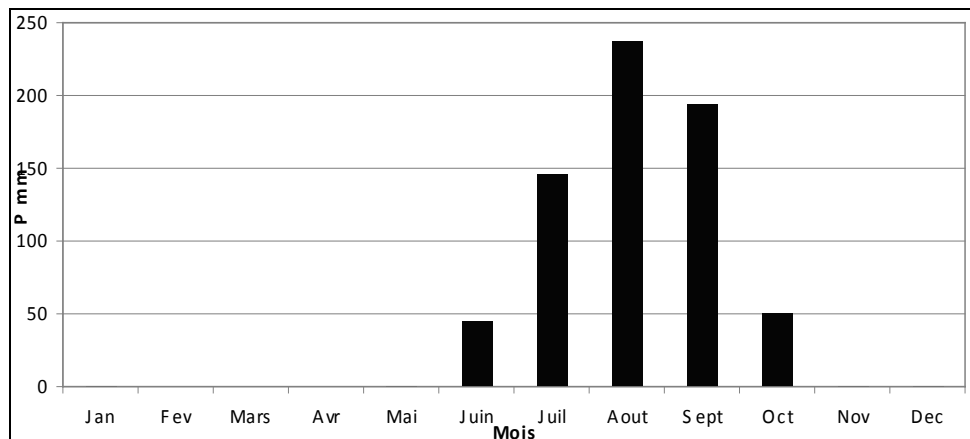


Figure 8 : Evolution intermensuelle de la pluviométrie (1963-2006)

La figure 7 fournit une représentation des valeurs du cumul suivant les différents mois: 48 mm en juin, 149 mm en juillet, soit une augmentation de 101 mm par rapport à juin ; 247 mm en août (mois le plus pluvieux) ; 198 mm enregistrés en septembre, soit une baisse de 49 mm comparativement à août. Le mois d'octobre a enregistré 50 mm.

Les mois de juillet, août et septembre totalisent à eux seuls 86% des précipitations. Signalons également que dans les régions sahélo-soudaniennes la pluviométrie subit une variation interannuelle.

L'analyse de la série pluviométrique du Delta du Saloum est en étroite relation avec la dégradation climatique. Celle-ci s'est traduite par des déficits importants qui ont fini de mettre en évidence la fragilité des ressources naturelles. Il en résulte des conséquences drastiques pour la satisfaction des besoins en eau des activités agricoles.

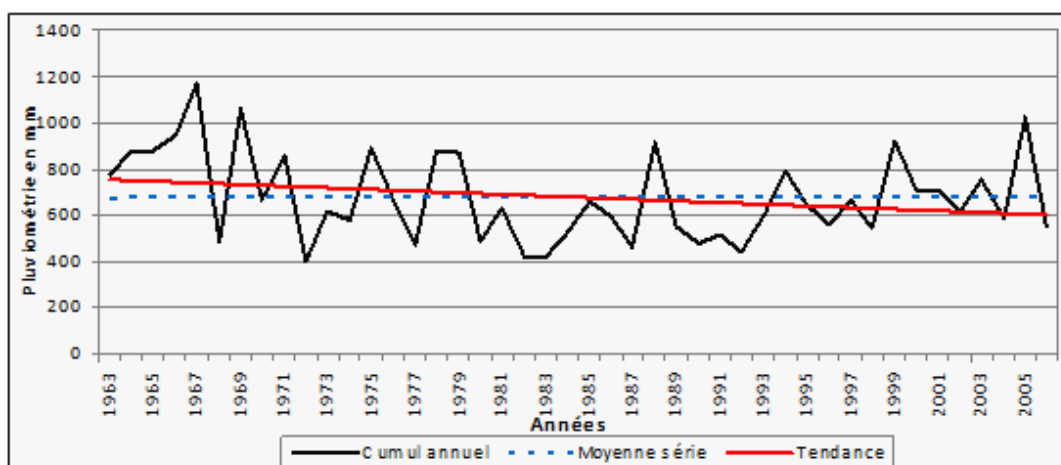


Figure 9 : Evolution interannuelle des précipitations à la station de Sokone (1963-2006)

L'analyse de la figure 8 permet de distinguer plusieurs séquences. La période 1963 à 1971, séquence humide enregistre des totaux pluviométriques largement supérieurs à la moyenne de la série établie à 678,63 mm. Cette même séquence entretient des contrastes de valeurs au cours des années 1968 (485,6 mm) et 1967 (1165,5 mm).

La variabilité des précipitations peut faire glisser les quantités de pluie du simple au double, par exemple l'écart passe de 195,87 mm en 1965 à 266,37 mm en 1966 et 486,87 mm en 1967 (Fig. 9). Cet écart tend ensuite à baisser jusqu'à atteindre une valeur négative de -193 mm en 1968 avec un cumul annuel bien en deçà de la moyenne de la série. Ainsi une rupture pluviométrique intervient en 1972. Elle peut être considérée comme l'amorce d'une période sèche même si une légère reprise de 600 mm est notée en 1973.

Les années 1970, 1980 et 1990 sont considérées globalement comme sèches avec des cumuls annuels largement inférieurs à la moyenne 1963 - 2006, excepté les années 1971, 1975, 1978, 1979, 1988, 1994, 1999, 2001, 2003 et 2005.

Cette séquence sèche est marquée par des valeurs extrêmement faibles. La dégradation des conditions climatiques s'est d'avantage accentuée durant la décennie 1980 où les années déficitaires se succèdent et s'intensifient.

Ainsi, 1972 demeure l'année la plus sèche avec 400 mm de pluies et un écart de 765,1 mm comparativement à l'année la plus humide de la série c'est-à-dire 1967 qui a enregistré 1165,5 mm.

L'analyse de la courbe de tendance permet de déceler les périodes d'abondance et de déficits pluviométriques qui jouent un rôle important dans l'évolution du bilan hydrique.

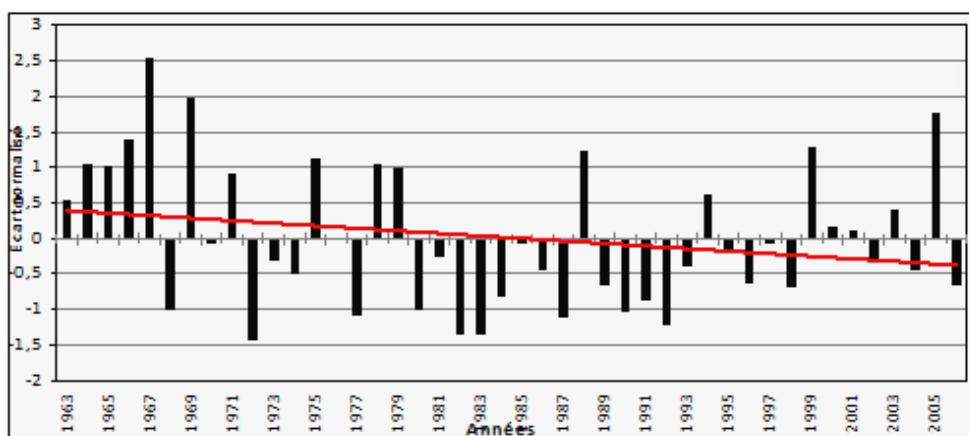


Figure 10 : Ecart à la moyenne de la pluviométrie annuelle à Sokone (1963-2006)

En effet, l'hétérogénéité de la variabilité pluviométrique dans le temps et dans l'espace influence fortement sur les productions agricoles d'une année à l'autre. La variabilité interannuelle et la mauvaise répartition des pluies et les aléas qui l'accompagnent, sont à la base de l'évolution en dents de scie des rendements agricoles et des superficies cultivées. Ces aléas peuvent être liés au retard de l'installation de la saison pluvieuse ou à l'arrêt prématuré des pluies.

L'hétérogénéité de la variabilité pluviométrique a connu un point de départ à partir de 1972. Cette année permet de distinguer une tendance à l'aridité de 1963 à 2006 avec une diminution quasi progressive de la pluviométrie (Fig. 10).

En effet, deux séquences dans l'évolution pluviométrique sont décelées. Une séquence humide bien au-dessus de la moyenne de la série, va de 1963 à 1976, même si nous y enregistrons des années sèches (1968, 1970, 1972, 1973 et 1974).

La deuxième séquence de 1977 à 2006 est plutôt sèche, puisque la courbe de tendance est en dessous de la moyenne de la série.

La réduction de la pluviométrie entraîne la dégradation de la végétation et favorise un ruissellement rapide, ce qui a pour conséquence une faible infiltration.

2.1.4.5 - L'évaporation

Les variations mensuelles de l'évaporation sont, dans une large mesure, liées à d'autres paramètres climatiques tels que la pluviométrie et de la température. C'est ainsi que les valeurs extrêmes de cet élément sont observées en saison sèche (Fig.11).

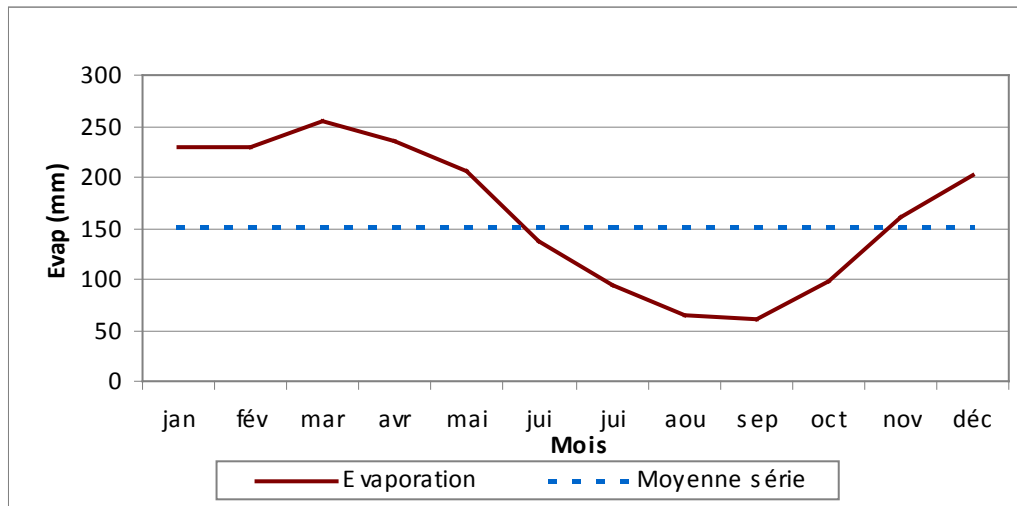


Figure 11 : Evaporation moyenne mensuelle et journalière en heures à la station de Kaolack (1951 – 2006)

L'examen de la figure 11 laisse apparaître les caractéristiques suivantes :

- ✓ les valeurs les plus importantes sont observées en saison sèche. C'est ainsi que le mois de mars atteint le record de l'évaporation mensuelle avec une moyenne de 254,26 mm. Entre janvier et mai, la région n'enregistre pas moins de 206,42 mm ;
- ✓ les plus faibles valeurs observées dans la région surviennent durant la saison des pluies. Les minima sont enregistrés au cœur de cette saison notamment en août et en septembre avec respectivement 65,01 mm et 60,80 mm. A partir du mois d'octobre, on observe une augmentation progressive des valeurs de l'évaporation à Kaolack et ce, jusqu'en fin de saison sèche.

Les variations des maxima et des minima de l'évaporation indiquent de façon générale que les valeurs puissent passer du simple en saison pluvieuse au triple voir plus en saison sèche.

Cette situation témoigne de la forte variabilité de ce paramètre d'une saison à l'autre. Cependant, les variations sont faibles entre les mois d'une même saison. Cela traduit par conséquent une évolution régulière du paramètre étudié.

Les variations mensuelles et saisonnières de l'évaporation ainsi notées sont dépendantes de certains facteurs locaux dont le rôle est déterminant dans la hausse des valeurs de ce paramètre. Parmi ces facteurs on peut retenir la température et l'harmattan, vent chaud et sec qui contribuent de façon évidente à accentuer les valeurs de l'évaporation en saison sèche. Cela a pour conséquences une réduction notable des quantités d'eau disponibles et un ralentissement des activités agricoles surtout maraîchères.

En saison pluvieuse par contre, la faiblesse des valeurs de l'évaporation résulte de la présence de la couverture végétale et nuageuse et partant des précipitations qui atténuent l'activité du rayonnement solaire et maintiennent l'atmosphère dans un état hygrométrique proche de la saturation (Sané, 2003).

Conclusion

Les températures et la pluviométrie du Delta du Saloum, ont connu des variations interannuelles jugées importantes. Ces variations sont à mettre dans le registre de la variabilité climatique intéressant outre la pluviométrie et les températures, les régimes de la circulation atmosphérique et d'autres paramètres comme l'insolation et l'évaporation.

Cependant, la courbe de tendance de la série pluviométrique montre que le climat de la région se caractérise au cours des vingt dernières années par une forte irrégularité des précipitations (irrégularité de la répartition interannuelle, mensuelle et spatiale) et un raccourcissement de la saison pluvieuse (début tardif et fin précoce).

Ainsi la période postérieure à la mise en eau de la vallée de Senghor, qui correspond aux années (2000 à 2006) est marquée par ce déficit pluviométrique avec des quantités de précipitations annuelles inférieures à la moyenne de la série (678 mm). Ce phénomène aura des conséquences sur les écoulements de surface et souterrains. Cependant, lorsque l'écoulement souterrain est faible ou négligeable, l'eau de mer peut emprunter les circuits antérieurement occupés par les eaux douces souterraines ce qui provoque la salinisation des sols et de la nappe.

Compte tenu de l'importance de l'eau, ce phénomène peut influencer négativement sur le processus de désalinisation, objectif premier du projet d'aménagement de la vallée de Senghor.

Le climat de la région se caractérise aussi par une forte augmentation de l'évaporation surtout en période sèche (janvier en mai) d'où les importantes pertes de quantités d'eau durant cette période. Ces eaux évaporées constituent une part considérable des volumes initiaux en saison sèche alors que pendant cette saison les réservoirs d'eau sont partiellement vidés.

Tout cela nous amène à dire que la pluviométrie et l'évaporation restent les paramètres climatiques dont les variations sont les plus perceptibles sur les écosystèmes et les activités agricoles. En outre, le calcul des indices de forme du bassin versant et de la densité de drainage ont montré que la vallée est mal drainée. L'écoulement vers l'exutoire est lent.

Il reste donc important pour une bonne réussite des projets d'aménagement agricole de procéder une étude minutieuse des paramètres climatiques.

2.1.5 - Les ressources en sol et en eau

2.1.5.1 - Les ressources en sol

Les types de sol de la zone sont directement liés aux facteurs géomorphologiques et climatiques. D'une manière générale, six unités de sols ont été définies dans la vallée (Malou, 2002).

2.1.5.1.1 - Unité des sols halomorphes potentiellement sulfatés acides

Les sols halomorphes potentiellement sulfatés acides occupent les formations arbustives de la partie aval de la vallée à végétation abondante de *Tamarix senegalensis*, indicatrice de salinité de cet environnement ainsi que toute la partie ennoyée et engorgée de la basse vallée. Ce sont des sols peu profonds, modérément alcalins ($\text{pH} = 7,89$ à $8,6$) et salés à très salés (conductivité électrique, $\text{CE} = 1,25$ à $2,24 \text{ ms/cm}$).

Etant donné, leur engorgement, leur forte salinité et vu l'importance des investissements à consentir, leur mise en valeur agricole ne peut être envisagée à court terme. Cependant, des activités piscicoles peuvent être développées dans le lac du barrage où survit une importante population de poissons.

2.1.5.1.2 - Unité des sols halomorphes sulfatés acides

Les sols halomorphes sulfatés acides correspondent à la bande exondée du lit qui entoure le plan d'eau. La végétation est constituée de savane herbacée, arbustive et arborée. La structure du sol est poudreuse en surface du fait de la désintégration de l'argile par l'acidité. La nappe se situe entre 70 à 80 cm de profondeur. Elle est salée et acide. Ces sols ne font l'objet d'aucune exploitation agricole à cause de leur salinité ($CE = 0,97$ à $1,37$ ms/cm) acidité ($pH = 6,86$ à $4,98$) et la destruction de la surface du sol. Mais, ils sont cependant récupérables par lessivage et reboisement avec les espèces halolérantes pour la création de pâturages ou la riziculture.

2.1.5.1.3 - Unité des sols halomorphes para sulfatés acides

Les sols halomorphes para sulfatés occupent dans la partie aval de la vallée le bas de pente, du talus de raccordement au plateau et le bas-fond inondable de la moyenne vallée. La nappe située vers 1m de profondeur est très peu salée ($CE = 0,250$ ms/cm) et modérément acides ($pH = 5,5$). La végétation est constituée d'un tapis herbacé court et d'une bande éparse de palmiers à huile (*Elaeis guineensis*).

Ces sols très peu salés ($CE = 0,19$ à $0,106$ ms/cm) et faiblement acides ($pH = 6,2$ à $5,7$) relativement riches en matières organiques (couleur noire des horizons superficiels et grise des horizons profonds), de bonne porosité texturale et de bonne capacité de rétention d'eau, possèdent des potentialités rizicoles intéressantes. Ils ont cependant perdu leur vocation maraîchère à cause des remontées par capillarité du biseau salé induisant une certaine salinité et acidité. Cependant, leur bon drainage les rend parfaitement récupérables par lessivage.

2.1.5.1.4 - Unité des sols hydromorphes

Les sols hydromorphes occupent le lit mineur et les terrasses inondables de la haute vallée. Il existe trois types :

- ✓ les sols hydromorphes d'apport alluvial tourbeux du lit mineur ;
- ✓ les sols hydromorphes d'apport alluvio-colluvial ferrugineux de la terrasse basse ;
- ✓ les sols hydromorphes d'apport colluvio-alluvial ferrugineux de la terrasse haute.

La nappe située entre 50 et 120 cm est modérément acide ($pH = 5,2$ à $6,2$) et légèrement salée à non salée ($CE = 1150$ à 69 μ s/cm). La végétation varie d'une pelouse verdâtre à quelques arbustes (dattiers).

Ces sols sont peu acides (pH = 6,74 à 5,88) et très peu salés (CE = 83 à 3 $\mu\text{s}/\text{cm}$). La richesse en matière organique, la capacité de rétention d'eau et la proximité de la nappe phréatique douce font que ces sols s'adaptent bien au maraîchage expliquant les nombreuses exploitations qui parsèment la vallée.

La pratique de la riziculture est également possible sur ces sols si les importants besoins en eau sont satisfaits par des aménagements.

2.1.5.1.5 - Unité des sols ferrugineux tropicaux à hydromorphie de profondeur

Ces sols sont actuellement utilisés comme champs de mil ou verger. Les potentialités agro forestières de ces sols sont leur profondeur, l'aération du profil, le bon drainage et la structure meuble facile à travailler. Cependant, une certaine salinité se manifeste en profondeur et la faible capacité de rétention en eau exige des apports importants d'eau complémentaire pour satisfaire les besoins des plantes.

Le maraîchage quelque peu pratiqué dans cette unité souffre de cette contrainte. Par conséquent, les activités agricoles devraient s'accompagner d'épandage en fumier pour augmenter la fertilité et la compacité de rétention en eau, d'un apport raisonné d'engrais chimique et de pratiques culturales appropriées (labour en courbes de niveau, reboisement) pour limiter l'érosion hydrique qui participe au comblement de la vallée.

2.1.5.1.6 - Unité des sols ferrugineux tropicaux non lessivés

Les sols ferrugineux tropicaux non lessivés occupent le sommet de la pente. L'abondance des termitières à la surface témoigne d'une forte activité biologique. Il n'existe pas de tapis herbacé mais quelques rares arbustes (*Guiera senegalensis* et *Khaya senegalensis*). Le drainage excessif de ces sols est l'un des facteurs qui explique la profondeur importante de la nappe située au-delà de 2 mètres. Il s'agit de sols non salés (CE = 11 à 15 $\mu\text{s}/\text{cm}$) et globalement neutre (pH = 6,96 à 6,61). Ils sont utilisés comme champs d'arachide, de maïs et comme vergers d'agrumes. Leurs potentialités sont la profondeur du sol, l'aération du profil et leur structure meuble. Les contraintes sont la pauvreté en matières organiques et la faible capacité de rétention d'eau.

Ces contraintes peuvent néanmoins être levées par des épandages de matières organiques (fumier, compost) qui permettent de fertiliser le sol et d'améliorer sa capacité de rétention d'eau et par la plantation des haies vives (*Anacardium occidentale*) afin de les protéger de

l'érosion éolienne et de limiter l'évaporation assez forte du fait de leur exposition à l'effet du vent en rapport avec leur situation en hauteur.

Les sols intermédiaires ou « Deck-Diors » ou encore ferrugineux tropicaux lessivés sont aussi présents dans la vallée. Ils sont meubles et d'une bonne texture d'où leur aptitude à toutes les cultures céréalières, maraîchères et à l'arboriculture fruitière.

Ces sols sont soumis à la salinisation ainsi qu'à l'érosion hydrique.

Tableau 4: Récapitulatif des différents sols des communautés rurales de Toubacouta et de Nioro Alassane Tall

Types de sols	Caractéristiques	Aptitudes agropastorales	Contraintes
Sols halomorphes potentiellement sulfatés	Faible profondeur	Aptitude agricole marginale, propice à la pisciculture	Forte salinité, alcalinité assez élevée
Sols halomorphes sulfatés acides	Structure poudreuse	Aptitude agricole très marginale	Forte salinité et faible acidité
Sols halomorphes para sulfatés acides	Riches en matières organiques, bonne porosité et rétention d'eau	Potentialités rizicoles intéressantes.	Faible salinité et acidité
Sols hydromorphes	Riches en matières organiques, bonne capacité de rétention d'eau	Aptes au maraîchage et à la riziculture	Faible salinité et d'acidité
Sols ferrugineux sols tropicaux non lessivés	Meubles, perméables, pauvres en matières organiques, aérés	Aptes à la culture de l'arachide, du mil.	Faible capacité de rétention d'eau
Sols ferrugineux tropicaux à hydromorphie de profondeur	Profond, structure meuble, aérés, bon drainage	Aptes à l'agroforesterie, culture du mil	Salinisation, faible capacité de rétention d'eau érosion hydrique
Sols intermédiaires	Bonne texture et meubles	Aptes à toutes les cultures céréalières, maraîchères et à l'arboriculture fruitière	Salinisation, érosion hydrique et éolienne, peu fertiles

Source : Malou, 2002

2.1.6 - Les ressources en eau

La zone de Toubacouta dispose d'importantes ressources en eau. Les eaux de surface de la zone sont alimentées par de petits cours d'eau en amont de l'estuaire et de petites cuvettes. Plusieurs rivières et vallées existent dont quelques-unes sont : le Djikoye, la Néma et Senghor. Ces rivières sont les rares cours d'eau permanents de la zone.

Toutefois, il existe d'autres points d'eau comme les marigots de Dassilamé Sérère, Sangako, Sokone, Tawa, Bill et Senghor Fall (2000).

La péjoration climatique qui a comme corollaire la forte diminution des apports d'eau douce a réduit énormément les débits de ces rivières et marigots.

Ainsi, l'existence des aquifères constitue les principales ressources en eau douce souterraine.

Il s'agit de deux nappes :

- ✓ la nappe du Continental Terminal ;
- ✓ la nappe du Maestrichtien.

Par ailleurs, les communautés rurales de Toubacouta et de Nioro Alassane Tall sont dotées de plusieurs infrastructures hydrauliques entre autres, trois forages et 276 puits dont 115 non fonctionnels (LDMG, 1985).

Cependant, la remontée de la langue salée à certains endroits constitue un déficit en eau pour l'approvisionnement des populations.

Les phénomènes de salinisation et d'assèchement des eaux ont provoqué la dégradation des terres de culture, ce qui accentue le déficit en terre de culture ; mais aussi l'insuffisance en eau d'irrigation et d'abreuvement pour les animaux pendant la saison sèche avec la disparition de certaines rivières et mares. La contamination des nappes superficielles par les eaux salées a été aussi constatée.

Ce qui fait que les ressources en eau sont menacées quantitativement (déficit) et qualitativement (salinisation) par l'accroissement des usages à tous les niveaux.

2.1.6 - Les formations végétales

Le réseau hydrographique, les facteurs climatiques et le relief jouent un rôle prépondérant dans la répartition des paysages végétaux du pays. Au plan phytogéographique, la zone d'étude est située entre les zones soudano-guinéenne et sahélo-soudanienne. C'est une zone par excellence de savanes avec différents types de formations végétales.

La végétation est présente sur deux grands types de milieux : les zones submersibles par les marées et les zones non submersibles.

La végétation des zones submersibles est formée par la mangrove et les prairies à halophytes (Marius, 1977).

2.1.6.1 - La mangrove

Cette formation végétale est caractéristique des estuaires et deltas des régions tropicales soumises à l'influence de la marée (Bâ, Sambou et *al.* 1999). Cinq espèces végétales réparties en deux familles constituent la végétation de cette zone estuarienne. La famille des *Rhizophoraceae* qui est représentée par trois espèces du genre *Rhizophora*. *Rhizophora racemosa* (environ 8 m) colonisent les sols argileux. *Rhizophora mangle*, de moindre taille, forme le peuplement les plus étendus ; *Rhizophora harrisonii* est plutôt rare.

Ces espèces du genre *Rhizophora* sont caractérisées par leurs racines échasses et leur mode de reproduction à l'aide de propagules dispersées par le courant. Elles s'implantent par la suite sur les substrats vaseux.

La famille des *Verbenaceae* n'est représentée que par une seule espèce, *Avicennia africana* ou palétuvier blanc. Cette espèce est caractérisée par des racines aériennes ou pneumatophores qui lui permettent d'absorber l'oxygène atmosphérique. En plus, elle rejette par les feuilles l'excès de sels absorbés au niveau des racines.

La famille des *Combretaceae*, moins abondante est représentée par *Laguncularia racemosa* et *Conocarpus erectus*.

2.1.6.2 - Les prairies à halophytes

Les prairies à halophytes sont connues sous le nom de « tannes herbeux » par opposition au « tannes vifs », étendues sursalées dépourvues de végétation. Sur les « tannes herbeux » poussent des espèces comme *Sesuvium portulacastrum*, *Philoxerus vermicularis*, *Paspalum vaginatum*, *Sporobolus virginicus*. Dans les mêmes zones on rencontre couramment aussi *Tamarix senegalensis*.

2.1.6.3 - La végétation des zones exondées

La végétation des zones exondées est composée généralement des savanes arbustives à boisées avec des espèces soudaniennes et guinéennes (Bâ, Sambou et *al.* 1999).

De beaux arbres tels que *Khaya senegalensis*, *Pterocarpus erinaceus*, *Parkia biglobosa*, en formation ouverte surplombent un tapis de grandes herbes. Dans les vallées apparaissent des peuplements homogènes de rôniers *Borassus aethiopum* et le palmier à huile *Elaeis guineensis*.

La strate herbacée est dominée par *Andropogon gayanus*, *Cenchrus biflorus*, *Pennisetum pedicellatum*.

Les strates buissonnante et arbustive abritent *Guiera senegalensis*, *Acacia macrostachya*, *Calotropis procera*, *Combretum paniculatum*, *Combretum micranthum*.

Pour la strate arborée, on note la présence de certaines espèces introduites comme *Anacardium occidentale*, *Azadirachta indica* et *Mangifera indica*.

Les parties les mieux conservées de la végétation se situent dans le domaine classé de Sangako, la forêt classée de Keur Sambel et le Parc National du Delta du Saloum qui intègre les anciennes forêts classées de Fathala et de Bétenty.

2.1.7 - Les ressources fauniques

Bien qu'étant une zone amodiée, le potentiel faunique y est faible. Les quelques espèces qui subsistent encore sont les hyènes tachetées (*Crocuta crocuta*), les phacochères (*Phacochoerus aethiopicus*), les chacals communs (*Canis aureus*), les singes rouges (*Erythrocebus patas*), lièvres à oreilles de lapin (*Lepus crawshayi*), les rats palmistes, (*Canis aureus*), les oiseaux.

Cependant, la zone est actuellement caractérisée par la disparition d'espèces comme les Hérons blancs.

Cette situation est occasionnée par la dégradation des habitats écologiques (végétation surtout), du fait de l'aridification, de la construction du micro-barrage qui limitent la migration des espèces aquatiques et contribuent à l'assèchement de la vallée. Par contre, la retenue d'eau sur une partie de la vallée a entraîné le retour de certaines espèces animalières, notamment les reptiles.

2.2 - Cadre humain

Les communautés rurales de Toubacouta et de Nioro Alassane Tall couvrent respectivement une superficie de 545 km² et 127 km² soit au total 672 km². La population est estimée d'après le recensement administratif (SRPS de Fatick) pour l'année 2006-2007 à 56 471 habitants avec 28 566 habitants pour Toubacouta et 27 908 habitants pour Nioro Assane Tall.

Selon le dernier recensement de 2001, la densité de la population des deux communautés rurales est d'environ 84 habitants/km² contre une moyenne nationale de 54 habitants/km² en 2006. Cette forte concentration humaine enregistrée dans les deux communautés rurales n'est pas uniquement le fait de l'accroissement naturel de la population. Elle est aussi alimentée ces dernières années par l'afflux de migrants venus des autres localités du pays. Ces migrants sont attirés par les terres agricoles avec le développement des vergers qui offrent des opportunités d'emploi mais aussi le développement du tourisme et du commerce frauduleux facilité par la proximité avec la Gambie. Cette situation montre la pression accrue que les populations exercent sur les terres dans un espace qui représente une petite portion (0,034%) du territoire national. Une telle pression a surtout pour conséquence des conflits fonciers entre autochtones et nouveaux arrivants.

Cependant, sur le plan de la composition ethnique on a :

- ✓ les Wolofs concentrés dans les villages de la communauté rurale de Nioro Alassane Tall où ils sont dominants.
 - ✓ les Socés, localisés le long du littoral sur l'axe Toubacouta Bettenty, sont majoritaires dans la communauté rurale de Toubacouta ;
 - ✓ les Sérères et les Bambaras se concentrent dans les villages au Nord de la communauté rurale de Toubacouta et dans certains villages de la communauté rurale de Nioro Assane Tall.
- Les autres ethnies présentes dans la localité sont les Diolas, les Peuls et autres.

La religion est à dominante musulmane, mais les catholiques sont rencontrés chez les Sérères et les Diolas.

2.2.1 - Le Statut des terres et leurs modes d'occupation

La loi sur le domaine national où sur la décentralisation n'est évoquée qu'au niveau du conseil rural. Dans les villages, les règles traditionnelles continuent à être opposées à l'application de la loi foncière. Le système traditionnel reste toujours en vigueur dans la plupart des cas. Cette situation est particulièrement défavorable aux femmes malgré le rôle important qu'elles jouent dans la production agricole. En outre, elles contribuent de manière significative à la résorption du déficit vivrier des ménages par la riziculture, la main-d'œuvre agricole et par les autres activités génératrices de revenus.

L'accès au foncier se fait par héritage, achat ou emprunt. Cependant, une bonne majorité des familles possèdent des terres même si c'est de manière très inégale.

Il faut signaler que la plupart des terres sont également occupées par des vergers privés dont l'affectation est issue de délibérations du conseil Rural.

2.2.2 - Les activités socio-économiques

Les populations de la localité drainées par la vallée pratiquent diverses activités (agriculture, commerce, arboriculture, élevage, pêche, etc.) dont le poids est précisé au tableau 5.

Tableau 5 : Répartition de la population selon les secteurs d'activité

Activités	Rapport (%)
Agriculture	83
Commerce	06
Arboriculture	01
Pêche	01
Elevage	01
Artisanat	01
Autres	07

Source : Malou 2002

Cependant, certaines de ces activités connaissent diverses formes (expansion ou recul) d'après les enquêtes (questionnaires) menées en 2008. C'est ainsi que les estimations obtenues auprès des populations sur la base d'enquête donnent 80% à l'agriculture soit une baisse de 3%.

Par contre, l'arboriculture estimée à 5% a enregistré une hausse de 4%. Les autres activités avec 5% ont connu un recul de 2%.

L'agriculture est de type familial, traditionnel avec des techniques non performantes. Cependant, il existe certaines tendances à la modernisation.

L'agriculture se pratique dans les plateaux (rotation annuelle culture de rente /céréales sur les pentes, arboriculture, dans les bas-fonds (où il existait une alternance riziculture et maraîchage). Par ailleurs, la riziculture n'est plus pratiquée à cause des conditions défavorables : faible fertilisation des sols et salinisation. La taille des parcelles familiales est variable.

Le maraîchage est une activité génératrice de revenus substantiels. Les populations de ces localités drainées par la vallée ont acquis une solide expérience auprès du centre de formation agricole de Babou Diouf géré par la CARITAS de Kaolack. Les spéculations pratiquées sont les oignons, les aubergines amères, les choux, la tomate et autres.

Pour l'arboriculture, les plantations sont les manguiers (*Mangifera indica*) et surtout les anacardiers (*Anacardium occidentale*) qui, selon les populations s'adaptent mieux aux conditions écologiques mais aussi sont plus rentables (10 000 à 15 000 F CFA par pied).

Cependant, cette agriculture est confrontée à des difficultés majeures :

- ✓ dégradation des terres occasionnée par la salinisation ;
- ✓ baisse sensible de la pluviométrie ;
- ✓ monoculture.

L'élevage est extensif. Les forêts classées de Sangako et de Keur Sambel représentent d'importantes zones de pâturage pour le bétail.

La pêche dominée par le mode artisanal est développée au niveau continental. L'artisanat se résume essentiellement à la sculpture d'œuvre d'art et de « Djembé ».

Conclusion

Les communautés rurales de Toubacouta et de Nioro Alassane Tall sont caractérisées par une importante croissance démographique. Celle-ci se traduit par une occupation humaine de plus en plus prégnante de l'espace. En effet, la densité de population dans les deux communautés rurales est passée de 78 hbts/km² en 1988 à 84 hbts/km² en 2001 (source DPS).

La forte concentration humaine enregistrée peut se justifier par le fait que la zone accueille de plus en plus de nouvelles familles venant des autres régions du pays. Celles-ci sont attirées par le développement d'activités génératrices de revenu (tourisme et arboriculture).

Cependant, certaines activités bien développées jadis connaissent aujourd'hui un recul ou un arrêt. Il s'agit surtout de la riziculture. Cet arrêt est lié à la variabilité climatique et à l'action anthropique. Par contre, d'autres activités comme l'arboriculture des espèces fruitières a connu une nette progression dans la zone surtout sur les plateaux.

CHAPITRE III: LA MISE EN EAU DE LA VALLEE DE SENGHOR

3.1 - Historique et objectifs

La vallée de Senghor fut le poumon agricole des populations riveraines qui y pratiquaient la riziculture, le maraîchage et même l'arboriculture.

Cependant, depuis les années 1980 une baisse de la production est constatée. Les populations riveraines, inquiètes du phénomène, ont cherché à en savoir les causes. Ainsi, en 1995 une rencontre de sensibilisation regroupant populations et membres de UGAN (Union des Groupements Associés du Niombato) s'est tenue au centre de formation agricole de Keur Babou Diouf et a abouti à la nécessité d'une mise en place d'un barrage anti-sel. Cette conclusion même adoptée, avait fini de diviser la population en deux camps.

Et la demande formulée et adressée dans le sens d'une adoption à la CARITAS de Kaolack en 1996 a permis à cette structure caritative de démarrer l'étude du projet d'aménagement de la vallée de Senghor.

C'est ainsi que l'étude de faisabilité a été confiée en 1998 aux stagiaires de l'Ecole Polytechnique de Thiès par la CARITAS.

L'objectif global du projet est l'amélioration des conditions de vie des populations et s'articule autour des objectifs spécifiques suivants :

- ✓ arrêt de la salinisation et la récupération des terres salées ;
- ✓ rétention de l'eau de ruissellement pour l'irrigation et l'abreuvement du bétail ;
- ✓ mise en valeur de 150 hectares ;
- ✓ restauration du capital de production ;
- ✓ amélioration de la circulation dans la zone surtout en hivernage.

En 1999, un financement est trouvé par la CARITAS avec le partenariat du Secours Catholique de France à concurrence de sept millions cinq cent mille francs (7500000 F CFA).

Au cours de la même année un comité d'organisation, de suivi et de maintenance des aménagements hydro-agricoles (COSMAH) est créé par la CARITAS et un protocole d'accord signé entre la CARITAS, l'UGAN et le COSMAH ; ce protocole définissant les rôles et responsabilités de chaque structure.

Tableau 6 : Partage des responsabilités par les différentes structures

	Responsabilités
CARITAS	Prise en charge de l'étude de faisabilité ; Sélection et choix de l'entrepreneur ; Mise à la disposition du COSMAH des matériaux et fournitures diverses pour la construction de la digue de retenue d'eau.
UGAN	Mobilisation et organisation des populations ; Relations entre les structures administratives.
COSMAH	Organisation et pointage des équipes de travail ; Gestion des stocks de matériel et matériaux de construction.

C'est ainsi qu'est alors né le projet de développement de la vallée de Senghor, projet de mise en valeur des terres de bas-fonds, et portant sur l'amélioration de la riziculture et le stockage des eaux de ruissellement pluviales, au travers de la réalisation d'ouvrages dits modernes. Deux types d'aménagements furent proposés afin d'atteindre les objectifs évoqués.

3.2- Les aménagements hydrauliques

A l'instar des autres aménagements réalisés, celui de la vallée de Senghor a répondu à la demande d'une bonne partie des populations riveraines qui, ont semble-t-il, ont vu la contamination de leurs terres rizicoles s'étendre par le fait des eaux salées du Diombos en passant par le bolong de Sangako.

Les études pédologiques et géotechniques menées par une équipe d'ingénieurs stagiaires en génie civil de l'école supérieure polytechnique de Thiès ont permis la mise en place d'un barrage anti-sel en amont du pont « Wongo » et une digue de retenue (pont-barrage) près du village de Senghor.

Deux solutions furent proposées pour le barrage anti-sel et la digue de retenue. Cependant, pour une question économique et de rentabilité, le choix porta sur :

- ✓ un barrage homogène¹ (pont-barrage) pour l'ouvrage de retenue ;
- ✓ un barrage homogène muni de conduites avec clapets anti retour pour l'ouvrage anti-sel ; ces conduites devant permettre l'arrivée de l'eau de mer pendant certaines périodes pour lutter contre l'acidification des terres.

Le barrage homogène retenu est caractérisé par sa bonne résistance mécanique du fait des diamètres des grains qui composent le matériau de construction.

¹ : Un barrage homogène est constitué d'une seule catégorie de matériaux. Il est muni en général d'un filtre de pied constitué d'un tapis de sable disposé au pied aval ou d'un filtre cheminé constitué d'une colonne de sable et tuyau d'évacuation.

Ce matériau qui n'est pas très compressible, peut avoir une perméabilité satisfaisante pour limiter les infiltrations dans la digue. La latérite trouvée sur le terrain a une perméabilité de 10^{-7} m/s, ce qui est acceptable pour un barrage homogène car à l'état compacté elle est de l'ordre de 10^{-9} m/s.

3.2.1- Le barrage anti-sel

Comme prévu, une digue déversante de deux cents mètres de longueur a été mise en place. Les conduites munies de clapets anti- retour sont placées à un mètre de hauteur (Wade et Lô, 1998). En effet, les investigations menées sur le terrain ont montré que la hauteur maximale de la mer au niveau du pont est de cent vingt centimètres. Ce qui fait que l'eau de mer pourra traverser à chaque fois que son niveau arrive à un mètre.

La digue est déversante² sur toute sa longueur, ainsi on a une faible lame d'eau.

Ainsi, pour un débit de $15 \text{ m}^3/\text{s}$, la lame d'eau est de :

$$Z_e = (Q/L \times C\sqrt{2 \times g})^{2/3} = 0,337 \text{ m}$$

Z_e : représente la lame d'eau,

Q : représente le débit à évacuer ($15 \text{ m}^3/\text{s}$).

C : représente le coefficient de débit du déversoir qui est fonction des caractéristiques du bassin versant (il est égale à 0,35).

g : représente la pesanteur ($9,8 \text{ m.s}^2$).

Un coursier en perré maçonné relie le pied de l'ouvrage. Il permet de canaliser l'écoulement de l'eau. Du fait de la faible lame d'eau, des enrochements pourront jouer le rôle de bassin de dissipation.

Le choix de son emplacement obéit à des critères techniques. L'ouvrage doit permettre de désenclaver le site à aménager et de le protéger contre d'éventuelles inondations. Le site de Wongo fut choisi. Cependant, aujourd'hui cet emplacement ne fait pas l'unanimité au sein des paysans.

D'aucuns estiment que l'ouvrage devrait être construit en aval du pont Wongo non seulement pour contenir les eaux salées à un niveau plus élevé ce qui aurait permis une récupération des terres des rizières de Diaglè.

² : Une digue déversante a une crête moins élevée et permet de faire déverser les crues par-dessus le barrage.



Planche 2 : Barrage anti- sel de Senghor et digue de retenue d'eau en octobre 2008

3.2.2- La digue de retenue

Les petits ouvrages de stockage et d'épandage des crues, petits barrages ou micro barrages, sont rarement destinés à arrêter toute l'eau qui s'écoule dans le bas fond. Les volumes ruisselés sont tels qu'une grosse partie de la crue doit être évacuée vers l'aval. La réalisation d'un évacuateur de crue est donc nécessaire pour que les ouvrages ne soient pas endommagés par submersion. Quel que soit le type de barrage choisi, l'évacuateur de crue est indispensable.

3.2.2.1- Le choix du type d'évacuateur pour la digue de retenue : pont barrage

Le choix résulte d'une étude complexe dans laquelle interviennent simultanément des facteurs déterminants comme les matériaux de construction disponibles, le type de barrage, la nature du sol et le coût de l'ouvrage et les caractéristiques de l'évacuateur comprenant le principe de fonctionnement, l'emplacement, la forme et la nature du seuil.

Ainsi quatre études comparatives ont été faites :

- ✓ un évacuateur central en béton ;
- ✓ un évacuateur collatéral ;
- ✓ une digue déversante ;
- ✓ une conduite d'évacuateur.

Cependant les contraintes de sécurité, d'économie et de mise en œuvre ont orienté le choix de l'organe d'évacuation des crues vers la solution de la digue déversante aussi bien pour la digue de retenue que pour le barrage anti-sel.

3.4 - La gestion des micro-ouvrages hydrauliques

Un des éléments majeurs de réussite des ouvrages est l'élaboration d'une stratégie de gestion adéquate. Ainsi, un comité d'organisation, de suivi et de maintenance des aménagements hydroagricoles, (COSMAH) a été mis en place en 1999. Les responsabilités de ce comité résident dans l'organisation et le pointage des équipes de travail, la gestion des stocks de matériel et matériaux de construction.

Ce comité était fonctionnel au moment des travaux puisque ses tâches se limitaient à l'organisation et à la supervision. La gestion et le suivi de l'ouvrage ne lui avaient pas été assignés. Il ne dispose d'aucun fonds de gestion, ni de la CARITAS, ni d'une quelconque contribution significative de la part des populations riveraines. De plus, le COSMAH ne dispose d'aucune expertise, ses membres n'ayant pas bénéficié de formation dans la gestion de ce type d'ouvrage.

Par ailleurs, des interrogations persistent sur l'efficacité du dessalement de la vallée à partir de l'ouvrage anti-sel. Les interrogations, notamment de la part des paysans, se fondent sur les faibles rendements des rizières, ce qui démotive du reste les populations dans la gestion des ouvrages implantés.

Aujourd'hui, le COSMAH n'existe que de nom. Les ouvrages ne bénéficient d'aucune gestion ni d'entretien. La planche 3 atteste du mauvais entretien et du manque de suivi des ouvrages.



Planche 3 : Etat du micro-ouvrage hydraulique de Senghor

Le développement local ne peut être envisagé sans maîtrise de l'eau. Cependant, cette dernière demeure complexe et nécessite la mobilisation de moyens aussi bien financiers qu'humains avec des personnes responsables et expérimentées dans la gestion des ouvrages.

Par ailleurs, les micro-barrages réalisés dans la vallée de Senghor n'ont connu aucun entretien sérieux ; les méthodes de gestion mises en œuvre n'assurant aucune garantie de durabilité. Il faudrait en réalité une réorganisation dans la gestion et des échanges mieux ciblés entre le bailleur et les populations riveraines de la vallée.

Conclusion

La maîtrise de l'eau constitue un élément important pour la sécurisation de la production agricole. C'est ainsi que dans le cadre de l'aménagement de la vallée de Senghor, la construction de micro-barrages est apparue comme une des solutions pour régler la question de l'eau et celle de la production agricole.

Cependant, les objectifs initiaux fixés par la réalisation des micro-barrages sont loin d'être encore atteints. La production agricole n'a pas fourni les résultats escomptés. En outre, les impacts négatifs (salinisation) persistent encore à cause d'un mauvais drainage de la vallée.

Les organisations locales sont peu dynamiques, découragées qu'elles sont par la longue attente de résultats bénéfiques et l'entretien des ouvrages fait défaut, faute de moyens matériel et financier.

Quelles solutions rectificatives apportées ? Quelle redynamisation des populations ? Ce sont là quelques questions pour lever les incertitudes des aménagements de la vallée de Senghor.

Chapitre IV : Résultats et discussion Analyse des transects

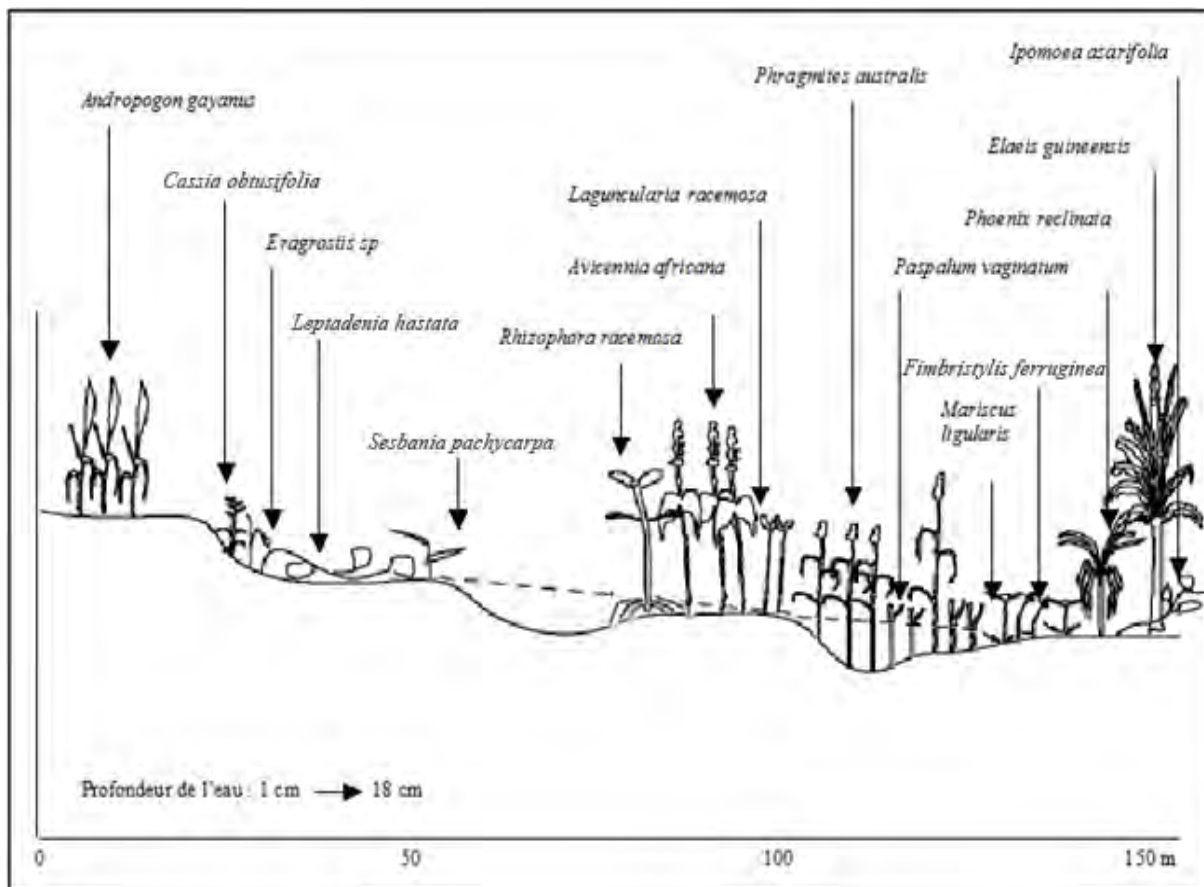
4.1 - Analyse des transects

Cette partie intègre la distribution spatiale des espèces végétales. L'étude s'est faite sur la base d'une série de transects situés pour la plupart dans la partie amont du micro barrage anti-sel et orientés dans la direction rive droite- rive gauche. Les points repères ont été pris à l'aide d'un GPS.

Leur analyse détaillée peut se faire selon le format ci-dessous :

Transect 1 : Profil de la végétation réalisé à 10 m en aval du barrage anti-sel de Senghor.

(Coordonnées géographiques : 13°50'14 E ; 16°22'34 W)



On a noté en mars la zonation suivante en partant des sols exondés vers les sols inondés.

Sols exondés :

- ✓ une zone de végétation à *Andropogon gayanus*,
- ✓ quelques individus de *Sesbania pachycarpa* et de *Cassia obtusifolia*,

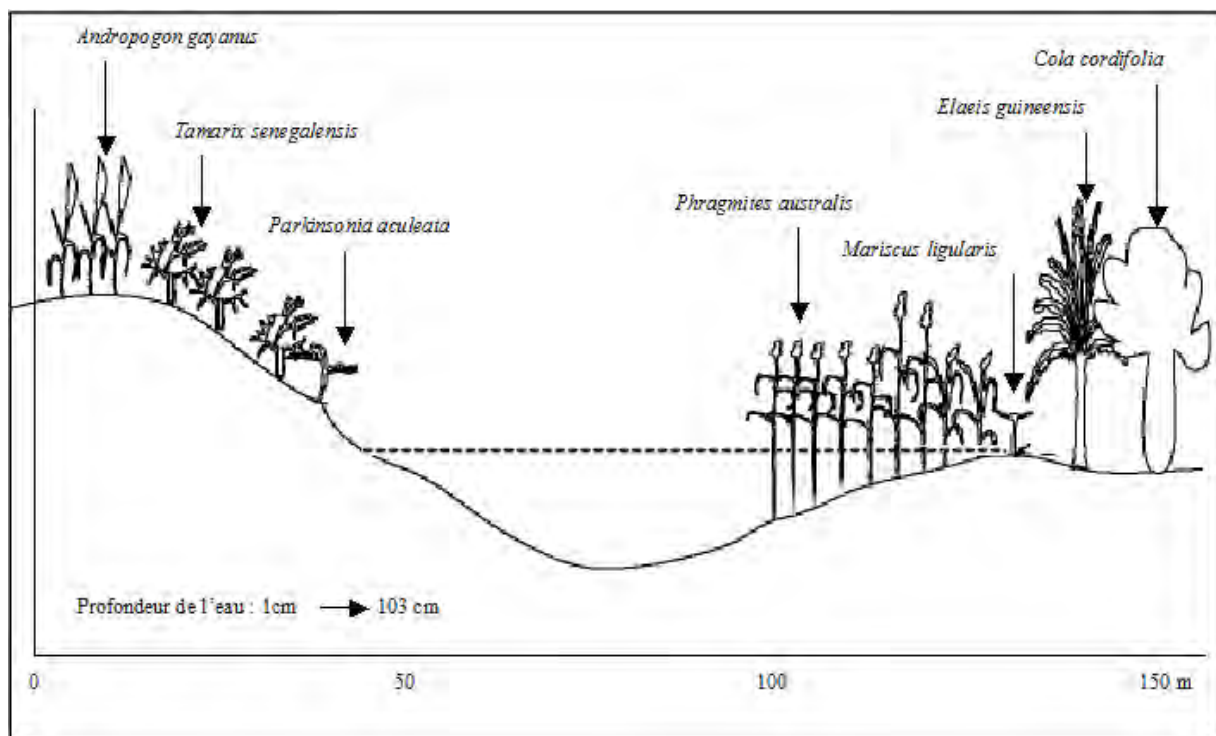
- ✓ un tapis discontinu de *Leptadenia hastata* et d'*Eragrostis sp*,
- ✓ quelques individus de *Tamarix senegalensis*.

Sols inondés :

- ✓ une zone de végétation à *Avicennia africana*,
- ✓ quelques individus de *Laguncularia racemosa*, de *Rhizophora racemosa*,
- ✓ une zone de végétation à *Fimbristylis feruginea* et de *Mariscus ligularis*,
- ✓ une zone de végétation à *Phragmites australis* et de *Paspalum vaginatum*,
- ✓ une zone de végétation à *Cyperus esculentus*,
- ✓ un tapis discontinu d'*Ipomoea asarifolia*,
- ✓ quelques individus de *Phœnix reclinata*, *Elaeis guineensis*.

Au mois d'août, seules les espèces de mangrove et d'autres ligneux comme *Elaeis guineensis*, *Phœnix reclinata* sont présents.

Transect 2 : Profil de la végétation réalisé à 14 m en amont du barrage anti-sel de Senghor.
(Coordonnées géographiques : 13°50"14 E ; 16°22"30 W)



Selon l'état du sol, on note la présence des espèces suivantes :

Sur Sol exondé

- ✓ *Andropogon gayanus*,
- ✓ *Tamarix senegalensis*,

- ✓ *Parkinsonia aculeata*,
- ✓ *Cola cordifolia*,
- ✓ *Elaeis guineensis*,

Sur Sol inondé :

- ✓ *Phragmites australis*,
- ✓ *Mariscus ligularis*.

Le 2 mars 2008 le site est inondé à une profondeur d'eau variable. La rive gauche est recouverte par un groupement de *Phragmites australis* à une hauteur d'eau oscillant entre 74 cm et 1 m. Derrière ce dernier groupement, on observe *Typha domingensis* en colonie irrégulière. Cependant, la limite entre ces deux groupements n'est pas nette.

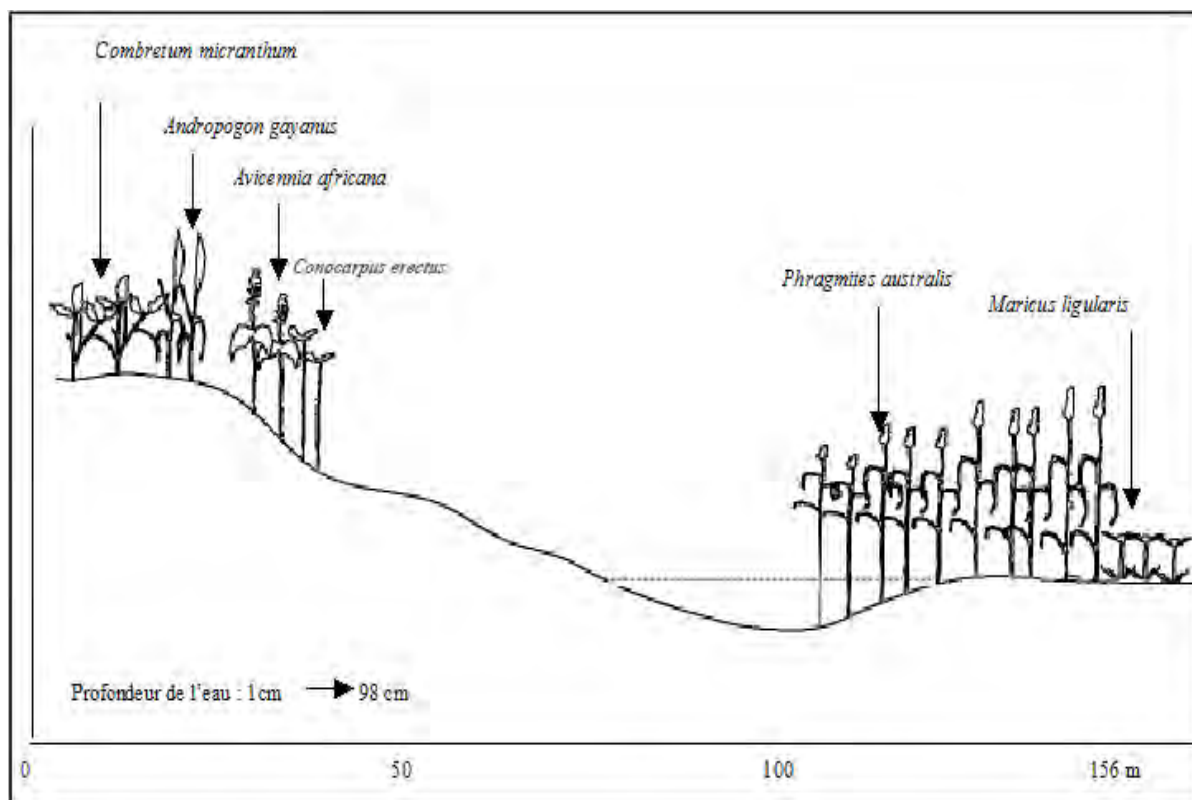
A la limite de l'eau, apparaissent quelques individus isolés de *Mariscus ligularis* et d'*Elaeis guineensis*.

La rive droite quant à elle est peuplée par un groupement d'*Andropogon gayanus* dans la partie exondée. *Tamarix senegalensis* et *Parkinsonia aculeata* ont été observées çà et là, à de faibles profondeurs d'eau.

Cinq mois après, c'est-à-dire le 12 août, la hauteur d'eau a augmenté, atteignant 123 cm. A cette hauteur d'eau le groupement de *Phragmites australis* perd sa densité et voit sa surface réduite. Il en est de même pour le groupement d'*Andropogon gayanus* qui a bouclé son cycle de vie.

Transect 3 : Profil de la végétation réalisé à 250 m en amont du barrage anti-sel de Senghor.

(Coordonnées géographiques : 13°50'10 E ; 16°22'36 W)



De la partie occidentale de la vallée à la partie orientale, on distingue la succession suivante :

- ✓ une zone de végétation à *Combretum micranthum* en terre faiblement humide,
- ✓ quelques individus de *Conocarpus erectus* et d'*Avicennia africana* à une hauteur d'eau faible,

Dans la partie centrale de la vallée gorgée d'eau aucune espèce n'est observée,

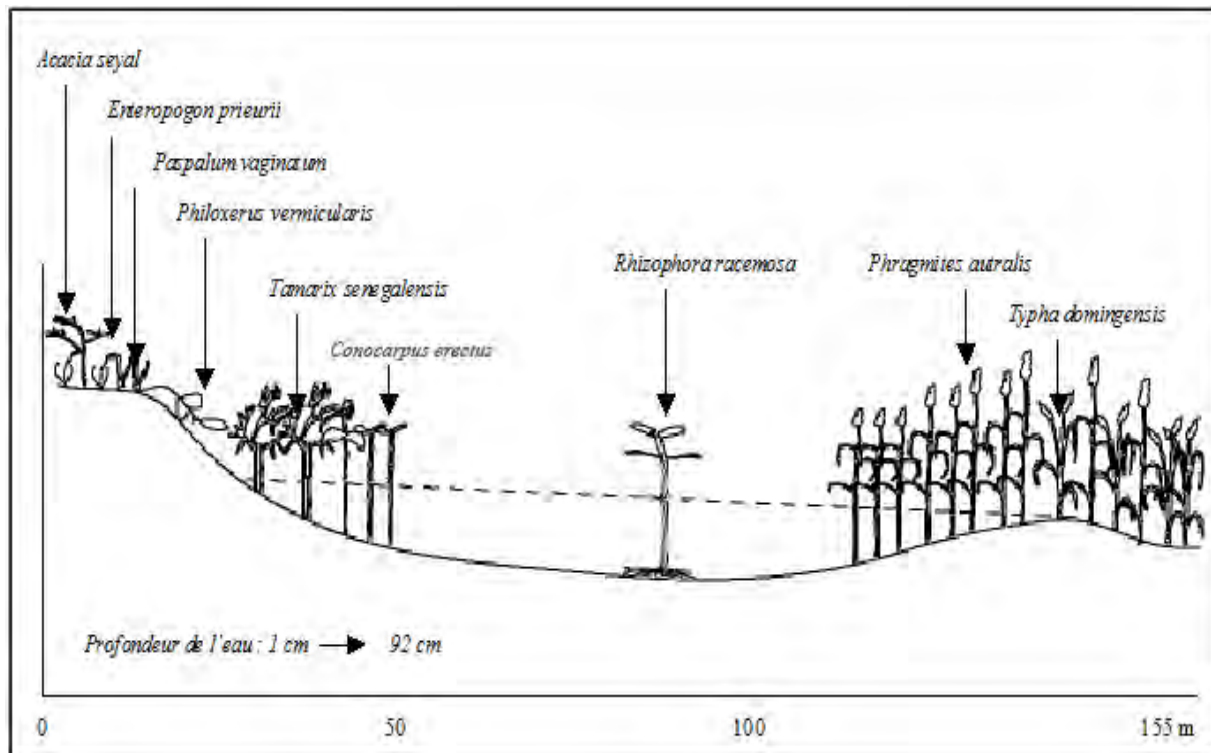
- ✓ une zone de végétation à *Phragmites australis* à des profondeurs importantes atteignant par endroit 74 cm ;
- ✓ une zone de végétation à *Mariscus ligularis* à une hauteur d'eau faible.

Trois espèces semblent être spécifiques à ce site. Il s'agit de *Conocarpus erectus*, *Avicennia africana* et *Phragmites australis*. Leur existence ici semble liée à des facteurs édaphiques particuliers et à une inondation prolongée. A part la zone à *Phragmites* qui est nette, les autres espèces se présentent plutôt sous formes de mosaïques, c'est-à-dire qu'elles forment des îlots ou des plages de végétation d'étendues variables.

Par ailleurs, en août ces espèces subissent des modifications liées à la réduction de sa surface et au dessèchement de certains individus.

Transect 4 : Profil de la végétation réalisé à 450 m en amont du barrage anti-sel de Senghor.

(Coordonnées géographiques : 13°50'40 E ; 16°22'39 W)



Le long du transect on a observé :

Sur Sol exondé :

- ✓ une zone de végétation à *Acacia seyal*,
- ✓ un tapis d'*Enteropogon prierii*,
- ✓ un tapis disséminé de *Paspalum vaginatum* et de *Philoxerus vermicularis*,
- ✓ quelques individus de *Conocarpus erectus*,
- ✓ une végétation à *Tamarix senegalensis*.

Vers la partie centrale, on note :

- ✓ un individu isolé de *Rhizophora racemosa*.

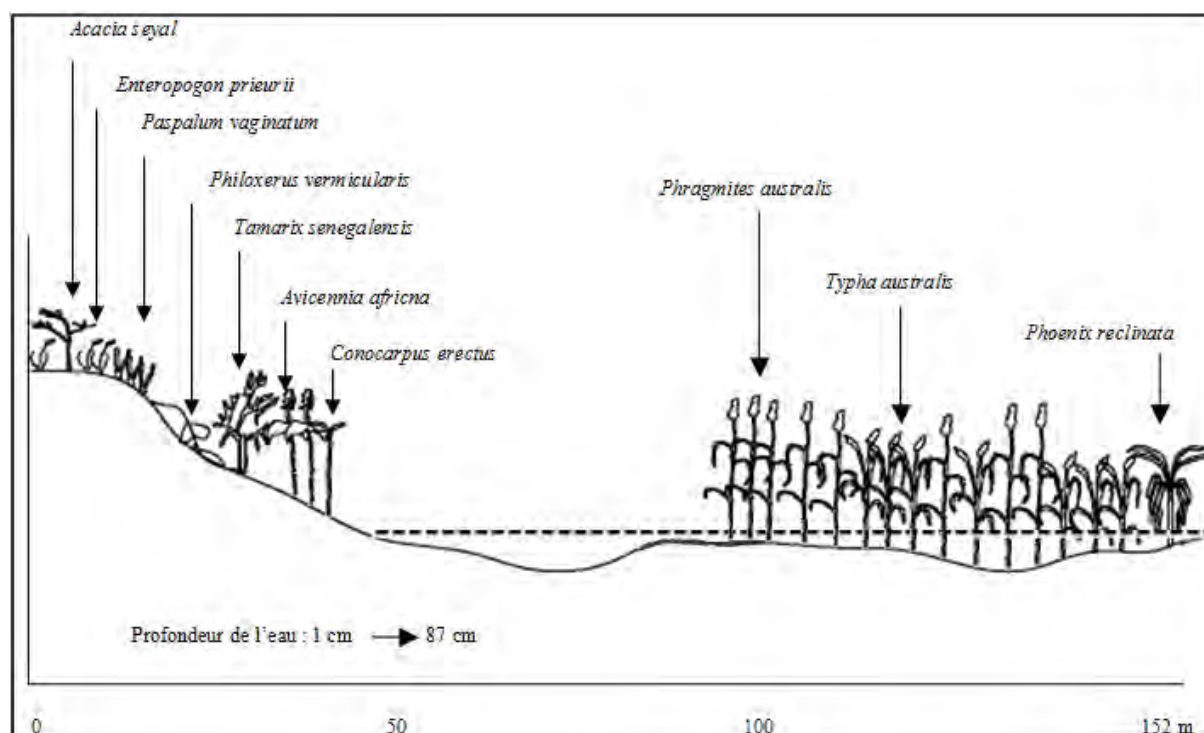
Sur Sol inondé

- ✓ un individu isolé de *Rhizophora racemosa* dans la partie centrale de la vallée,
- ✓ une zone de végétation de *Phragmites australis* entremêlée de *Typha domingensis* sous forme de mosaïque.

Au mois d'août la végétation d'*Enteropogon prierii* s'est définitivement desséchée. Celle de *Phragmites australis* a vu sa surface et son peuplement réduit.

Transect 5 : Profil de la végétation réalisé à 650 m en amont du barrage anti-sel de Senghor.

(Coordonnées géographiques : 13°49'59 E ; 16°22'42 W)



Ce transect présente pratiquement le même profil végétatif que le précédent.

Ainsi, de la partie occidentale de la vallée à la partie orientale, on observe au mois de mars la disposition suivante :

- ✓ une zone de végétation à *Acacia seyal* sur la partie sèche,
- ✓ un tapis d'*Enteropogon prierii*,
- ✓ un tapis disséminé de *Philoxerus vermicularis* et de *Paspalum vaginatum* en zone humide.

La pente décroît sensiblement, on observe *Tamarix senegalensis* et *Avicennia africana* et *Conocarpus erectus* à des profondeurs d'eau faibles.

Vers la partie centrale de la vallée suffisamment inondée avec environ 82cm de hauteur, aucune espèce n'est rencontrée.

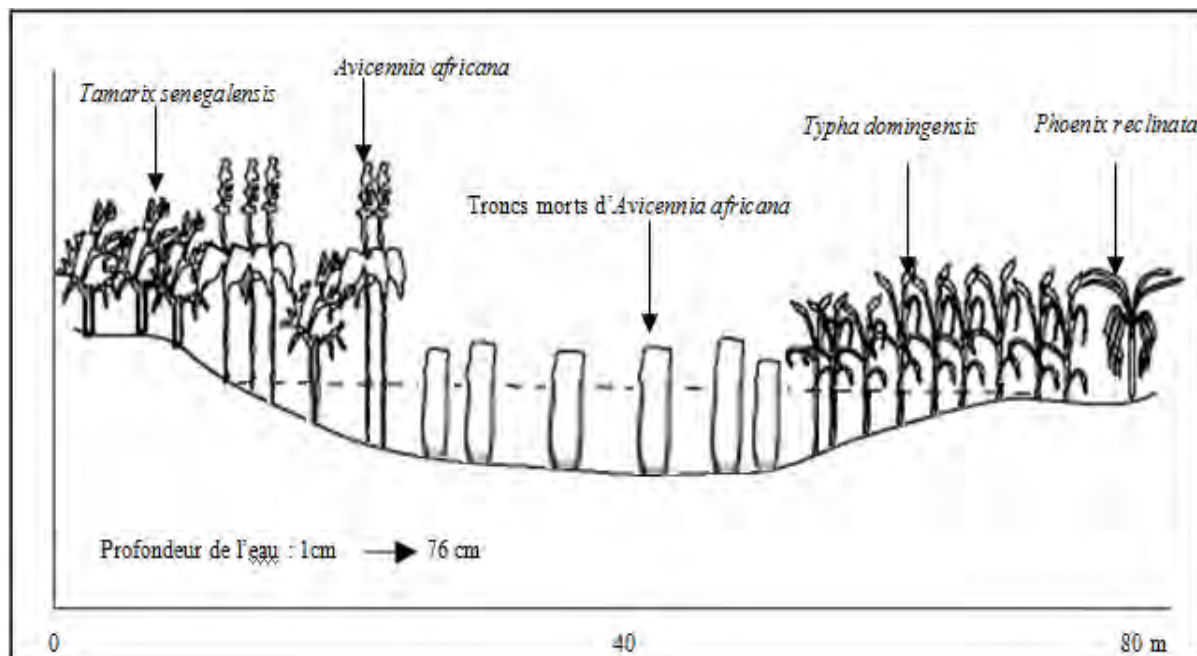
Sur la partie Est, on remarque :

- ✓ une zone de végétation à *Phragmites australis* sur sol inondé et une apparition de place en place de *Typha domingensis* ;
- ✓ quelques individus de *Phoenix reclinata* sur un sol superficiellement sec.

En août, *Enteropogon prierii* et *Phragmites australis* ont connu la situation observée sur le transect précédent.

Transect 6 : Profil de la végétation réalisé à 850 m du barrage anti-sel de Senghor sur une dépression d'une zone de mangrove à *Avicennia africana* et de *Tamarix senegalensis*.

(Coordonnées géographiques : 13°49'52 E ; 16°22'49 W)



A l'Ouest de la vallée, le transect met en évidence l'intrusion de *Tamarix senegalensis* dans la zone à *Avicennia africana*. Tout semble se passer comme si *Tamarix senegalensis* progressait vers l'Est lorsqu'il y a un espace délaissé par *Avicennia africana*.

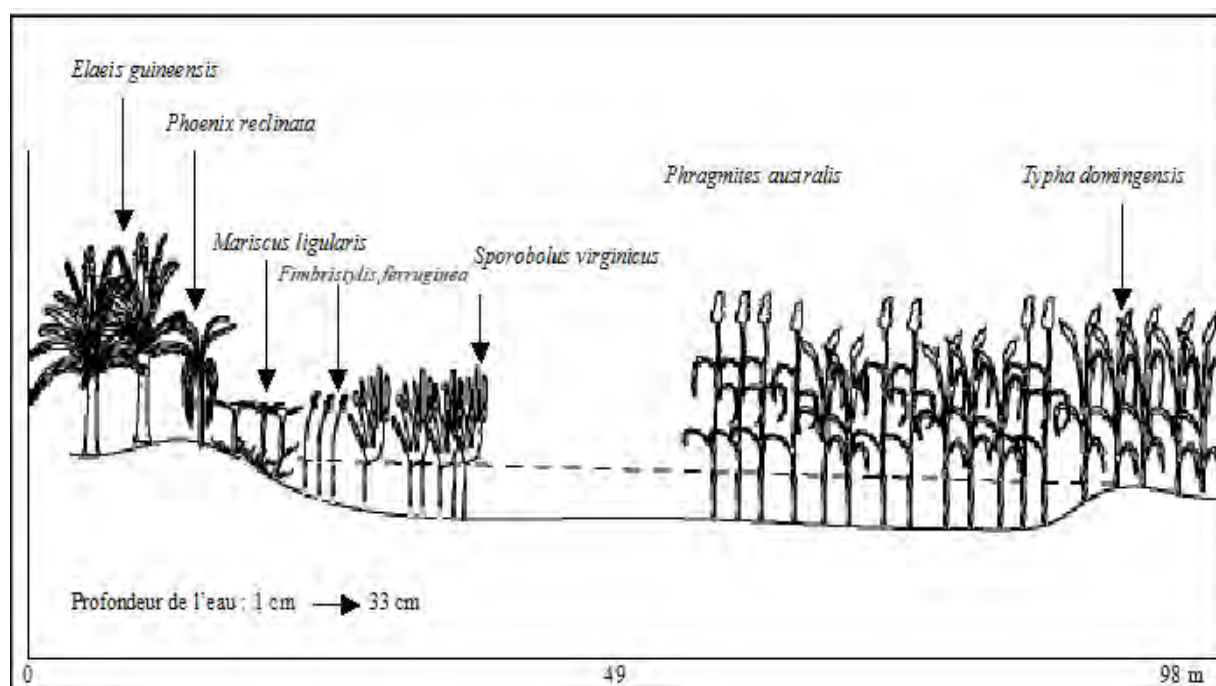
En définitive, *Tamarix senegalensis* paraît avoir un rôle concurrentiel vis-à-vis d'*Avicennia africana*. Le niveau de l'eau varie de 8 à 34 cm.

Sur la partie Est, il commence à céder la place à *Typha domingensis* qui se développe et prend de plus en plus de l'ampleur.

En août seul le groupement à *Typha domingensis* subit une modification en se cantonnant au niveau du rivage.

Transect 7 : Profil de la végétation réalisé à 1010 m en amont du barrage anti-sel de Senghor.

(Coordonnées géographiques : 13°49'50 E ; 16°22'46 W)



La végétation est constituée par des individus d'*Elaeis guineensis*, de *Phoenix reclinata*, d'*Avicennia africana* et de *Mariscus ligularis*.

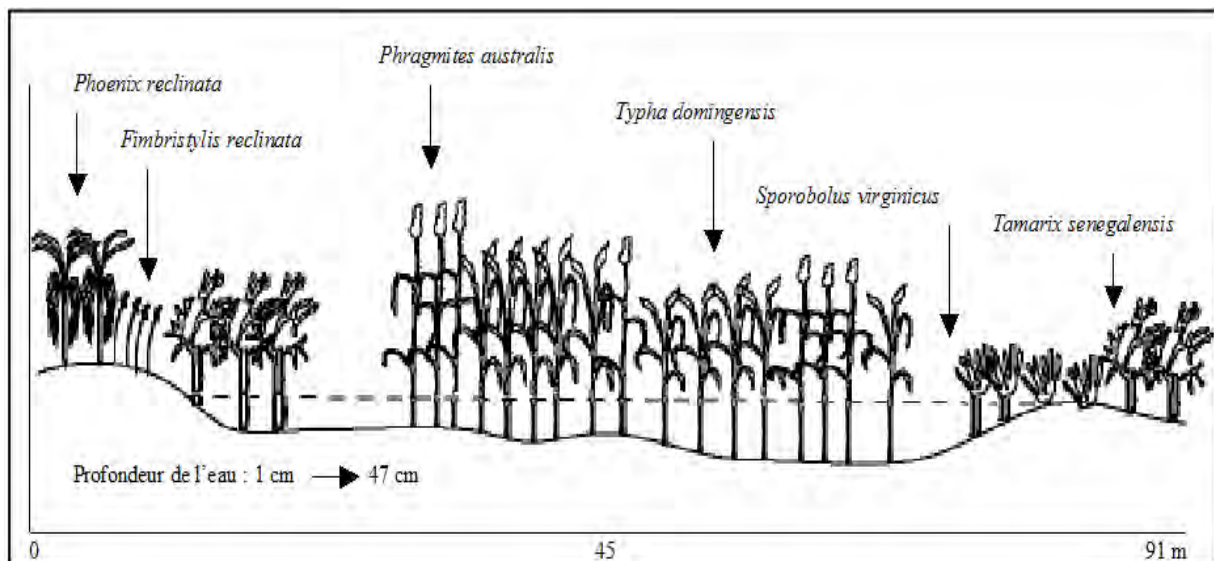
Un tapis discontinu de *Fimbristylis ferruginea* et de *Sporobolus virginicus* sur un sol suffisamment humide et inondé par endroits.

Typha domingensis et *Phragmites australis*, forment un rideau dense à dominante de *Typha* quasiment imperméable en mars sur sol inondé de hauteur d'eau d'environ 23cm. Ce rideau se développe plus à l'Est.

Cependant, au mois d'août on note une régression de ce rideau liée à l'exploitation de ces macrophytes par les populations mais aussi à l'augmentation du niveau de l'eau.

Transect 8 : Profil de la végétation réalisé à l'Est du village de Santhie Berra à 1050 m du barrage anti-sel de Senghor.

(Coordonnées géographiques : 13°49"46 E ; 16°22"50 W)



On observe la succession suivante :

Sol exondé :

- ✓ quelques individus de *Phoenix reclinata*,
- ✓ une zone de végétation à *Fimbristylis ferruginea*,
- ✓ une zone de végétation de *Tamarix senegalensis*.

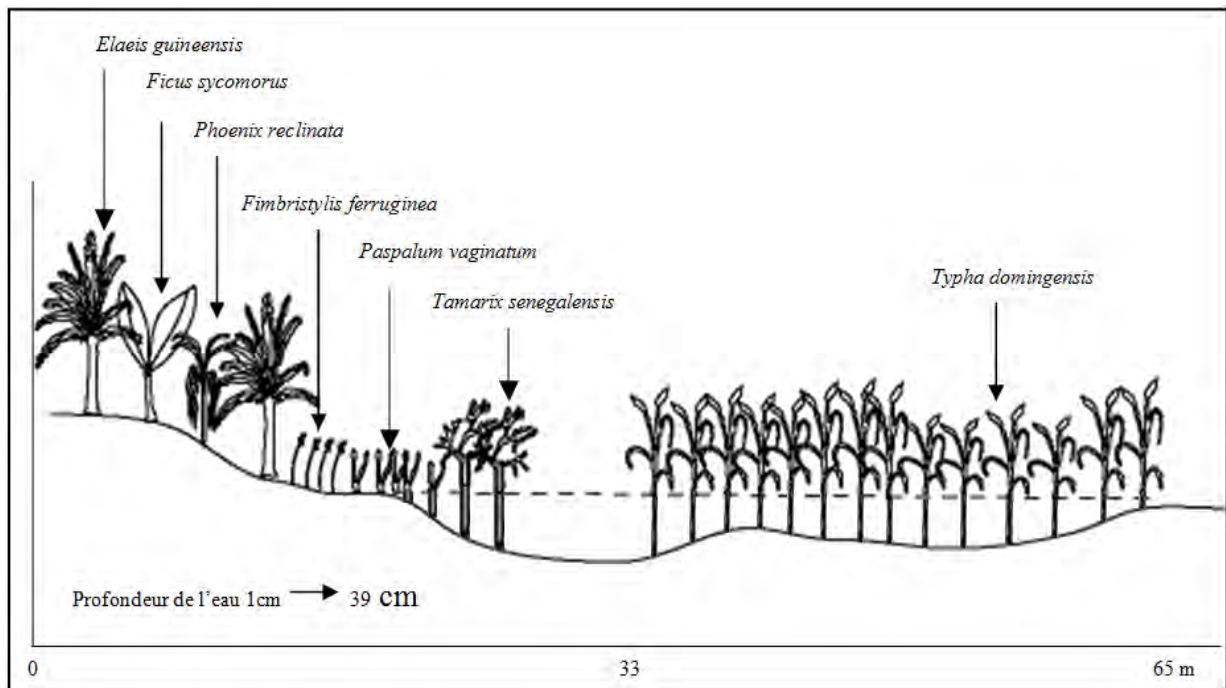
Sol inondé :

- ✓ une zone de végétation à *Sporobolus virginicus* et à *Tamarix senegalensis*
- ✓ une zone de végétation à *Typha domingensis* et de *Phragmites australis*.

Cette zone de végétation à *Typha domingensis* et à *Phragmites australis* a mêmes caractéristique de situation au mois d'août que celles observées au transect précédent.

Transect 9 : Profil de la végétation réalisé à 1450 m en amont du barrage anti- sel.

(Coordonnées géographiques : 13°49'36 E ; 16°21'53 W)



Ici *Typha domingensis* constitue le seul groupement inondé.

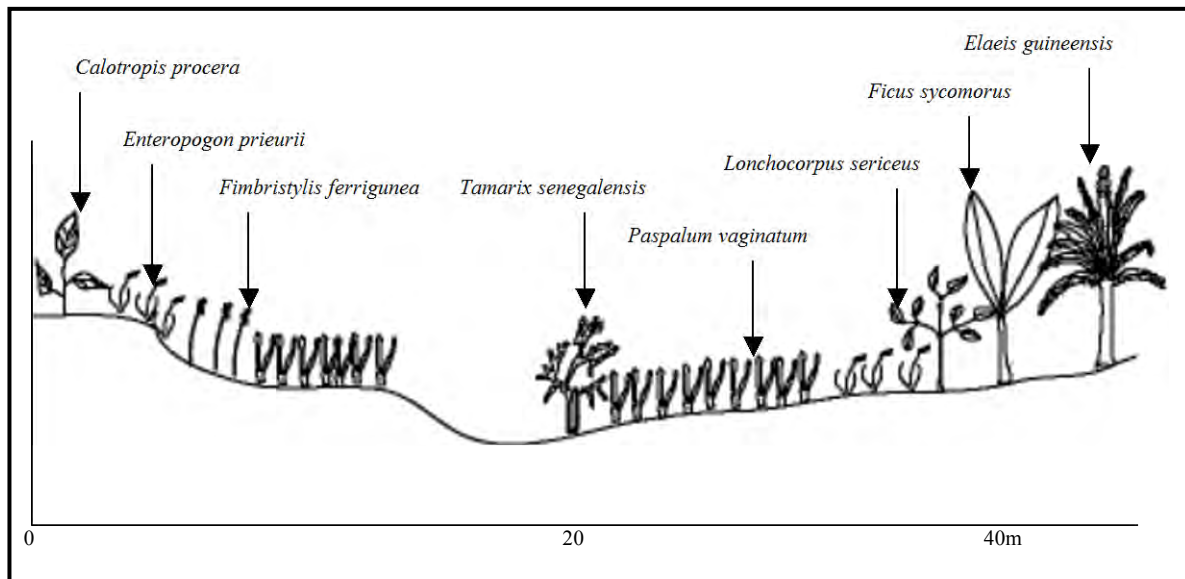
En sol exondé, on observe :

- ✓ quelques individus d'*Elaeis guineensis* et de *Phoenix reclinata* ;
- ✓ deux individus de *Ficus sycomorus* ;
- ✓ une zone humide en bordure de l'eau où se développe de place en place *Fimbristylis ferruginea*, *Tamarix senegalensis* et *Paspalum vaginatum*.

Le groupement à *Typha domingensis* devient moins dense en août et voit sa superficie réduite.

Transect 10 : Profil de la végétation réalisé à 10 m en aval du pont barrage de Senghor.

(Coordonnées géographiques : 13°49'32 E ; 16°22'33 W)



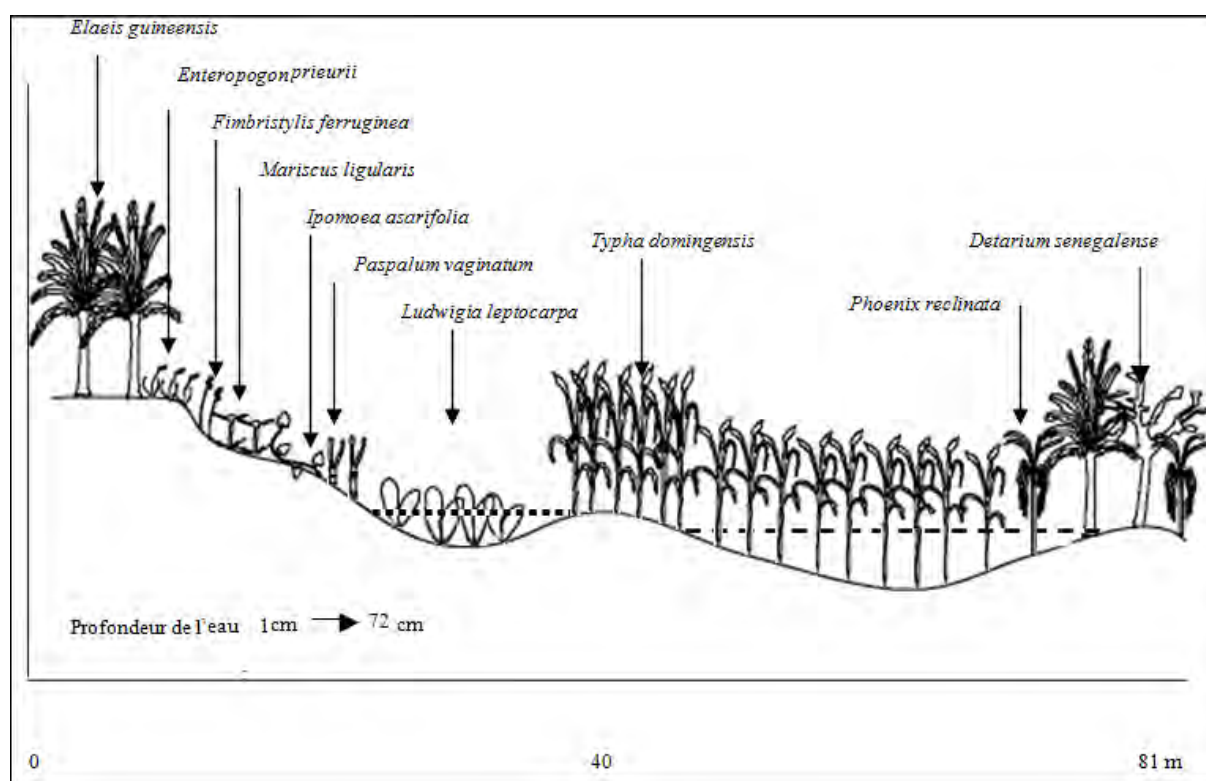
Ici le sol est exondé en mars. La succession suivante a été notée en partant du sud vers le nord :

- ✓ quelques individus d'*Elaeis guineensis* ;
- ✓ un individu de *Ficus sycomorus* et de *Lonchocarpus sericeus* ;
- ✓ quelques individus de *Tamarix senegalensis* et de *Cyperus esculentus* ;
- ✓ une zone de végétation à *Paspalum vaginatum* ;
- ✓ quelques individus de *Fimbristylis ferruginea* et de *Calotropis procera*.

Au mois d'août ce site est inondé par endroits avec une hauteur d'eau faible et seules les espèces ligneuses sont observées.

Transect 11 : Profil de la végétation réalisé à 150 m en amont du pont barrage de Senghor.

(Coordonnées géographiques : 13°49'28 E ; 16°21'34 W)



Ce transect met en évidence une diversité d'espèces végétales. Ainsi parmi toutes les espèces rencontrées, seules *Typha domingensis*, *Ludwigia leptocarpa* et *Paspalum vaginatum* constituent les groupements inondés.

Sur le sol exondé, on rencontre :

- ✓ un individu de *Detarium senegalense* ;
- ✓ quelques individus d'*Elaeis guineensis* ;
- ✓ un tapis discontinu à *Enteropogon priurii* ;
- ✓ une zone de végétation à *Fimbristylis ferruginea* et à *Mariscus ligularis* ;
- ✓ un tapis d'*Ipomoea asarifolia* ;
- ✓ quelques individus de *Crotalaria retusa* et de *Phoenix reclinata*.

En août, *Fimbristylis ferruginea*, *Enteropogon priurii*, *Paspalum vaginatum* ont disparu.

Cependant, les groupements de *Typha domingensis* et de *Ludwigia leptocarpa* ont connu des modifications liées à une réduction de leur aire d'occupation.

Tableau 7: Synthèse des observations sur l'ensemble des transects

N° transects Espèces	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		Fréquence	
	Mar	Aou	Mar	Aou	Mar	Aou	Mar	Aou	Mar	Aou	Mar	Aou	Mar	Aou	Mar	Aou	Mar	Aou	Mar	Aou	Mar	Aou	Mar	Aou
<i>Andropogon gayanus</i>	+		+																				2/11	
<i>Sesbania pachycarpa</i>	+																						1/11	
<i>Cassia obtusifolia</i>	+																						1/11	
<i>Parkinsonia aculeata</i>	+	+	+	+																			2/11	2/11
<i>Avicennia africana</i> *	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+									6/11	6/11
<i>Laguncularia racemosa</i> *	+	+																					1/11	1/11
<i>Tamarix senegalensis</i> *	+	+	+	+					+	+					+	+	+	+	+	+			6/11	6/11
<i>Conocarpus erectus</i> *	+	+			+	+																	2/11	2/11
<i>Fimbristylis ferruginea</i> *	+												+				+		+		+		5/11	
<i>Phragmites australis</i> *	+		+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+							7/11	6/11
<i>Mariscus ligularis</i> *	+		+		+								+								+		5/11	
<i>Ipomoea asarifolia</i>	+	+																			+	+	2/11	2/11
<i>Cyperus esculentus</i> *	+																		+				2/11	
<i>Paspalum vaginatum</i> *	+						+		+								+		+			+	6/11	
<i>Azadarachta indica</i>	+	+												+	+	+	+						3/11	3/11
<i>Phoenix reclinata</i>	+	+					+	+						+	+		+	+					4/11	4/11
<i>Elaeis guineensis</i>	+	+	+	+										+	+		+	+			+	+	6/11	6/11
<i>Cola cordifolia</i>			+	+																			1/11	1/11
<i>Combretum micranthum</i>					+	+																	1/11	1/11
<i>Acacia seyal</i>							+	+															1/11	1/11
<i>Phloxeris vermicularis</i> *							+	+	+	+			+										3/11	2/11
<i>Rhizophora racemosa</i> *	+	+					+	+															2/11	2/11
<i>Enteropogon prierii</i>							+		+												+		2/11	
<i>Typha domingensis</i> *			+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	8/11	7/11
<i>Ficus sycomorus</i>																	+	+	+	+			2/11	2/11
<i>Lonchocarpus sericeus</i>																			+	+			1/11	1/11
<i>Calotropis procera</i>																			+	+			1/11	1/11
<i>Detarium senegalense</i>																					+	+	1/11	1/11
<i>Crotolaria retusa</i>																					+		1/11	
<i>Ludwigia leptocarpa</i> *																					+	+	1/11	1/11
<i>Nymphaea lotus</i> *																					+	+	1/11	1/11
<i>Marselina munita</i> *																					+	+	1/11	1/11
<i>Sporobolus virginicus</i> *															+	+	+	+					2/11	2/11
<i>Imperata cylindrica</i>																					+	+	1/11	1/11
Total Groupement aquatique	10/16	5/16	4/16	2/16	4/16	3/16	7/16	6/16	5/16	4/16	2/16	2/16	6/16	4/16	4/16	4/16	6/16	5/16	4/16	1/16	6/16	4/16		

* : Groupements végétaux aquatiques

+ : Présence

Mar = mars ; Aou = août

4.2 - Analyse de la flore et de la végétation

Au plan floristique, au moins 109 espèces réparties dans 85 genres et 37 familles, ont été recensées en milieu aquatique ou inondable sur l'ensemble des sites visités (annexe 6).

Les familles les plus représentées sont :

La famille des Papilionaceae (11 espèces), les Poaceae (9 espèces), les Cesalpiniaceae (6 espèces), Acanthaceae, Combretaceae, Cyperaceae et Mimosaceae avec 5 espèces chacune. Ainsi l'analyse du tableau 7, nous a permis de faire les observations suivantes :

- ✓ au total 28 groupements végétaux ont été observés ;
- ✓ parmi lesquels figurent 16 groupements végétaux aquatiques (cf tableau 7) ;
- ✓ 6 groupements végétaux ont été reconnus sur les sols exondés, 6 en zone humide, 8 sur sols à la fois inondée et exondée et 3 observés uniquement sur les sols inondés.

Cependant, une lecture de ce tableau montre que les espèces aquatiques sont beaucoup plus présentes dans le transect 1 que dans le reste des autres transects. Cela nous amène à penser que ce transect reflète plus l'aspect naturel de la vallée que les autres.

4.2.1 - Les groupements végétaux observés sur sols exondés

- ✓ Groupement à *Andropogon gayanus*
- ✓ Groupement à *Acacia seyal*
- ✓ Groupement à *Azadirachta indica*
- ✓ Groupement à *Detarium senegalensis*
- ✓ Groupement à *Enteropogon prieurii*
- ✓ Groupement à *Imperata cylindrica*

4.2.2 - Les groupements végétaux observés sur sols humides

- ✓ Groupement à *Cyperus esculentus*
- ✓ Groupement à *Elaeis guineensis*
- ✓ Groupement à *Fimbristylis ferruginea*,
- ✓ Groupement à *Mariscus ligularis*,
- ✓ Groupement à *Phloxerus vermicularis*,
- ✓ Groupement à *Sporobolus virginicus*.

4.2.3 - Les groupements végétaux observés sur sols inondés et exondés

- ✓ Groupement à *Avicennia africana*,
- ✓ Groupement à *Conocarpus erectus*,
- ✓ Groupement à *Laguncularia racemosa*,
- ✓ Groupement à *Paspalum vaginatum*,
- ✓ Groupement à *Phragmites australis*,
- ✓ Groupement à *Rhizophora racemosa*,
- ✓ Groupement à *Tamarix senegalensis*,
- ✓ Groupement à *Typha domingensis*

4.2.4 - Les groupements végétaux observés uniquement sur sols inondés

- ✓ Groupement à *Ludwigia leptocarpa*,
- ✓ Groupement à *Marselina munita*,
- ✓ Groupement à *Nymphaea lotus*.

En outre sur le tableau 7 nous pouvons noter les informations suivantes :

Typha domingensis est le groupement le plus abondant, puis viennent respectivement, *Phragmites australis*, *Paspalum vaginatum*, *Elaeis guineensis*, *Avicennia africana*, *Tamarix senegalensis*, *Mariscus ligularis*, *Fimbristylis ferrigunea*.

Cependant il faut signaler que :

- ✓ Le groupement à *Phragmites australis* a été rencontré dans les sites les plus proches du barrage anti-sel et est observé uniquement dans la partie orientale de la vallée.
- ✓ Les groupements à *Avicennia africana*, à *Tamarix senegalensis* et à *Conocarpus erectus* quant à eux ne sont observés que dans la partie occidentale de la vallée
- ✓ Les groupements observés d'octobre à mars se développent en milieu de longue submersion ou humide en permanence.
- ✓ Les groupements à *Ludwigia leptocarpa*, à *Marselina munita* et à *Nymphaea lotus* sont rencontrés dans les sites les plus éloignés du barrage anti-sel.

4.2.5 - Analyse des principaux groupements végétaux aquatiques

Nous entendons ici par groupement, une ou plusieurs espèces de plantes qui sont dans un même milieu et qui vivent ensemble. Et nous donnons comme caractéristiques du groupement la ou les espèces qui dominent dans leurs strates.

4.2.5.1 - Groupements à *Tamarix senegalensis*

Tamarix senegalensis est un arbuste de 2 à 3 m de hauteur, à feuilles alternes et filiformes qui s'installe sur les sols salés ou saumâtres humides ou temporairement inondés. Il fleurit en saison sèche.

Dans la partie occidentale de la vallée de Senghor à 850 m en amont du barrage anti-sel dans une dépression, on observe une forte régénération de *Tamarix senegalensis*. Cette dépression est également colonisée par un groupement à *Avicennia africana*. *Tamarix senegalensis* semble concurrencer *Avicennia africana* puisqu'il occupe les espaces laissés par ce dernier. Un peu plus loin c'est-à-dire à 1250 m du barrage, on a également observé *Tamarix senegalensis*, *Sporobolus robustus* et *Fimbristylis ferruginea*. Ces espèces sont indicatrices d'une salinité importante.

Cependant, *Tamarix senegalensis* semble être plus hydrophile que *Sporobolus virginicus* et *Fimbristylis ferruginea* puisque ces deux derniers occupent plus la périphérie de la vallée.

A Néma Bâ, nous avons noté la présence de *Tamarix senegalensis* en bordure d'un cours d'eau anciennement occupé par une mangrove à *Avicennia*.

4.2.5.2 - Groupements à *Sporobolus virginicus*

Sporobolus virginicus est une herbe pérenne, rhizomateuse et stolonifère caractéristique des tannes herbeux. Il occupe presque les mêmes sols que *Tamarix senegalensis* et *Phloxerus vermicularis*. Dans de la vallée de Senghor, il est rencontré sur sol sableux à presque 1200 m en partant du barrage anti-sel. Il résiste donc à une salinité assez élevée.

Mayard cité par Sarr (1996) a observé un groupement à *Sporobolus robustus* aux environs de Keur Momar Sarr (Saint-Louis) sur des sols renfermant des taux de 0,6 à 1,5‰ de NaCl.

Sporobolus robustus résiste mal à la submersion prolongée. Il constitue un bon pâturage pour les bovins.

4.2.5.3 - Groupements à *Paspalum vaginatum*

Paspalum vaginatum est une herbacée pérenne qui s'installe sur sols humides ou inondés.

Ainsi dans notre zone d'étude, elle est observée à moins de 5 m en amont du barrage anti-sel en association avec les espèces comme *Phragmites australis*, *Mariscus ligularis* et *Fimbristylis ferruginea* en bordure d'une mangrove à *Avicennia africana*. Cette association avec *Phragmites australis*, *Fimbristylis ferruginea* et *Mariscus ligularis* nous fait dire que ces espèces ont des besoins presque identiques.

Paspalum vaginatum supporte au moins pendant une bonne période de l'année une submersion d'eau salée. Il est moins hydrophile que *Phragmites australis*.

Cependant, il est également observé en grand peuplement sur une surface assez importante à 10m en aval du pont barrage de Senghor en absence des autres espèces précitées.

Par ailleurs, Trochain (1964) a également observé aux alentours du lac de Guiers un groupement à *Paspalum vaginatum* en association avec *Typha domingensis*. Il constitue un bon pâturage.

4.2.5.4 - Groupements à *Fimbristylis ferruginea* et à *Mariscus ligularis*

Fimbristylis ferruginea et *Mariscus ligularis* sont deux herbes dressées, pérennes, à très courts rhizomes ; elles possèdent une tige épaisse et rugueuse. La présence de rhizomes leur confère une grande capacité d'adaptation aux conditions du milieu.

Mariscus ligularis possède de longues feuilles linéaires et constitue une végétation ouverte présentant des touffes isolées. Alors que *Fimbristylis ferruginea* possède des feuilles plus réduites.

Il s'agit de deux espèces voisines qui colonisent presque les mêmes sols.

Dans de la vallée de Senghor, ces deux espèces sont observées aussi bien en aval qu'en amont du barrage anti-sel.

En aval, elles vivent en association en bordure d'une mangrove à *Avicennia africana* dans la partie orientale de la vallée. Leur proximité avec *Avicennia africana* montre qu'il s'agit d'halophytes.

En amont, elles sont présentes par endroits depuis le barrage jusqu'au-delà du pont-barrage de Senghor. Elles préfèrent les sols argilo-sableux humides mais peuvent supporter une submersion de plus de 3 mois.

4.2.5.5 - Groupement à *Phragmites australis*

Phragmites australis est un h lophyte vivace dressé qui se développe en colonies denses dans les milieux inondés. Il se propage grâce à des stolons longuement rampants et des rhizomes tra ants, mais aussi par des graines à dispersion par le vent. Sa floraison s'effectue entre août et octobre. Son fruit est un akène.

Phragmites australis a été ainsi observé en peuplement pur dans la végétation de la vallée de Senghor uniquement dans la partie orientale juste en amont du barrage anti-sel sur une étendue de plus de 400 m. La profondeur de l'eau est variable et peut atteindre 117 cm.

En certains endroits du peuplement, on note la présence de *Typha domingensis* en îlot. *Typha domingensis* le concurrence réellement dans la partie orientale de Santhie B rra, l  où *Phragmites* est présent sous forme de mosaïques à l'intérieur d'un peuplement à *Typha*.

En aval du barrage *Phragmites australis* vit en association avec *Fimbristylis ferrigunea*, *Mariscus ligularis* et *Avicennia africana*. Son association avec ces espèces est un signe d'une grande résistance à la salinité pour cette espèce.

Phragmites australis est utilisé localement dans les toitures de maison. Il joue un rôle écologique important en servant d'abris à un certain nombre d'espèces animales notamment les moineaux. De même son rôle épurateur est mis en évidence.

Les facteurs qui semblent favorisés son développement sont, la présence de sols continuellement inondés, un pH faiblement acide (6,8 à 7,2) et un bon ensoleillement.

Le facteur qui limite son expansion est le manque d'eau en surface et en profondeur pendant plusieurs mois, ce qui témoigne de la réduction de son étendue en fin de saison sèche.

4.2.5.6 - Groupement   *Typha domingensis*

L'analyse du tableau 6 montre que le groupement de *Typha domingensis* est le plus abondant dans la végétation aquatique de la vallée de Senghor.

Typha domingensis est un h lophyte rhizomateux émergent et robuste. Son inflorescence est formée de deux épis cylindriques superposés.

Les épis mâles sont situés au-dessus de l' pi femelle. Les *Typha* fleurissent de juin   août. Ce sont des plantes héliophiles des bordures d'eau calme. Elles poussent aussi sur les sols inondés.

Dans la vallée de Senghor, la *Typhaie* donne une physionomie particulière au paysage végétal. Elle occupe de vastes étendues. Ce qui explique que certains auteurs comme Adam (1964) et Thiam (1984) pensent que la *Typhaie* doit pouvoir être relevée au rang d'association.

Ainsi, sur toute l'étendue de la vallée de Senghor entre les villages de Santhie Berra et Babou Diouf en passant par Senghor on a observé des peuplements purs à *Typha*. En outre à 300 m, sur la partie orientale en amont du barrage on a également rencontré *Typha domingensis* en mosaïques ou en îlots dispersés dans un peuplement à *Phragmites australis*. Cependant, *Paspalum vaginatum* semble être l'espèce compagne de *Typha domingensis*.

Son adaptation à la salinité fait l'objet de nombreuses controverses. Geze (1912) cité par J.G. Adam dit que *Typha domingensis* demande un niveau d'eau variable n'excédant jamais 1m. Par contre, dans la vallée de Senghor un groupement à *Typha* a été observé en octobre à une profondeur de 112 cm.

Cependant, Trochain (1940) a observé à Sédhiou en Casamance un peuplement à *Typha domingensis* en cohabitation avec *Rhizophora* et *Avicennia* en bordure du fleuve. Thiam (1984) a également observé un groupement à *Typha domingensis* au lac de Guiers sur un sol dont la conductivité est de 1150 microhoms. De plus, dans la vallée de Néma Bâ à Toubacouta des îlots à *Typha domingensis* ont été observés en association avec *Tamarix senegalensis*. Tout cela nous fait dire que *Typha domingensis* résiste bien à la salinité. Par ailleurs, *Typha domingensis* pose des problèmes aux populations riveraines de la vallée. En effet, les Typhaies sont des formations compactes en général solidement fixées au sol grâce à des rhizomes robustes et entrelacés. Il est alors très difficile de les extirper sans les casser. Se débarrasser d'une Typhaie pour un cultivateur qui prépare ses champs est plus pénible que retourner la terre. Cela pose véritablement problème aux populations pour l'accès aux sols et à l'eau à certains niveaux de la vallée.

4.2.5.7 - Groupement à *Avicennia africana*

Avicennia africana est un halophyte à racines superficielles horizontales qui lui permet de trouver un ancrage stable dans un substrat très meuble.

Il possède également des racines aériennes appelées « pneumatophores », ce qui lui permet de « respirer » malgré une immersion prolongée. Il résiste donc à une forte salinité grâce à ces organes précités. Cependant, dans la vallée de Senghor, *Avicennia africana* est observé aussi bien en amont qu'en aval du barrage anti-sel.

En amont, il n'est présent uniquement que dans la partie occidentale et de façon peu dense, au fur et à mesure qu'on s'éloigne du barrage. Par ailleurs, à 650 m du barrage dans une dépression, on a observé un peuplement monospécifique très dense avec des individus atteignant 6 à 7 m de hauteur. *Tamarix senegalensis* semble être son concurrent à ce niveau.

Les espèces compagnes d'*Avicennia africana* sont *Laguncularia racemosa* et *Conocarpus erectus* présentes en îlot dans cette partie de la vallée.

4.2.6 - La distribution des espèces en fonction de leur abondance-dominance

Pour chacune des espèces aquatiques, nous avons calculé l'indice d'abondance relative moyen. $IR_p = [\sum(QM_p \times L_{nm}) \times 100 / L_i] / \text{le nombre de transect}$

Tableau 8 : Variation de l'Indice d'importance relative des espèces aquatiques

Espèces aquatiques	mars	août
<i>Cyperus esculentus</i>	0,010	0,014
<i>Avicennia africana</i>	0,27	0,27
<i>Conocarpus erectus</i>	0,0005	0,0005
<i>Fimbristylis ferruginea</i>	0,02	0,009
<i>Mariscus ligularis</i>	0,04	0,018
<i>Paspalum vaginatum</i>	1,260	0,069
<i>Typha domingensis</i>	3,04	2,072
<i>Philoxerus vermicularis</i>	0,004	0,003
<i>Tamarix senegalensis</i>	0,31	0,31
<i>Phragmites australis</i>	2,06	1,728
<i>Ludwigia leptocarpa</i>	0,0003	0,005
<i>Rhizophora racemosa</i>	0,0002	0,0002
<i>Sporobolus virginicus</i>	0,017	0,009
<i>Nymphaea lotus</i>	0,0001	0,0006
<i>Marselina minuta</i>	0,0002	
IR_p total	7,032	4,508

L'analyse du tableau 8 nous renseigne que :

- ✓ si l'on observe peu de changement au sein de la présence des espèces, il en est autrement de la dominance. C'est ainsi que :
- ✓ *Typha domingensis* possède l'indice d'importance relative le plus élevé. Cela s'explique par le fait que cette espèce forme des peuplements vastes sur une très bonne partie de la vallée. Elle constitue donc une espèce envahissante.

Typha domingensis est suivi dans cet ordre d'importance par *Phragmites australis*, qui elle forme des peuplements assez vastes, mais uniquement dans la partie orientale de la vallée juste après le barrage anti-sel sur environ 400 m.

Nymphaea lotus a l'indice d'importance relative le moins élevé. Cette espèce submergeant à feuilles flottantes n'est observée en îlots qu'aux alentours du pont- barrage de Senghor.

Le total des indices d'importance relative des espèces aquatiques a considérablement diminué en août.

Ainsi l'indice d'importance relative a varié pour presque toutes les espèces entre mars et août exceptées les espèces comme *Tamarix senegalensis*, *Avicennia africana* et *Conocarpus erectus*.

Ludwigia leptocarpa et *Nymphaea lotus* ont vu leur indice d'importance relative diminuer en mars et augmenter en août. Par contre *Fimbristylis ferruginea*, *Mariscus ligularis* et *Sporobolus virginicus* ont vu leur indice d'importance relative baisser en août.

Marselina munita est la seule espèce qui n'a pas été rencontrée en août.

On peut donc dire que les espèces comme *Typha domingensis*, *Phragmites australis*, *Ludwigia leptocarpa* et *Nymphaea lotus* ont vu leur indice d'importance relative augmenter en mars. Ces espèces dont le développement végétatif s'est poursuivi au-delà de la période hivernale, ont également bénéficié de la baisse du niveau de l'eau pour produire de nouveaux individus à partir de leurs diaspores.

4.2.6.1 - Les modifications temporelles observées dans la végétation aquatique

4.2.6.1.1 - Les zones à *Tamarix senegalensis*, *Avicennia africana* et *Conocarpus erectus*

Ces trois espèces ont leurs indices d'importance relative qui n'ont pas varié durant ces deux périodes. Cette situation peut s'expliquer par le fait que ce sont des espèces ligneuses, donc supportant plus ou moins mieux les variations de la hauteur d'eau que les herbacés.

4.2.6.1.2 - L'extension de *Nymphaea lotus* et de *Ludwigia leptocarpa*

Au mois d'août, une extension des zones à *Nymphaea lotus* et de *Ludwigia leptocarpa* a été observée. L'élévation du niveau d'eau et la forte dilution induite a joué en leur faveur puisqu'il s'agit de deux hydrophytes submergés à feuilles flottantes.

Par conséquent, le rétrécissement de leur extension observé en mars est lié au retrait de l'eau.

Par contre, *Fimbristylis ferruginea*, *Mariscus ligularis* et *Sporobolus virginicus* ont connu un rétrécissement en août. Ce sont donc des espèces de zones humides mais pouvant supporter une immersion d'une certaine durée.

4.2.6.1.3 - L'extension des zones à *Typha domingensis*

Cette extension observée en mars se justifie par le fait que *Typha domingensis* se fructifie en période de moindre eau, (Sarr ,1996) et les diaspores sont dispersées dans les zones exondées et inondées. C'est ainsi que dans les zones exondées humides de jeunes peuplements à *Typha domingensis* ont été observés.

Ainsi le rétrécissement de ses zones d'occupation en août s'explique par une élévation du niveau de l'eau qui exerce une influence sur la dispersion des diaspores et sur la germination.

Selon Faye (2004), les taux de germination de *Typha domingensis* augmentent avec la hauteur d'eau pour atteindre un maximum de valeurs comprises entre 7,5 à 10 cm. Une telle hauteur est largement dépassée en août dans la vallée de Senghor.

Conclusion

Le changement de régime hydrologique a provoqué de fortes modifications de la flore de la vallée de Senghor surtout dans sa partie encaissante. Malheureusement, il n'y a pas eu d'étude avant la mise en eau de la vallée ce qui aurait permis une comparaison pertinente.

Cependant, les enquêtes et les observations à partir des groupements et d'éléments, comme l'abondance-dominance nous ont conduites à faire certaines conclusions.

Les formations herbacées dont la dynamique est étroitement dépendante des facteurs climatiques (précipitations et évaporations), des facteurs hydrologiques (inondations prolongées et battement de la nappe phréatique), se subdivisent en deux catégories :

✓ la première est constituée d'espèces permanentes très halorésistantes. Il s'agit essentiellement de *Paspalum vaginatum*, *Philoxerus vermicularis*, *Sporobolus virginicus*, *Fimbristylis ferruginea* et de *Mariscus ligularis*. Elles ont été retrouvées dans les parties bordières de la vallée où apparaissent les efflorescences de sel.

Cela tend à faire évoluer *Fimbristylis ferruginea*, *Mariscus ligularis* et *Sporobolus virginicus* vers le peuplement de *Tamarix senegalensis* et d'*Avicennia africana*.

✓ la seconde catégorie est représentée par des herbacées comme *Typha domingensis*, *Phragmites australis*. Ces herbacées, rencontrées sur une bonne partie de la vallée, peuvent supporter des hauteurs d'eau élevées pendant une longue période. Mais on peut noter en ce qui concerne ces deux espèces un certain antagonisme.

A cet égard, si la hauteur d'eau est élevée *Phragmites australis* freine l'expansion de *Typha domingensis*. Par contre, si le niveau de l'eau est bas, c'est au tour de *Typha domingensis* de freiner l'expansion de *Phragmites australis*.

4.2.7 - L'expansion et / ou régression des espèces

Le changement du régime hydrologique de la vallée de Senghor a dû provoquer une forte modification de la flore et de la faune.

Mais, aucune étude n'ayant été faite avant la mise en eau de la vallée, il est difficile pour nous d'apprécier les impacts de celle-ci sur la flore et l'aquafaune. Nous avons tenté de pallier cette difficulté en ayant recours à des enquêtes et à une comparaison de la zone amont et aval de l'ouvrage anti-sel.

Par ailleurs, le constat fait et qui reste perceptible par simple observation est qu'ils existent des espèces végétales en régression notable en amont alors que ces mêmes espèces se comportent normalement en aval.

Il s'agit de la mangrove à *Avicennia africana* et de la palmeraie à *Elaeis guineensis*.

Cependant, la régression d'*Elaeis guineensis* prend des proportions inquiétantes. D'aucuns qualifient même cette situation de menace d'extinction si les conditions en restent au même état (Planche 4).



Planche 4 : Etat de dégradation d'*Elaeis guineensis* dans la vallée de Senghor

Pour comprendre cette régression, nous nous sommes appuyé sur des enquêtes auprès des populations ; ce qui a permis de dégager deux hypothèses.

La première lie le phénomène observé à une augmentation de la salinité. La seconde par contre, fait penser que l'inondation prolongée de la vallée serait à l'origine du recul d'*Avicennia africana* et d'*Elaeis guineensis*.

A cet égard, et sur la base des informations liées à la revue documentaire, on peut s'apercevoir, que même bien adaptées aux zones humides, ces deux espèces supportent très peu une inondation prolongée ; ce qui contribue à renforcer la deuxième hypothèse émise par les populations.

Par ailleurs, *Elaeis guineensis* est exigeante pour plusieurs raisons, mais deux facteurs semblent déterminants à son développement. Il s'agit de l'insolation et de la pluviométrie.

De surcroît, l'espèce est assez plastique du point de vue des sols. Elle exige des sols profonds, meubles, à bon pouvoir de rétention en eau. Elle ne supporte pas un engorgement prolongé, mais seulement des inondations temporaires si le sol est rapidement drainé. Or la vallée reste inondée pendant une bonne partie de l'année et le calcul des indices de compacité et de densité de drainage ($K_g = 1,50$; $K_h = 0,45$; $K_m = 44$; $A_l = 1,48$ et $DD = 0,18$) montre que le bassin est allongé et mal drainé. Cette situation ne donne alors aucune chance à l'espèce de survivre pendant longtemps si les conditions demeurent inchangées.

4.2.7.1 - Les espèces en expansion

Typha domingensis semble être en expansion en amont de l'ouvrage. Cette expansion trouve également deux explications possibles auprès des populations. Certaines pensent que l'état calme des eaux et une éventuelle réduction de la concentration de la salinité sont propices à son développement. Tandis que la majeure partie penche pour l'abandon de la riziculture dans la vallée avec aujourd'hui une substitution de ces anciennes surfaces rizicoles par des peuplements de *Typha domingensis*. Mais il semble qu'avant même la réalisation de l'ouvrage anti-sel, l'espèce était déjà bien répandue dans la zone.

Il est donc difficile à l'état actuel de nos recherches, de savoir laquelle des explications formulées est déterminante pour comprendre l'expansion de *Typha domingensis* ou comment la combinaison des facteurs s'établit pour la compréhension des faits ici observés. Seules des analyses complémentaires de sols et de l'eau pourraient permettre d'aboutir à des conclusions plus détaillées et documentées.

Nous avons également rencontré des difficultés quant à la connaissance des espèces disparues à cause de la prudence observée par les populations sur la question de peur d'être tenues pour responsables de cette disparition.

4.3 - Dynamique de l'occupation des sols de la zone

L'analyse des cartes d'occupation des sols de la vallée de Senghor a été conduite à partir des images SPOT 1 du 18 - 03 -1990 et SPOT 5 04 - 01- 2005. Plusieurs thèmes ont été alors mis en évidence.

Les cartes ainsi corrigées, après exportation, sont transférées sur Arc Gis pour leur traitement final. La cartographie de l'occupation du sol des communautés rurales de Toubacouta et de Nioro Alassane Tall s'est effectuée en se basant sur les connaissances dont nous disposions suite aux travaux de terrain effectués lors de l'étude.

Les principaux ensembles de paysages des deux communautés rurales peuvent être regroupés sous les thèmes suivants :

- ✓ les agglomérations, disséminées en bordure des bas-fonds ou dans les zones propices à l'agriculture ;
- ✓ les cours d'eau, qui parcourent les bolongs ou vallées ;
- ✓ les forêts classées, formations végétales arbustives qui occupent les zones protégées ;
- ✓ la mangrove, plante halorésistante des vasières ;
- ✓ les plantations, plantes fruitières cultivées dans les bas-fonds et plateaux ;
- ✓ la prairie, formation végétale herbeuse à proximité de la vallée ;
- ✓ la savane arbustive, formation végétale qui diffère des forêts classées par leur statut ;
- ✓ les sols dégradés bien éparpillés dans la zone, sont généralement d'anciens champs de culture ;
- ✓ les tannes, avec des tannes humides, sous l'influence des marées contrairement aux tannes secs (Fig. 12).

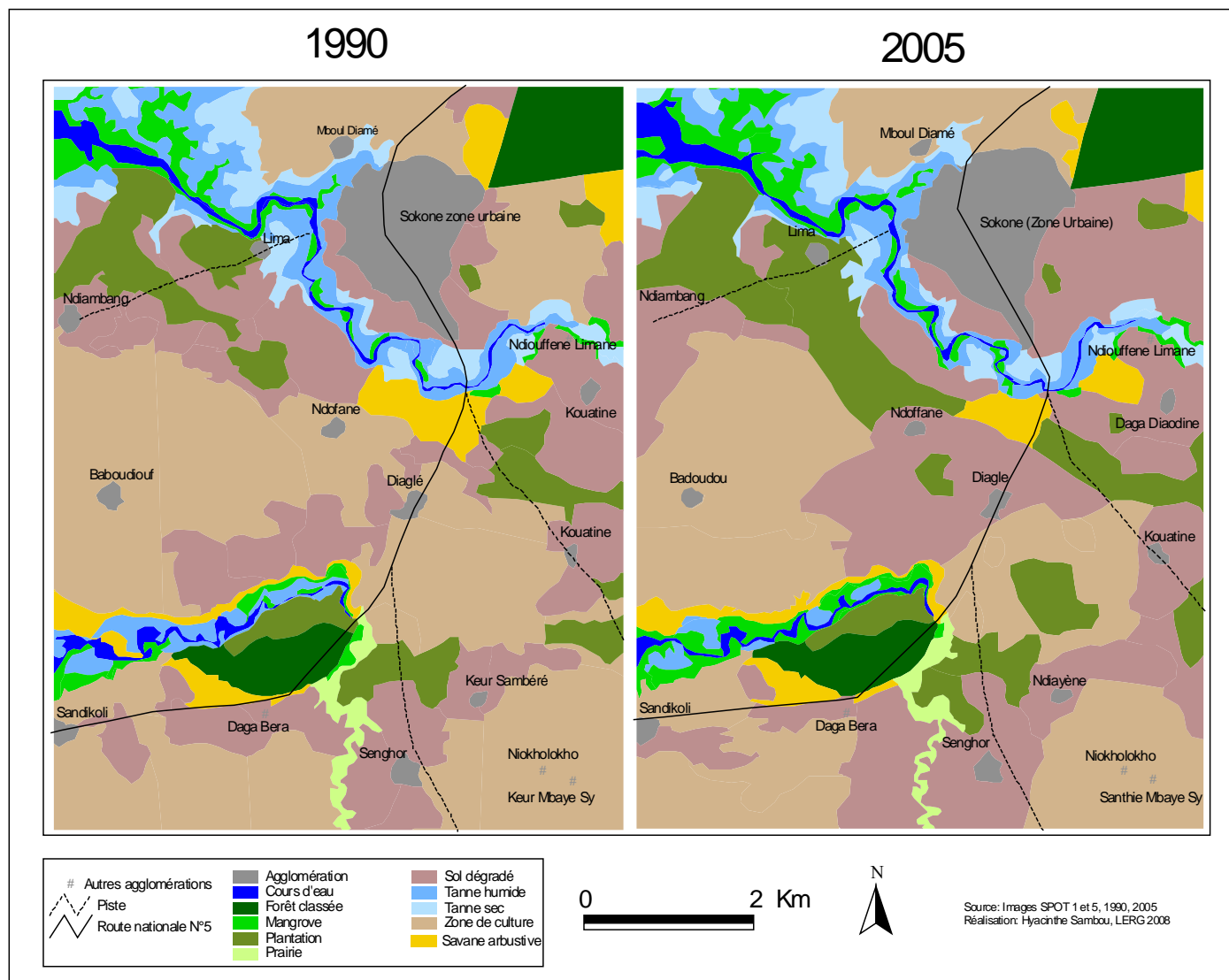


Figure 12 : Carte d'occupation du sol des communautés rurales de Toubacouta et de Nioro Alassane Tall

4.3.1 - Les zones de culture

En milieu rural chaque famille possède en général au moins une parcelle de culture qu'elle peut exploiter ou louer.

Cependant avec l'évolution de la société, associée à l'arrivée de nouvelles familles, on assiste de plus en plus à des mutations dans les rapports sociaux villageois. C'est ainsi que dans les deux communautés rurales, chaque famille a au moins une parcelle de culture ; les parcelles cultivées étant de taille variable.

En se référant au traitement cartographique effectué, la zone de culture a ainsi augmenté, passant de 1813 ha en 1990 à 2351 ha en 2005 toutes spéculations confondues. Cette augmentation peut se justifier d'une part, par la pression sur les terres en rapport avec la croissance de la population et d'autre part, par les rendements faibles qui poussent alors les paysans à occuper de nouvelles terres.

Les zones de culture sont pour la plupart faites de formations sableuses et argileuses ou sablo-argileuses ; l'agriculture se développant selon la nature et les aptitudes des sols.

Les sols ferrugineux tropicaux non lessivés sont bien représentés dans la zone. Ils sont généralement colonisés par une couverture végétale composée de *Parkia biglobosa*, *Neocarya macropylla*, *Guiera senegalensis* et d'autres espèces ligneuses. Leur structure meuble fait d'eux des sols convoités pour la culture du mil et de l'arachide.

Les sols hydromorphes sont pour l'essentiel réservés au maraîchage. Par contre, les sols halomorphes sont peu utilisés pour les besoins agricoles à cause de leur degré de salinité élevé.

L'analyse des données recueillies au cours des enquêtes indique que les principales cultures restent l'arachide et le mil, aliment de base des populations. Ces deux principales cultures occupent presque les 2/3 des surfaces cultivées ; soit 601 ha en 1990 et 783 ha en 2005. Cette dominance se comprend bien, si l'on sait que l'arachide est, depuis la période coloniale la principale culture de rente alors que le mil reste la base de l'alimentation dans la zone.

Le sorgho, le maïs et le niébé occupent quelques parcelles de culture. De plus, des variétés de cultures maraîchères, comme les tomates, les aubergines et les choux occupent des surfaces non négligeables et entrent dans la catégorie des cultures génératrices de revenus.

Cependant, l'exploitation continue des champs contribue fortement à l'appauvrissement des terres de moins en moins productifs. Cette situation constitue une véritable menace pour la sécurité alimentaire.

4.3.2- La mangrove

Selon certaines estimations, elle recouvre 14 à 23 millions d'hectares à travers le monde, soit 0,6% de toutes les forêts terrestres (Werner, 1995 cité par Dièye 2007).

La mangrove constitue un écosystème complexe mais caractérisé par la présence d'une strate ligneuse arbustive et / ou arborée communément appelée palétuviers. Elle est distribuée suivant une certaine zonation en fonction des gradients d'hydrophilie et de salinité. Marius (1985) se fondant sur leurs caractéristiques écologiques les définit comme « l'ensemble des formations végétales arborescentes ou buissonnantes, qui colonisent les atterrissements intertidaux marins ou fluviaux des côtes tropicales ».

Les espèces de palétuviers présentes dans le Delta du Saloum sont au nombre de six appartenant à trois familles et quatre genres.

Tableau 9 : Espèces de palétuviers rencontrées dans le Delta du Saloum

Familles	Genre	Espèces
<i>Avicenniaceae</i>	<i>Avicennia</i>	<i>africana</i>
<i>Combretaceae</i>	<i>Conocarpus</i>	<i>erectus</i>
<i>Combretaceae</i>	<i>Laguncularia</i>	<i>racemosa</i>
<i>Rhizophoraceae</i>	<i>Rhizophora</i>	<i>racemosa</i>
<i>Rhizophoraceae</i>	<i>Rhizophora</i>	<i>harrisonii</i>
<i>Rhizophoraceae</i>	<i>Rhizophora</i>	<i>mangle</i>

En comparant les deux cartes obtenues à partir de l'imagerie satellitaire SPOT 1 en 1990 et SPOT 5 en 2005, on constate que la superficie des mangroves a sensiblement augmenté passant de 175 ha en 1990 à 241 ha en 2005. Cette augmentation s'expliquerait par une erreur d'appréciation des pixels liée à l'altération de leur radiométrie ou à l'effort de reboisement.

Cela montre que la mangrove du Delta du Saloum, comme la plupart des écosystèmes tropicaux, est confrontée à deux contraintes majeures :

- ✓ une contrainte d'ordre naturelle, essentiellement climatique notamment la forte baisse de la pluviométrie des dernières décennies et l'augmentation de l'évaporation, à l'origine d'une salinité élevée de l'eau et des sols ;
- ✓ une contrainte d'ordre anthropique telle que l'exploitation du bois pour diverses utilisations.

En effet, l'action anthropique semble être la contrainte la plus sérieuse à laquelle la mangrove est soumise.

Ainsi les aménagements entrepris dans la zone ont provoqué une destruction massive de la mangrove, notamment dans la partie amont du micro barrage anti-sel de la vallée de Senghor. A cet égard, cette situation a occasionné la disparition de 7 ha depuis sa réalisation en 2000. (Fig. 12).

La dégradation de la mangrove a des conséquences écologiques importantes. En perdant constamment leurs feuilles, ces espèces produisent de la matière organique en grande quantité, base d'une chaîne alimentaire complexe qui permet une croissance rapide des espèces halieutiques. Leurs racines permettent aussi de fixer le substrat et les berges, contribuant ainsi à la stabilisation d'un milieu très fragile.

4.3.3 - Les plantations de manguiers, d'anacardiens, d'orangers et mandariniers

Les plantations regroupent l'ensemble des vergers d'espèces ligneuses.

En effet, depuis l'avènement de la sécheresse des années 1970 et 1980, caractérisée par un déficit pluviométrique et une augmentation de l'évaporation, les paysans se sont orientés vers l'arboriculture. Cela se justifie par la faiblesse des rendements tirés de la culture de certaines céréales (riz, mil).

En outre la vallée, poumon agricole, n'est pas épargnée par cette crise à laquelle s'est ajouté le problème de la salinité. La mise en place du micro barrage dans la vallée comme solution tarde à apporter les résultats espérés. Face à cette situation la seule stratégie qui s'offre aux paysans reste l'occupation des plateaux.

Ainsi l'arboriculture a longtemps existé dans la zone avec comme principales spéculations les manguiers, les orangers et mandariniers. Mais depuis ces dernières années avec le projet anacardier, on assiste à une implantation grandissante des vergers d'anacardiens.

Le choix porté sur cette espèce s'explique d'après les paysans par l'utilité multiple de sa pomme, de sa graine et de sa croissance rapide. En trois ans la jeune plante peut produire déjà. La pomme est consommée aussi bien par l'homme que par le bétail. Elle est également utilisée comme boisson après fermentation. Quant à la graine, elle est vendue très chère à l'intérieur du pays et dans la sous région. Le kilogramme est vendu à 275 - 300 F CFA à Sokone. Ainsi, le paysan tire au moins 10000 à 15000 F CFA par pied.

Par ailleurs, elle résiste bien à la sécheresse et reste moins agressée par les parasites.

Toutefois, cette espèce présente quelques inconvénients liés à la dégradation des sols et son pouvoir de compétitivité est très élevé par rapport aux autres espèces.

Les images SPOT 1 de 1990 et SPOT 5 de 2005 illustrent bien la progression des plantations des espèces arboricoles. En 1990, la superficie couverte par les plantations est estimée à 475 ha alors qu'en 2005 elle est passée à 700 ha, soit une progression de 225 ha en 15 ans.

4.3.4 - Les tannes

Les distinctions faites des tannes ont toujours été fondées sur des séquences végétales, qui souvent, peuvent être en étroite relation avec les caractères physico-chimiques, notamment pédologiques.

On entend, par tannes des surfaces nues que l'on observe derrière certaines mangroves, ou parfois même en leur sein sous forme de taches plus claires (Lebigre, 1983). Ils caractérisent en effet les zones côtières de nombreuses régions tropicales. Ce sont des milieux infra et intertidaux qui vivent au rythme des pulsations périodiques des marées.

La zonation des tannes a été détaillée par Verger (1989) et Diaw (1993 ; 1997).

Ainsi dans la zone étudiée, la partie couverte par les images SPOT 1 de 1990 et SPOT 5 de 2005 laisse entrevoir deux types de tannes : ceux que nous qualifions d'humides et ceux qualifiés de secs.

Les tannes humides sont souvent régulièrement recouvertes par les marées. Ils peuvent être colonisés par une végétation herbacée composée de *Sesuvium portulacastrum*, *Phloxerus vermicularis*, *Paspalum vaginatum*, *Sporobolus robustus* et parfois de quelques ligneux.

Les tannes secs regroupent les sols nus à efflorescences salines. Ils sont généralement dépourvus de toute végétation et sont désignés par certains auteurs sous le vocable de tannes vifs.

Ainsi, en 1990 les superficies représentées par les deux types de tannes confondus sont estimées à 455 ha, alors qu'en 2005 elles occupaient 534 ha, d'où une progression de 79 ha en 15 ans, soit une moyenne de 5 ha par an.

4.3.5 - La végétation de savane

On entend par végétation de savane, l'ensemble des formations végétales constitué par les savanes arborées (forêts classées de Keur Sambel et de Sokone) et la savane arbustive. Les superficies couvertes par ces formations ont diminué en 2005 avec 914 ha contre 980 ha en 1990.

Cependant, l'augmentation notée en 2005 au niveau des forêts classées, 257 ha contre 251 ha en 1990 serait dû à une mauvaise affectation de pixels du fait de l'altération de leur radiométrie. Par ailleurs, les images traitées ne recouvrent qu'une partie des forêts classées de Keur Sambel et de Sokone.

La régression de ces formations végétales s'explique par la forte pression exercée sur elles pour divers besoins en particulier agricoles.

4.3.6 - Les autres types d'occupation du sol

Il s'agit ici des sols dégradés, des cours d'eau et des agglomérations. Ces trois formes d'occupation du sol couvrent une superficie de 2166 ha en 2005 contre 1772 ha en 1990. La superficie des agglomérations est estimée à 319 ha en 2005 alors qu'elle était de 286 ha en 1990 (Fig. 13). Cette augmentation est liée notamment à la croissance démographique et à l'arrivée de nouvelles familles dans la zone. Cependant, en 2005 la superficie supposée de la classe d'eau a connu une progression. Il s'agirait probablement d'une surestimation relative à une erreur d'appréciation des pixels.

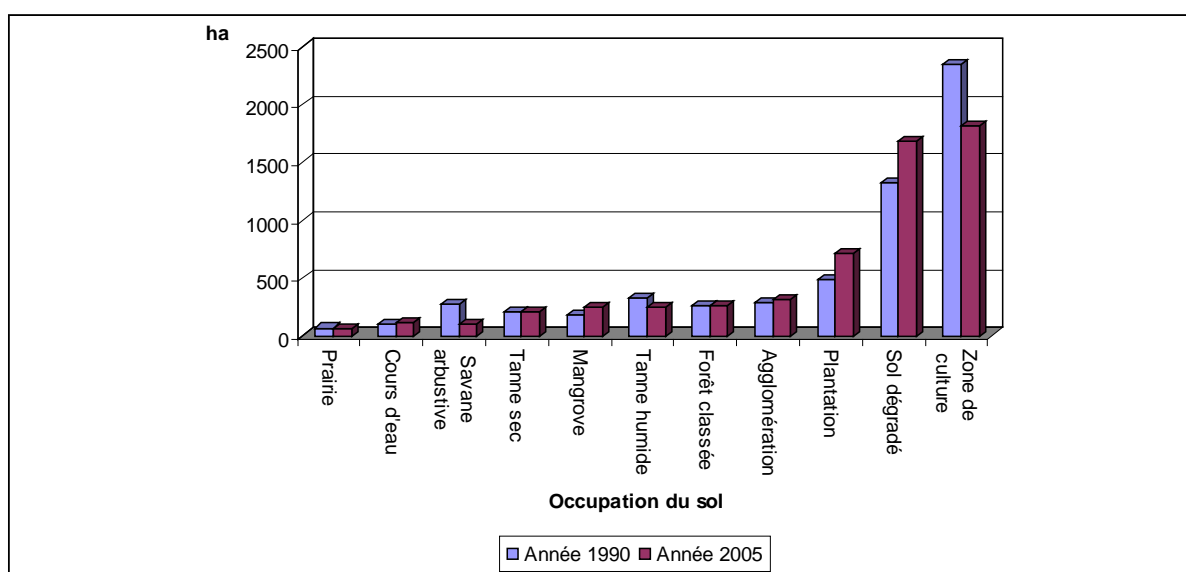


Figure 13 : Diagramme comparatif de l'occupation du sol en 1990 et 2005

Conclusion

L'analyse de la cartographie obtenue à partir des images SPOT 1 et SPOT 5 a permis de caractériser et d'appréhender l'évolution des différentes formes d'occupation des sols entre 1990 et 2005, notamment les zones de culture et la végétation qui sont deux éléments centraux de ce travail.

Cette analyse a montré de bonnes indications sur les modifications apportées par la mise en eau de la vallée de Senghor. Combinés à la péjoration climatique de ces vingt dernières années, les aménagements du site mettent en évidence une dégradation de la végétation halophile en amont du micro-barrage estimée à 7 ha.

Dans la partie aval la dynamique est moins perturbée en dépit des modifications notées çà et là et qui se traduisent par des coupes de palétuviers par les paysans.

4.4 - Impacts des micro-ouvrages sur le milieu physique et humain

Dans la revue documentaire, la notion d'impacts est diversement définie. Par exemple pour (ISO 14001), un impact est toutes modifications de l'environnement, négatives ou bénéfiques, résultant totalement ou partiellement des activités, produit ou services d'un organisme. Mais nous avons retenu celle qui considère un impact comme la résultante des effets d'une action directe ou indirecte de l'homme sur les écosystèmes naturels et humains. C'est aussi l'ensemble des différences entre l'environnement modifié tel qu'il résulte de la réalisation d'un ouvrage par exemple et l'environnement tel qu'il aurait évolué naturellement.

Contrairement à ce que l'on peut croire, les impacts négatifs ou positifs sur les écosystèmes naturels et humains des programmes d'aménagement ne se manifestent pas avec la même intensité ni la même durée. Cela montre que les impacts des micro-barrages peuvent varier dans l'espace et dans le temps.

Les impacts négatifs d'un barrage peuvent être majeurs quand les dommages causés sont considérables ; ils sont minimes quand les dommages sont de faibles ampleurs parfois même insignifiants quand les dommages sont presque indécélables.

4.4.1 - Impacts sur le régime hydrologique de la vallée

Les premiers effets de la mise en place du micro barrage de la vallée de Senghor se sont fait sentir un an après la réalisation du micro-barrage anti-sel. Ces effets, principalement d'ordre hydrologique, ont été induit par la modification du régime d'écoulement de la vallée. Ces modifications ont favorisé la mise en place d'un lac artificiel lié au mauvais drainage de la vallée et à son caractère encaissé dans sa partie terminale.

Ce changement de régime a des impacts biologiques nettement perceptibles au niveau de la végétation aquatique. A cet égard cette situation, en entraînant une inondation prolongée de la vallée, a rendu difficile voire impraticable la pratique de certaines cultures de subsistance (riz, mil, etc.), ou de rente comme l'arachide, ou encore les activités de maraîchage. Le mauvais drainage observé se traduit aussi au plan physique par une sédimentation des bordures de la vallée, contribuant ainsi à une perturbation du système agricole.

4.4.2 - Impacts potentiels sur la qualité des eaux

On entend par qualité de l'eau, l'ensemble de ses propriétés physiques, chimiques et biologiques ; lesquelles sont fonction du milieu et des facteurs anthropiques.

Le changement intervenu sur le régime hydrologique de la vallée a eu des impacts sur la qualité des eaux. Les résultats de ce changement sont facilement perceptibles sur le comportement et la répartition de la végétation. Celle-ci est distribuée selon le gradient de salinité de l'eau mais aussi du sol. C'est ainsi que les espèces les plus halophiles se retrouvent surtout à de faibles profondeurs d'eau.

Par ailleurs, ne disposant pas de données sur la qualité des eaux de la vallée avant sa mise en eau, nous nous sommes appuyés sur des résultats d'analyses obtenus par le laboratoire de la Direction des Mines et de la Géologie, analyses effectuées sur des prélèvements lors de la mise en place du forage de Diaglè en 1985 et à partir d'un piézomètre implanté dans le village de Santhie Mbaye Sy en 1976.

Le choix de ces deux villages se justifie par le fait que Diaglè se situe à un kilomètre de la partie aval de la vallée c'est-à-dire au niveau du micro-barrage alors que Santhie Mbaye Sy est à environ 4 kilomètres en amont du micro barrage anti-sel.

Les résultats de ces analyses sont consignés dans le tableau ci-après.

Tableau 10 : Analyses chimiques des eaux du forage de Diaglè et du piézomètre de Santhie Mbaye Sy

	Diaglè		Santhie Mbaye Sy	
Date de prélèvement et d'analyse	22 – 08- 1985		05- 01- 1976	
pH	8,9		6,3	
Teneur par litre	mg	meq	mg	meq
Cl ⁻	33,3	0,94	10,6	0,30
NO ₃ ⁻	9,0	0,14	3,0	-
F ⁻	0,1	0,01	<0,1	-
Na ⁺	27,1	1,18	8,6	0,37

Source: LDMG, 1985

Selon la classification de Schoeller citée dans le rapport de la Direction des Mines et de la Géologie de 1985, l'eau était de bonne qualité avec les valeurs suivantes :

- ✓ Fluor (F⁻) : 0,1 mg/l – inférieure à la norme de l'OMS (1mg/l au plus) ;
- ✓ Nitrate (NO₃⁻) : 9 mg/l – la limite se situe entre (9 –22 mg/l) ;
- ✓ Le pH 8,9 l'eau est basique. L'OMS admet un pH compris entre 6,5 et 8,5 au plus ;
- ✓ Par contre, le pH à Santhie Mbaye Sy est légèrement acide (6,3).

Les conclusions tirées de ces analyses indiquent donc que les eaux de ces localités étaient de bonne qualité. Qu'en est- il maintenant ? L'absence de données récentes ne nous permet pas de répondre de façon précise à la question.

Mais on peut tout même noter quelques différences dans les valeurs des paramètres anciennement obtenues à Diaglè et Santhie Mbaye Sy, valeurs plus élevées dans la première localité. Ces différences pourraient s'expliquer par le fait que Diaglè, à la jonction de la partie continentale et marine de la vallée, est limité par le biseau salé. Dans ce contexte, un abaissement considérable du plan d'eau provoquerait une avancée du même biseau salé, contribuant ainsi à la pollution de l'aquifère par l'eau de mer.

Et la crise agricole survenue dans la vallée de Senghor depuis sa mise en eau a conduit les agriculteurs à utiliser presque inévitablement des engrais chimiques et pesticides, ceci dans le souci d'accroître les rendements. Mais le risque d'utilisation de ces produits pourra à la limite polluer le réseau hydrographique, si ce n'est déjà le cas à partir des eaux d'irrigation et de drainage.

En outre, l'utilisation de ces produits et leur application excessive entraîne une baisse du taux d'oxygène dissout quand l'insolation devient faible L  (1984). Pour r m dier à cela et être exposé à moins de risque, la solution alternative et d'accès facile reste l'utilisation du fumier traditionnel et de l'engrais vert.

4.4.3 - Impacts sur le sol

La mise en eau de la vallée de Senghor a entraîné des modifications et des impacts sur le régime hydrographique et sur les formations pédologiques. C'est ainsi que le remplissage du bassin versant de la vallée a provoqué un bouleversement de l'écosystème naturel et favorise la mise en place d'un lac artificiel sans écoulement et mal drainé. Cela a permis probablement de relever le niveau de la nappe phréatique.

Cependant, une élévation du niveau de la nappe peut engendrer une dégradation de la qualité des eaux par dissolution des sels de surface, favorisant ainsi la formation de Gley ou engorgement des sols. C'est au niveau des sols en général que l'irrigation provoque le plus grand nombre de modifications. En effet, elle favorise naturellement un lessivage des éléments nutritifs du sol si le drainage s'effectue correctement.

Mais le bassin de Senghor étant mal drainé, l'irrigation entraîne donc une sédimentation avec des répercussions sur la perméabilité des sols en fonction de la nature des éléments déposés.

Sédimentation et lessivage ont pour conséquences une dégradation de la fertilité des sols sauf dans le cas où les éléments nutritifs transportés seraient renouvelés, ce qui ne semble pas être le cas ici. En outre, l'inondation prolongée d'une partie de la vallée asphyxie les sols et les rend impropres à une utilisation agricole.

En absence de données précises sur le sol, ces conclusions très provisoires pourraient alimenter des perspectives de recherche sur le rôle de la texture et de la composition chimique des sols. Ces perspectives de recherches sont aussi extensibles à la question du rôle de la qualité des eaux sur les activités, socio-économiques, notamment agricoles et sur la répartition spatiale des espèces végétales.

4.4.4 - Impacts sur la flore et la végétation

Le changement du régime hydrographique de la vallée de Senghor lié à la mise en place du micro-barrage anti-sel a eu des impacts majeurs perceptibles sur la flore et la végétation. C'est ainsi qu'une année après la mise en eau de la vallée, la forêt galerie en amont du micro-barrage a enregistré des modifications profondes caractérisées par la disparition des espèces à *Rhizophora racemosa* et une régression sensible des espèces à *Avicennia africana* (fig. 12).

La dégradation de cette forêt galerie a eu des conséquences néfastes sur la survie de la faune aquatique ; l'aspect calme des eaux et les faibles profondeurs observées sur le site sont favorables à la reproduction et au développement de frayère grâce à une forte activité bactérienne avec d'importantes quantités de matière organique ; celle-ci étant à la base d'un vaste réseau trophique.

En plus d'énormes quantités de biomasse ont été perdues, car selon la FAO la mangrove est l'un des écosystèmes les plus productifs du monde. Un hectare de mangrove représente 300 tonnes de matière organique sèche et en produit environ 15 tonnes par an.

Cependant, une analyse des échantillons de sols à différents endroits de la vallée nous aurait aidé à mieux cerner les impacts à ce niveau.

4.4.5 - Impacts sur la faune

Le micro-barrage implanté dans la vallée de Senghor a apporté des modifications physiques sur la qualité des eaux et sur le régime hydrologique. Ces modifications ont engendré des impacts négatifs sur la vie de la faune aquatique par destruction des habitats écologiques (mangrove surtout). Cette destruction a eu pour conséquence une rupture de l'équilibre biologique entre faune et flore.

La faune naturellement trouvée dans la vallée de Senghor était assez diversifiée, faite de poissons (avec une prédominance de carpes), de reptiles (boa et de tortue) et d'oiseaux.

Les nouvelles conditions apparues avec les aménagements imposent à la plupart de ces espèces à s'adapter ou à disparaître. Les espèces de poissons qui ont l'habitude de se mouvoir sur les fonds ont perdu leur quiétude car le micro barrage constitue une véritable barrière.

Les pélicans, hérons et boas ont migré vers d'autres horizons. Cependant, le retour de certains reptiles est noté.

4.4.6 - Impacts sur la population

Les impacts sociaux désignent les conséquences des activités proposées sur les êtres humains et les collectivités (PNUE, 2002). Ils concernent les changements (planifiés ou imprévus, intentionnels ou involontaires) apportés à l'existence des personnes : la manière dont elles vivent, travaillent, interagissent et s'organisent pour survenir à leurs besoins. De plus, le caractère positif ou négatif des impacts peut varier selon Kauppien (2002).

A cet égard, les promoteurs ont parfois tendance à minimiser la perception des impacts potentiellement importants pour les populations. Après enquête, ces contraintes s'avèrent souvent fondées, d'une part parce que les perceptions affectent les comportements et, d'autre part parce qu'on sous-estime souvent les connaissances locales.

Les impacts sociaux auxquels nous nous intéressons dans cette étude concernent :

- ✓ les impacts probables sur la santé des populations ;
- ✓ les impacts sur l'activité rizicole et les activités socio-économiques.

4.4.6.1 - Impacts potentiels sur la santé des populations

Même si les maladies liées à l'eau ne sont pas encore déclarées dans la zone, les risques ne manquent pas ; l'aspect stagnant de la réserve d'eau favorisant directement ou indirectement le développement de certaines maladies ou infections.

L'eau est le lieu où se développent et se reproduisent les agents pathogènes qui se transmettent à l'homme par voie digestive (ingestion, cutanée ou bactérienne (respiration)).

Comme milieu biologique, l'eau joue en milieu tropical un rôle capital dans la transmission de certaines maladies ou infections que l'on peut diviser en deux catégories:

- ✓ les infections propagées par l'eau comme la typhoïde et les infections diarrhéiques ;
- ✓ les maladies liées à la présence d'eau comme le paludisme, la bilharziose, la schistosomiase, etc.

Ainsi le caractère « salé » de l'eau pourrait constituer un facteur limitant de développement de ces maladies.

Cependant, le moment où l'eau deviendra complètement douce, ces maladies peuvent apparaître si aucun plan de gestion de la ressource n'est mis sur place. En plus quand l'eau deviendra entièrement douce, il y aura déplacement des populations vers les périphéries irriguées, chacune apportant ses parasites, différents suivant leur origine ; ce qui peut constituer un élément de propagation des maladies. A cela s'ajouterait la multiplication des relations et contacts entre l'homme et les parasites (baignade, travail, etc.). De même l'utilisation abusive des engrais chimiques et des pesticides pour la fertilisation et l'amélioration des rendements des sols aura également des conséquences sur les populations riveraines.

4.4.6.2 - Impacts sur les activités socio-économiques

L'intervention du projet d'aménagement dans le bassin de la vallée de Senghor avait comme priorité première l'augmentation de la production du riz. Ce choix est aisément concevable quand on connaît les opportunités offertes par les bas-fonds pour une riziculture intensive et la place qu'occupe le riz dans les habitudes alimentaires des populations. En effet, le riz constitue la première denrée consommée par les populations. Et dans le contexte de la crise agricole, l'objectif de l'autosuffisance alimentaire passe nécessairement par l'accroissement de la production rizicole.

Les principales spéculations traditionnellement rencontrées dans le bassin sont le riz et le mil. D'autres cultures n on moins importantes comme le maraîchage viennent compléter la gamme. C'est là que la lutte contre la salinisation et la récupération des terres trouvent leur importance.

Cependant, on peut regretter que les résultats rizicoles obtenus depuis la mise en eau de la vallée soient de loin ceux que les populations attendaient. On peut même ne pas parler de résultats puisque aucune activité rizicole n'est pratiquée depuis l'avènement de la mise en eau de la vallée. Certains n'hésitent même pas à qualifier cette intervention de facteur aggravant. Selon les populations certaines terres autrefois très productives sont aujourd'hui pratiquement stériles.

Par ailleurs, les effets du dessalement demeurent encore peu visibles au niveau des sols et de l'eau. En plus le barrage anti-sel, par sa capacité de régulation du plan d'eau limité (Malou, 2002) favorise une inondation permanente dans sa partie aval, entre les villages de Diaglè, Santhie Berra et Senghor. Il est donc impossible de faire pousser des cultures avec succès dans un sol constamment gorgé d'eau. Même les rizières doivent parvenir à s'assécher entre deux récoltes, pour permettre une aération du sol.

L'arrêt total de la riziculture sur toute la vallée et du maraîchage sur une bonne partie a engendré des impacts sérieux sur la survie et les revenus des populations.

Cependant, les impacts ne se limitent pas à la riziculture et au maraîchage. D'autres activités de rente comme l'arboriculture pratiquée en bordure de la vallée ont également subi les effets de l'aménagement. On peut alors constater le dépérissement de certaines plantations fruitières. (Voir planche 5).



Planche 5: Etat de dégradation des manguiers en bordure de la vallée de Senghor

Cette situation constitue un énorme manque à gagner pour les propriétaires. Pour exemple avant la mise en place du micro barrage, certains paysans pratiquant l'arboriculture en bordure de la vallée gagnaient 20000 à 30000 F CFA par pied de manguiers. Actuellement ils ne récoltent que pour des 10000 à 16000 F CFA.

Un autre impact à souligner est l'arrêt de la récolte des fruits de la palmeraie à *Elaeis guineensis* induit par la régression progressive de la dite espèce, occasionnée par l'inondation prolongée de la vallée. Ce qui a des conséquences sérieuses sur l'alimentation et le revenu de certains ménages.

Cependant, nous pouvons signaler un impact positif de l'aménagement notamment en ce qui concerne l'inondation prolongée qui permet de relever le niveau de la nappe phréatique.

4.5 - Les stratégies développées par les populations

La salinisation est le problème dont les populations, surtout celles des villages riverains sont conscientes. C'est la contrainte unanimement reconnue comme majeure sur l'environnement et la vie socioéconomique des populations de la vallée. Les populations ont relativement bien compris les causes mais surtout les impacts. Les paysans affirment que pour connaître les limites des zones salées dans le paysage, il faut tout simplement regarder la végétation. Les espèces végétales les plus sensibles sont les premières à mourir. Autrefois, le paysage était verdoyant et la zone réputée pour ses performances en riziculture et en maraîchage.

La riziculture et le maraîchage constituent les deux principales activités pour lesquelles les paysans nourrissaient beaucoup d'espoir avant la réalisation du micro-barrage anti-sel. Aujourd'hui réalisé, la riziculture n'est plus pratiquée et le maraîchage est confronté à des difficultés majeures dans une bonne partie de la vallée.

Selon certains paysans, le micro-barrage anti-sel réalisé entre de Diaglè et Santhie Berra aurait fortement contribué à l'arrêt de la riziculture et plonge le maraîchage dans des difficultés ; le dessalement étant peu efficace même si le déficit pluviométrique et l'intrusion du biseau salé sont reconnus comme causes primaires. De plus, le manque d'un véritable plan d'irrigation ayant conduit à une inondation prolongée de la vallée est considéré comme la véritable cause anthropique.

Aussi pour faire face à une telle situation, les populations ont tenté d'y remédier au travers de deux options :

- ✓ la première consiste à modifier les pratiques culturelles traditionnelles et les modes d'occupation de l'espace. Cela s'est traduit par l'arrêt progressif des cultures vivrières et maraîchères habituellement pratiquées dans la vallée et leur déplacement vers les plateaux au travers de la pratique de l'arboriculture et du maraîchage.
- ✓ la seconde option consiste à quitter la zone pour aller à la conquête d'autres horizons (autres villages ou campagnes) ou la pratique d'autres activités comme la pêche. Cette option moins connue, constitue un choix, une réponse adaptative de seulement quelques propriétaires de vergers endommagés.

4.6 - Les espèces indicatrices des changements écologiques

Les indicateurs sont des paramètres ou variables qui indiquent les changements de tendance de l'état quantitatif et / ou qualitatif d'une ressource (Kane, 2005). Dans cette étude nous nous référons au caractère quantitatif. La raison de ce choix est relative à la comparaison que permet mieux un indicateur quantitatif qu'un indicateur qualitatif dont le choix et surtout l'évaluation sont teintés de subjectivisme. La conception de l'indicateur est fonction des objectifs visés. Ainsi, les indicateurs recherchés ici sont les indicateurs de résultats qui ont pour fonction de savoir si oui ou non un objectif a été atteint (PNUE, 1995).

Une espèce peut être qualifiée d'indicatrice, lorsque sa présence dans un milieu quelconque indique ou témoigne de l'existence d'un facteur ou d'une donnée bien précise affectant l'habitat. Il peut s'agir par exemple de la salinité, du pH.

Ainsi pour qu'un indicateur soit efficace, il doit répondre à un certain nombre de critères :

- ✓ il doit être facilement quantifiable, fiable et précis et refléter effectivement les variations de ce qu'il est censé indiquer.

Il permet alors :

- ✓ d'évaluer les impacts en fournissant les données qualitatives et dès fois quantitatives ;
- ✓ de détecter les perturbations qui surviennent avant qu'elles deviennent suffisamment sérieuses ;
- ✓ de déterminer concrètement le nombre et la qualité des dispositifs à mettre en place lors de la perturbation d'un milieu par l'homme et ses activités.

Par ailleurs, les espèces herbacées semblent être les indicateurs les plus fiables puisqu'elles sont plus sensibles et supportent mal les changements écologiques que les ligneux.

Ainsi comme espèces indicatrices de salinité, nous avons pu identifier en amont du micro-barrage anti-sel : *Philoxerus vermicularis*, *Mariscus ligularis*, *Sporobolus virginicus*, *Fimbristylis ferruginea*, *Avicennia africana*, *Conocarpus erectus*, *Tamarix senegalensis*.



Planche 6: *Sporobolus virginicus* et *Tamarix senegalensis* sur sol à efflorescences salines

Tamarix senegalensis est bien représentée en bordure occidentale de la vallée. Ce qui laisse supposer une présence assez élevée de sel à cet endroit.

Cependant, toutes ces espèces indicatrices supportent une submersion temporaire, mais pas prolongée. En outre, elles sont généralement présentes sous forme de mosaïques ou d'îlots le long de la vallée. Par contre, dans la dépression située à 450 m du micro barrage anti-sel nous avons rencontré un peuplement assez dense d'*Avicennia africana* et de *Tamarix senegalensis*. Une étude pédologique du site serait nécessaire pour mieux comprendre cette association.

En dehors de ces espèces reconnues comme indicatrices de salinité, nous avons également rencontré mais de façon marginale, aux alentours du pont barrage de Senghor, des espèces indicatrices d'eau douce. Il s'agit de *Marselina munita*, de *Nymphaea lotus* et de *Ludwigia leptocarpa* observées uniquement en période de submersion.

Les espèces comme *Typha domingensis*, *Paspalum vaginatum* et *Phragmites australis*, sont les plus répandues. Elles colonisent de grands espaces mais leur rôle d'indicateurs d'eau douce ou de salinité est discutable puisqu'elles ont été rencontrées aussi bien en zone salée que douce.

Elaeis guineensis peut être considéré comme indicatrice car sa régression progressive dans la partie amont du micro-barrage, témoigne d'un changement des conditions écologiques qui restent à déterminer.

La connaissance des espèces indicatrices est plus que nécessaire dans l'évaluation des projets d'aménagement notamment dans la réalisation de micro-barrage anti-sel. Mais leur détermination nécessite une étude beaucoup plus approfondie intégrant analyses pédologiques et chimiques des eaux.

Par ailleurs, et comme on peut s'en rendre compte, l'identification des indicateurs socio-économiques, importants dans l'étude des micro-ouvrages hydrauliques n'a pas été faite à cause des délais dont nous disposons pour la présente étude. L'exécution de ce dernier point pourrait apporter un complément d'information utile et reste donc une perspective.

5 - Le bilan après huit années de mise en œuvre

Le projet d'aménagement initié dans la vallée de Senghor, avec pour objectif l'amélioration du niveau de vie des populations a vite montré ses limites puisque la désalinisation n'est pas encore effective. De plus et à cause de l'inondation des terres de culture dues au mauvais drainage, la riziculture n'est plus pratiquée sur les 14170 ha de superficie du bassin versant et le long de la vallée.

A cela s'ajoute la mortalité élevée des espèces arboricoles en bordure de la vallée notamment à proximité de l'ouvrage anti-sel et à l'incapacité du barrage de réguler le plan d'eau (Malou, 2002).

Parmi les contraintes qui demeurent encore, on peut noter :

- ✓ l'insuffisance de coordination des interventions,
- ✓ l'absence de mécanismes de suivi et de mesures d'accompagnement,
- ✓ la faiblesse dans la mobilisation des ressources humaines, financières et technique,
- ✓ le manque d'initiatives.

Ainsi en cherchant à faire le bilan de huit ans de mise en eau de la vallée, le regret semble prendre le dessus si aucune initiative n'est prise pour corriger les éventuelles dysfonctionnements observés.



Discussion

Les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que la maîtrise de l'eau pour l'agriculture relève de plusieurs paramètres.

Au plan agricole, on constate que le déficit pluviométrique de plus en plus précis a des répercussions majeures sur les ressources en eau disponibles et sur les cultures inondées particulièrement la riziculture dont on a noté la dégradation progressive. C'est ainsi que Carbonnel et Hubert (1992), pensent que l'eau est le facteur limitant du développement agricole en zone tropicale compte tenu de son importance et de sa disponibilité actuelle. Cette importance s'est accrue du fait que l'agriculture est désormais reconnue comme priorité de base du développement en zone tropicale.

Sané (2003), ajoute à ce constat trois points essentiels qui ont des répercussions négatives sur le développement agricole. Il s'agit de la réduction de la durée de la saison pluvieuse et la répétition des séquences sèches, de la diminution des totaux annuels et de leur mauvaise répartition spatio-temporelle.

En dehors du déficit pluviométrique, l'augmentation de l'évaporation réduit les quantités d'eau disponibles et favorise la remontée du biseau salé, ce qui provoque la salinisation des sols surtout en zone estuarienne.

Le résultat évident de la péjoration des conditions climatiques sur les ressources en eau est la dégradation des écosystèmes naturels et des rendements agricoles entraînant ainsi une précarité des conditions de vie des paysans. Aussi la solution proposée pour faire face à cette situation est la maîtrise de l'eau de la vallée à laquelle les populations riveraines ont été en réalité peu préparées. L'intervention de la CARITAS dans la recherche de solutions aux problèmes agricoles de la vallée de Senghor est pertinente même si elle n'a pas trouvé l'adhésion de tous les paysans de la vallée.

Ainsi si le choix de procéder à la réalisation des micro-barrages anti-sel est louable, le niveau de formation et de vie actuel des paysans ne garantit pas une prise en charge avérée des ouvrages, d'autant que dans bien des cas, la production rizicole de la vallée, était autrefois entièrement auto-consommée.

Il ne semble donc pas possible de dégager de l'épargne utilisable ni pour la construction de nouveaux micro-barrages anti-sel ni même pour la maintenance des ouvrages déjà réalisés.

Ce fait indique un déficit de gestion et d'entretien des ouvrages. Ce qui concorde bien avec les conclusions de la Conférence des Nations Unies sur l'eau de 1997 qui soutient que près de la moitié des systèmes d'irrigation actuels ont besoin d'une amélioration et que, dans 40 % des cas, il s'agit d'améliorations majeures.

Par conséquent, l'aménagement proposé dans la vallée de Senghor, pour la pratique d'une riziculture durable n'a pu procurer les avantages attendus.

Par ailleurs, il a considérablement perturbé les écosystèmes naturels engendrant ainsi de nombreux problèmes environnementaux et socio-économiques. Ce qui constitue autant d'impacts négatifs sur la vie des paysans, impacts marqués l'engorgement permanent des sols, donc leur inaptitude à l'agriculture, par la disparition progressive de la palmeraie à *Elaeis guineensis* et la salinisation des sols.

L'engorgement permanent d'une partie de la vallée asphyxie les sols et rend vulnérables certaines espèces menacées d'extinction comme *Elaeis guineensis*. A cet égard, et en prenant comme exemple l'état des effectifs du peuplement, *Elaeis guineensis* est en danger d'extinction puisqu'une bonne partie des individus sont morts ou sont sur le point de l'être. Cela est en accord avec la pensée de Wilcove et al. (1993) cité par Kane (2005), qui considère qu'une espèce est en danger d'extinction à travers toute une proportion de sa population. Par contre, Reveal (1981) soutient le contraire en considérant que la rareté seulement n'implique toutefois pas que l'espèce soit en danger.

Il semble à notre avis que la disparition grandissante d'*Elaeis guineensis* soit liée ici à l'état d'engorgement de la vallée. L'arrêt de la riziculture a eu pour conséquence la prolifération des espèces envahissantes comme *Typha domingensis* et *Phragmites australis* qui occupent les surfaces autrefois exploitées pour la riziculture.

La persistance de la salinisation est due à la remontée du sel par capillarité causée par une topographie relativement plate à l'origine d'un mauvais drainage du bassin. Sheridan (1990) et Nahal (1998) soutiennent que l'irrigation mal conçue et mal gérée entraîne la salinisation et l'engorgement des sols et favorise la perte de surfaces cultivables.

En effet, pour décrire l'ensemble des processus dynamiques de la salinisation de la vallée, il est bon de rappeler quelques résultats obtenus par nos soins notamment sur les concentrations salines.

Celles-ci obtenues à partir des prélèvements en octobre 2008 dans la partie inondée de la vallée varient entre 1 ‰ et 4 ‰ et cela malgré la grande quantité de pluie enregistrée qui, de fait, a favorisé une forte dilution des eaux. Cela montre que certains endroits de la vallée sont assez salés lorsque la morphologie du sol est favorable à la remontée capillaire du sel et cause de sérieux problèmes de développement aux formations végétales.

Les observations effectuées le long des différents transects réalisés montrent que les formations herbacées ont une dynamique étroitement dépendante du changement des conditions écologiques, ce qui nous fait dire à la suite de Thiam (1986) que les formations herbacées sont plus sensibles à la variation des conditions écologiques.

Ainsi, pour ce qui est des espèces indicatrices des changements écologiques, la courte période de suivi a permis malgré tout de dégager quelques espèces comme indicatrices de salinité. Il s'agit de *Philoxerus vermicularis*, *Fimbristylis ferruginea*, *Mariscus ligularis*, *Sporobolus virginicus*, *Tamarix senegalensis*.

Nymphaea lotus et *Ludwigia leptocarpa* sont indicatrices d'une réduction ou absence de sel tandis que *Typha domingensis* et *Phragmites australis* sont indicatrices des sols saumâtres. Cependant, la courte période de suivi ne semble pas suffisante pour pouvoir définir un changement d'état qui s'inscrit dans le long terme.

Par ailleurs, la dégradation de la vallée par l'aménagement hâtif a favorisé une nouvelle occupation des sols matérialisée par une migration des producteurs en direction des plateaux.

En somme, et pour une amélioration des choses, les insuffisances et inconvénients notés dans le cadre de l'aménagement de la vallée de Senghor doivent être évalués dans l'ordre :

- ✓ d'une ouverture des vannes à une certaine période de l'année, surtout en début d'hivernage pour permettre un bon drainage ;
- ✓ d'une analyse périodique de la salinité du sol et de l'eau ;
- ✓ de la mise en place d'un comité de gestion doté des moyens financiers raisonnables pour l'entretien de chaque ouvrage ;
- ✓ d'une formation adéquate des membres du comité de gestion COSMAH ;
- ✓ d'une ouverture de la CARITAS à d'autres structures ou institutions dont les compétences sont avérées dans le domaine de l'irrigation.

- ✓ d'une véritable collaboration de la CARITAS avec les autres structures pour une bonne étude des paramètres climatiques (pluviométrie, évaporation...) et chimiques des eaux sans oublier la réalisation d'une étude topographique complémentaire permettant de mettre en évidence l'occupation des terres et leur état de submersion en fonction du niveau de l'eau dans la retenue.

CONCLUSION GENERALE

Le bassin de la vallée de Senghor, riche en ressources naturelles et humaines est aujourd'hui l'objet d'une crise agricole liée à la péjoration pluviométrique qui perdure. La période postérieure à la mise en eau de la vallée de Senghor, qui correspond aux années (2000 à 2006) est marquée par un déficit pluviométrique avec des quantités de précipitations annuelles inférieures à la moyenne de la série (678 mm). La maîtrise de l'eau constitue un élément important pour la sécurisation de la production agricole. A cet égard les contraintes y prévalant actuellement ont considérablement affecté les formations végétales et les activités agricoles. A la fragilisation des écosystèmes naturels induite par la péjoration du climat, s'ajoutent les actions anthropiques. Celle-ci est, dans une large part, responsables des différentes formes de dégradation des ressources naturelles de la vallée. Ces facteurs interviennent de différentes manières dans ce processus de dégradation. Les actions peuvent être directes ou indirectes selon leur degré d'incidence dans la dégradation des ressources naturelles.

L'intervention de la CARITAS diocésaine de Kaolack par la réalisation d'une digue de retenue d'eau et d'un micro barrage anti-sel dans la vallée avait pour objectif d'empêcher l'intrusion saline sur les terres rizicoles et permettre ainsi une intensification de la riziculture et du maraîchage.

Le bilan global de cette stratégie de développement reste bien mitigé. Il traduit une insuffisance dans le transfert de technologies car le plan d'aménagement proposé n'est pas inscrit dans la pérennité et souffre de défaillances fortes (arrêt de la riziculture dû à une persistance de la salinisation des terres). Face à cette situation les paysans ont tenté de nouvelles stratégies d'adaptation au travers de nouvelles formes d'occupation du sol caractérisées par une migration des cultures, du maraîchage et d'arboriculture sur les terres de plateaux et d'un déplacement des ruraux de ces communautés vers d'autres localités. Par ailleurs, force est de reconnaître que l'initiative de la CARITAS (par l'amélioration de la maîtrise d'eau de la vallée de Senghor), louable au plan de la stratégie de lutte contre la pauvreté et d'accroître des revenus des paysans fut décidée, semble-t-il, avec imprécision et de façon hâtive. Cet état de fait, à la lumière de la revue documentaire et de l'analyse de nos propres données de terrain, montre que la réalisation de barrages reste une opération complexe.

Elle représente un risque pour les écosystèmes. Et les mauvaises prévisions du climat ou de l'insuffisance des appréciations, des incidences et coûts tant au plan écologiques que socio-économiques peuvent conduire à des désillusions, loin des bénéfices qu'on pensait en tirer. Par conséquent, l'histoire des barrages fait état de nombreuses erreurs commises par les structures ou organismes de développement, à la suite d'étude d'impacts limitée ou même non réalisée comme dans le cas de la vallée de Senghor. Ce qui n'a pas alors permis à la CARITAS de prendre sérieusement en compte les délais de réponse souvent considérables entre une action et l'apparition de ces conséquences sur le milieu. Deux renseignements majeurs peuvent être alors tirés de cette étude :

- ✓ le premier est que les projets de développement agricole doivent considérer la complexité des systèmes de production des exploitations paysannes et traditionnelles.
- ✓ le second est que, pour être viables, ces projets ne doivent pas marginaliser les objectifs socio-économiques visés par les paysans. Il faut donc une mise en œuvre d'actions concrètes et concertées pour venir à bout des problèmes soulevés par les paysans.

L'évaluation des impacts ici esquissés nous a permis de voir que les eaux de la vallée, les sols, la végétation et la faune aquatique sont les éléments de l'environnement les plus affectés par les micro-barrages. A cela s'ajoute l'arrêt de certaines activités de subsistances et génératrices de revenus. Cette situation a plongé les paysans dans un désarroi total les poussant à se poser des questions sur l'utilité de ces ouvrages.

Devant ces impacts sur l'environnement de la vallée, des mesures de protection et de conservation doivent être adaptées afin que soit possible de rectifier les effets néfastes de ces aménagements sur les écosystèmes et activités socio-économiques des ruraux.

Pour cela il est nécessaire de pratiquer la pluridisciplinarité apte à intégrer divers savoirs scientifiques et des expériences utiles à la maîtrise de la problématique des études d'impacts des barrages, politique de développement agricole et paysan.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERHAUT (J.)**, 1967 - Flore du Sénégal. 2^{ème} édition. Dakar. Librairie Clairafrique. 485p.
- BERHAUT (J.)**, 1971 -1979 - Flore illustrée du Sénégal, 6^{ème} tome. Dakar. Librairie Clairafrique.
- BA (A.T.), SAMBOU (B.), GOUDIABY (A.), NDOUR (N.), MBOW (C.), CAMARA (A.A.)**, 1999 - Flore et végétation ligneuse de la réserve de Biosphère du Delta du Saloum : état actuel, tendances évolutives et facteurs structurants, Dakar, Rapport, UICN, 115p.
- HAMEL (C.), BHEREUR (P.)**, 1982 - Méthode d'interprétation de l'évolution spatiale et temporelle des hydrophytes vasculaires, j. bot. Soc.Bot. Bruxelles, pp – 294 - 303
- KUISEU (J.), THIAM (A.), BA (A.T.)** 2001 – Impacts de deux barrages sur les végétations halophytiques et hydrophytiques du delta du fleuve Sénégal. J.bot. Soc. Bot. France.
- BHEREUR (P.), HAMEL (C.)**, 1997 – Influences des crues saisonnières sur le comportement de la végétation aquatique et riparienne dans le Haut-Richelieu et la baie Missisquoi. Rapport préparé pour le comité d'impact sur l'environnement du Bureau international Champlain-Richelieu. Univ de Québec à Montréal. 294 –303.
- CARBONNEL (J.P.), HUBERT (P.)**, 1985 - Pluviométrie en Afrique de l'Ouest soudano-sahélien : Remise en cause de la stationnarité des séries. In l'Aridité, une Contrainte au Développement : Caractérisation, Réponses Biologiques et Stratégies des Sociétés. ORSTOM éditions, pp 37-51.
- COGEL (F.X.), GAC (J.Y.), THIAM (A.)**, 1993 - Premiers effets des barrages du fleuve Sénégal sur le lac de Guiers. Rev. Hydrobiol. Trop 26 (2) : 105-117.
- DIAW (A.T.), THIAM (M. D.)**, 1992 - Le régime des marées à Djifère (Saloum, Sénégal). In « Actes de l'Atelier de Gestion des ressources côtières et littorales du Sénégal » A.T. Diaw et al. Eds, UICN - BRAO, pp 77-86.
- DIAW (A.T.)**, 1997 - Evolution des milieux littoraux du Sénégal. Géomorphologie et Télédétection. Doctorat d'Etat. Univ. Paris I, Panthéon Sorbonne, Paris, 270p.
- DOYEN (A.)**, 1983 - Impacts sur l'écosystème « forêt » de petits barrages (Basse Casamance). Comm. Prés. en commission 2 et 3. Coll. Sur les barrages, Thiès 11-16 av.

- DIEYE (E.B.)**, 2007 - Les ensembles littoraux de la lagune de Joal Fadiouth et de l'estuaire du Saloum (Sénégal) : Approche méthodologique de la dynamique de la mangrove entre 1972 et 2005 par Télédétection et Systèmes d'Information Géographique (SIG). Doctorat du 3^e cycle. ITNA/FST/UCAD, 248p.
- FAYE (V.M.)**, 2004 - Etat actuel des peuplements de *Typha domingensis* (Pers) dans le Delta du fleuve Sénégal et étude au laboratoire de la germination de la plante. Mém. DEA. Inst. Sciences. Environ. FST/UCAD, 58 p
- GAYE (D.)**, 1987 - Evaluation des projets de développement agricole sur l'environnement de Basse Casamance. Mém. DEA. Inst. Sciences. Environ. FST/UCAD, 129 p
- HERVIEU (J.)**, 1968 - « Contribution à l'étude de l'alluvionnement en milieu tropical ». Mém. ORSTOM, 24, 465p.
- ISE (2000)**, - Récupération des terre salées dans la communauté rurale de Djilor. Rapport de la visite Pédagogique effectuée du 12 au 17 juillet- sortie pédagogique annuelle, 33p.
- ISE (2001)**, -Rapport de la visite Pédagogique effectuée au Delta du Saloum du 09 au 14 juillet- sortie pédagogique annuelle, 18p.
- KUISEU (J.)**, 1998 - Flore et végétation aquatique du Delta du fleuve Sénégal. Mém. DEA. Inst. Sciences. Environ. FST/UCAD. 56p.
- KANE (M.L.)**, 2005 - Essai de construction d'indicateurs biologiques pour le suivi et l'évaluation de l'état de la dynamique de la flore et la végétation ligneuses dans la périphérie de la réserve de biosphère du Niokolo koba (Sud – Est du Sénégal). Doctorat de 3^e cycle. Inst. Sciences. Environ. FST/UCAD. 84p
- LEBIGRE (J.M.)**, 1983 - « Les tannes, approche géographique ». Rev. Géog. de Madagascar, N° 43, 63p.
- LO (M.)**, 1984 - Esquisse d'Evaluation des Impacts des projets de barrage de l'OMVG sur les écosystèmes du fleuve Gambie. Mém. DEA. Inst. Sciences. Environ. FST/UCAD. 177p
- MaB-Group** consultatifs sur le projet 9, 1974 - Evaluation écologique des conséquences de l'utilisation des pesticides et des engrais sur les écosystèmes terrestres et aquatiques (partie pesticide), rapport final N° 24 – Paris, Unesco, 46p.
- MARIUS (C.)**, 1974 - Les sols de l'estuaire du Saloum. Rapport ORSTOM (IRD). Dakar. 25p.
- MARIUS (C.)**, 1979 - Les mangroves du Sénégal : Ecologie, Pédologie. Dakar ORSTOM. 84p.

- MARZOUK (Y.)** 1987,- Aménagement Hydroagricole; Participation populaire développement intégré/Afrique subsaharienne Rapport ORSTOM. Dakar.458p.
- MCD/ACCT** : - Environnement et développement rural. Guide de la gestion des ressources naturelles, éd. Frison Roche, Paris 1992, 418p.
- MOERKER (K.)**, 2000 - *Typha domingensis* spp [http:// www. Weedman.horshan.net.au/Weeds/typha-spp/typha](http://www.Weedman.horshan.net.au/Weeds/typha-spp/typha).
- NAHAL (I.)**, 1998 - Principes d'agriculture durable éd. ESTEM.Paris.121p.
- NIASS (S.)**, 1993- Incidences des barrages de Diama et de Manantali sur l'environnement et la pêche dans le lac de Guièrs. Mém. DEA. Inst. Sciences. Environ. FST/UCAD, 103 p
- OMVS** - Evaluation des effets sur l'environnement d'aménagements prévus dans le Bassin du fleuve Sénégal. Rapport partiel sur la qualité de l'eau. GFC. Inc. ORGATEC, s.d. 81p.
- OMVS**, 1981- Preliminary engineering studies for the Bridge Barrage of Yellitend in the Gambia River. Final report. Ameers fort, NEDECO. p.1-/ 8-3.
- ROBERT (V.)** - Pratique d'une étude sur les conséquences paludologiques de la construction d'un barrage. Comm. Prés. en Commission 2 et 3.Coll. sur les barrages. Thiès, 11-16 av.
- SANE (T.)**, 2003 - La variabilité climatique et ses conséquences sur l'environnement et les activités humaines en haute- Casamance. Doctorat de 3^e cycle. Dép. Géo FLHS / UCAD. 366p
- SARR (A.)**, 1996 - Les groupements végétaux de la Basse vallée du Ferlo (Sénégal). Mém. DEA. Inst. Sciences. Environ. FST/UCAD. 57p.
- THIAM (A.)**, 1984 - Contribution à l'étude phyto éco-logique de la zone de décrue du lac de Guièrs (Sénégal). Doctorat de 3^e cycle. Inst. Sciences. Environ. FST/UCAD, 105 p
- THIAM (M.D.)**, 1986 - Géomorphologie, Evolution et Sédimentologie des terrains salés du Sine Saloum. Doctorat de 3^e cycle. Univ. Paris I, Panthéon Sorbonne, Paris, 186p.
- VANDHEN BERGHEN (C)**, 1982 - Initiation à l'étude de la végétation 3^e éd, jardin botanique, national de Belgique, 1860, 263p.
- WERNER (B.)**, 1995 - Exploitation et gestion de la mangrove de la Réserve de la Biosphère du Delta du Saloum (Sénégal). Univ. des Sciences Agronomiques de Gembloux, UEF de Sylviculture, Belgique, 95p.
- WWW**. Les-mares. Com / html / flore / les roseaux php-46k.

ANNEXES

ANNEXE 1 : GUIDE D'ENTRETIEN POUR LA CARITAS

Présentation des objectifs et explication de l'outil

Présentation de la structure

Historique de la Caritas

Mission, fonctionnement et moyens

Moyens financiers

Moyens matériels

Moyens humains

Partenaires

Domaine d'intervention

Activités développées

Les types d'ouvrages réalisés

Pourquoi et Comment ?

Les bénéficiaires de ces ouvrages

La participation des populations

- au plan organisationnel
- au plan financier (contribution des populations).

Les résultats obtenus après la mise en fonction des ouvrages : pendant combien de temps ?

Les conséquences des ouvrages

- sur la flore et la végétation ;
- sur la nappe phréatique (niveau des puits) ;
- sur le sol (salinisation) ;
- sur la santé des populations
- sur les activités socio-économiques.

Les problèmes rencontrés

Les types de problèmes

Les causes des problèmes

Les acteurs

Les solutions préconisées.

ANNEXE 2 : GUIDE D'ENTRETIEN RELATIF AUX CHEFS DE VILLAGE

Présentation des objectifs et explication de l'outil

Nom du village

Signification du nom du village

L'année ou la période de fondation du village

Premier site d'implantation

Les habitants du village

Les activités agricoles dans le village (cultures vivrières, de rente, arboriculture)

Les activités d'élevage (bovin, caprin, équin)

Les organisations socio-économiques existantes dans le village

Les structures d'appui intervenant dans le village-Le nom de la ou des structures d'appui

L'année de démarrage de ses activités

Ses partenaires dans le village (hommes, femmes ou jeunes)

Son domaine d'intervention

Perception des micro-barrages

Les problèmes rencontrés

- les types de problèmes
- les causes de ces problèmes
- les acteurs

Les solutions préconisées

ANNEXE 3 : GUIDE D'ENTRETIEN POUR UN FOCUS GROUP RELATIF AUX ELEVEURS

Présentation des objectifs et explication de l'outil

Le type d'élevage (extensif ou intensif).

Les espèces élevées (bovin, caprin, équin).

La taille du cheptel

Le lieu de pâturage (champ, forêt classée, bois villageois).

Evolution des pâturages

Le parcours du bétail

Les revenus tirés de l'élevage

Perception des micro-barrages par rapport à votre activité

Les difficultés rencontrées dans l'exercice de votre activité

- -sur le plan sanitaire ;
- -sur le plan organisationnel ;
- -sur le plan économique ;

Les rapports avec les éleveurs d'autres terroirs

Les problèmes rencontrés

- les causes de ces problèmes ;
- les acteurs ;
- les types de problèmes ;

Les solutions préconisées

ANNEXE 4 : GUIDE D'ENTRETIEN POUR UN FOCUS GROUP RELATIF AUX AGRICULTEURS

Présentation des objectifs et explication de l'outil

Mode d'acquisition des terres (prêt, location, héritage).

La superficie des champs

Les espèces cultivées (cultures vivrières, de rente, maraîchage, arboriculture).

Les revenus tirés de l'agriculture

La satisfaction des besoins avec les revenus tirés de l'agriculture

Les relations avec les structures d'appui au développement

Les contraintes liées à l'activité agricole :

- la qualité du sol ;
- techniques de cultures ;
- la qualité de l'eau.

Les solutions à ces contraintes

Perception des micro-barrages par rapport à vos activités.

Les problèmes rencontrés

Existe-il des conflits d'occupation des terres ?

- types de conflits
- les causes
- les acteurs

Les solutions préconisées

ANNEXE 5 : GUIDE D'ENTRETIEN POUR UN FOCUS GROUP RELATIF AUX TRADIPRATICIENS

Présentation des objectifs et explication de l'outil

Historique

Comment êtes-vous devenus tradipraticien ?

Est-ce par héritage ou par apprentissage ?

Le nombre de tradipraticiens existants ?

Le nombre d'abandon ; si oui

Les causes de l'abandon

Le lieu de cueillette des plantes

Votre perception des micro-barrages

Les conséquences des micro-barrages sur la flore et la végétation

Existe-il des espèces :

- apparues ;
- disparues ;
- en expansion ou en régression.

Les problèmes rencontrés :

- les types de problèmes
- les causes
- les acteurs

Les solutions préconisées.

ANNEXE 6 : GUIDE D'ENTRETIEN RELATIF AUX ORGANISATIONS VILLAGEOISES

Présentation des objectifs et explication de l'outil

Les différentes organisations du village

La durée d'existence de cette ou de ces organisations

- organisation traditionnelle ;
- organisation d'entraide ;
- groupement de promotion féminine ;
- autres.

Les motifs de création de ces organisations

Le domaine d'intervention de cette ou de ces organisations

La relation entre les différentes organisations. Si oui, les types de relation ; Si non, pourquoi ?

Relations entre les organisations villageoises et les structures d'appui intervenant dans le village.

Perception des micro-barrages

Les raisons de la mise en place des micro-barrages

La nature de la participation des populations à la mise en place de ces micro-barrages

Les avantages et inconvénients de ces ouvrages

Existe-il une diversification des activités socio-économiques après la mise en place des micros-barrages?

- sur les écosystèmes ;
- sur la gestion des terres ;
- sur vos diverses activités ;
- les problèmes rencontrés ;
- les types de problèmes ;
- les causes ;
- les acteurs ;
- la résolution de ces problèmes.

Annexe 7: Liste des espèces récoltées

ACANTHACEAE	COMBRETACEAE
<i>Asystasia gantica</i>	<i>Anogeisus leiocarpus</i>
<i>Blepharis maderaspatensis</i>	<i>Combretum micranthum</i>
<i>Monechma ciliatum</i>	<i>Combretum paniculatum</i>
<i>Nelsonia canescens</i>	<i>Conocarpus erectus</i>
<i>Peristrophe bicalyculata</i>	<i>Laguncularia racemosa</i>
AMARANTHACEAE	CONVOLVULACEAE
<i>Philoxerus vermicularis</i>	<i>Ipomoea asarifolia</i>
APOCYNACEAE	<i>Ipomoea eriocarpa</i>
<i>Strophantus sarmentosus</i>	CYPERACEAE
ASCLEPIADECEAE	<i>Cyperus exculentus</i>
<i>Calotropis procera</i>	<i>Fimbristylis ferruginea</i>
<i>Leptadenia hastata</i>	<i>Fuirena ciliaris</i>
<i>Pergularia daemia</i>	<i>Fuirena umbellata</i>
ASTERACEAE	<i>Mariscus ligularis</i>
<i>Acanthospermum hispidum</i>	EUPHORBIACEAE
<i>Ageratum conyzoides</i>	<i>Alchornea cordifolia</i>
<i>Aspilia helianthoides</i>	<i>Chrozophora senegalensis</i>
<i>Blainvilea gayana</i>	LAMIACEAE
<i>Blumea aurita</i>	<i>Hiptis spicigera</i>
<i>Lactuca intybacea</i>	<i>Hiptis suaveolens</i>
<i>Sphaerantus senegalensis</i>	LYTHRACEAE
CAESALPINIACEAE	<i>Ammania auriculata</i>
<i>Bauhinia variegata</i>	MALVACEAE
<i>Cassia occidentalis</i>	<i>Hibiscus asper</i>
<i>Cassia obtusifolia</i>	<i>Sida rhombifolia</i>
<i>Detarium senegalense</i>	<i>Sida urens</i>
<i>Erythrophlaeum africanum</i>	<i>Urena lobata</i>
<i>Parkinsonia aculeata</i>	MARSILEACEAE
	<i>Marselea munita</i>

MELIACEAE	PAPILONACEAE
<i>Azadirachta indica</i>	<i>Abrus precatorius</i>
<i>Khaya senegalensis</i>	<i>Aeschynomene indica</i>
MENISPERMACEAE	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>
<i>Celtis integrifolia</i>	<i>Crotalaria retusa</i>
MIMOSACEAE	<i>Indigofera astragalina</i>
<i>Acacia nilotica</i>	<i>Indigofera hirsuta</i>
<i>Acacia polyacantha</i>	<i>Indigofera secundiflora</i>
<i>Acacia seyal</i>	<i>Lonchocarpus sericeus</i>
<i>Albizzia chevalieri</i>	<i>Rhynchosia minima</i>
<i>Dichrostachys glomerata</i>	<i>Sesbania paschicarpa</i>
MORACEAE	<i>Tephrosia pedicellata</i>
<i>Ficus capensis</i>	RUBIACEAE
<i>Ficus congensis</i>	<i>Nauclea latifolius</i>
<i>Ficus sycomorus</i>	<i>Nitrocarpus vilosus</i>
NYMPHEACEAE	<i>Spermacoce radiata</i>
<i>Nymphaea lotus</i>	<i>Spermacoce stachidea</i>
<i>Nymphaea micrantha</i>	POACEAE
ORNAGRACEAE	<i>Andropogon gayanus</i>
<i>Ludwigia adscendante</i>	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>
<i>Ludwigia erecta</i>	<i>Enteropogon prierii</i>
<i>Ludwigia leptocarpa</i>	<i>Eragrostis tennela</i>
PALMACEAE	<i>Eragrostis tremula</i>
<i>Elaeis guineensis</i>	<i>Imperata cylindrica</i>
<i>Phœnix reclinata</i>	<i>Paspalum vaginatum</i>
PARKENIACEAE = FOUGERES	<i>Phragmites australis</i>
<i>Ceratopteris cornuta</i>	<i>Pennisetum pedicellatum</i>
PASSIFLORACEAE	AVICENNIACEAE
<i>Passiflora foetida</i>	<i>Avicennia africana</i>

SOLANACEAE	TILIACEAE
<i>Solanum nigrum</i>	<i>Corchorus aestuans</i>
STERCULIACEAE	<i>Corchorus olitorius</i>
<i>Cola cordifolia</i>	<i>Corchorus trilocularis</i>
<i>Walteria indica</i>	<i>Triumphetta pentandra</i>
TARICACEAE	TYPHACEAE
<i>Tamarix senegalensis</i>	<i>Typha domingensis</i>
RHIZOPHORACEA	VERBENACEAE
<i>Rhizophora racemosa</i>	<i>Phyla nodiflora</i>

ANNEXE 8 : PLANCHES D'ILLUSTRATION



Planche 7 : Etat de dégénérescence avancé d'un jeune pied d'*Elaeis guineensis* par inondation permanente



Planche 8 : Puits abandonné par intrusion saline



Planche 9 : Peuplement de *Phragmites australis* en aval de vallée de Senghor



Planche 10 : Etat de la dégradation de la mangrove après la mise en eau de la vallée de



Planche 11 : Etat de dégradation des manguiers en bordure de la vallée de Senghor



Planche 12 : Envahissement des espaces rizicoles par *Typha domingensis* dans la vallée de Senghor