



PROJET DE GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES
EN EAU ET DE DÉVELOPPEMENT DES USAGES
MULTIPLES DANS LE BASSIN DU FLEUVE SÉNÉGAL
(PGIRE)

RAPPORT N°4

**PRODUCTION D'INFORMATION
GEOGRAPHIQUE SUR LA ZONE DU DELTA**

OBJET :

**RENFORCEMENT DES CAPACITES DE L'OMVS POUR
EVALUER ET SUIVRE LA COUVERTURE VEGETALE ET LA
BIOMASSE DES PLANTES AQUATIQUES
ENVAHISSANTES DANS LA VALLEE DU FLEUVE PAR
L'UTILISATION DE LA TELEDETECTION**

Pr Patrice SANOU

PhD Technologies spatiales
Gestion des ressources naturelles
CONSULTANT

juin 2019

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
INTRODUCTION.....	4
CADRE THEORIQUE DE LA PRODUCTION DES INFORMATIONS SUR LE TYPHA ..	6
I. PROBLEMATIQUE DE LA ZONE D’ETUDE	7
II. REVUE DOCUMENTAIRE SUR LES PLANTES ENVAHISSANTES	10
III. OBJECTIFS DE L’ETUDE.....	15
1. La production des informations sur le typha.....	15
2. La plateforme technique et thématique de suivi du typha	15
3. Développement de compétences	15
CADRE METHODOLOGIQUE DE PRODUCTION DES INFORMATIONS	
GEOSPATIALE.....	16
I. OUTILS ET METHODES DE L’ETUDE.....	17
1. Le tableau conceptuel.....	17
2. Les sources et outils de collecte et traitement des données	19
3. Méthodes de recherche.....	21
II. METHODOLOGIE DE L’ETUDE	22
1. Préparation	22
2. Production des données et informations	23
CARACTERISTIQUES DE LA ZONE D’ETUDE	25
I. SITUATION GEOGRAPHIQUE	26
II. ETAT PHYSIQUE DU MILIEU	26
1. Climat.....	26
2. Bassins versants	26
3. Qualité des eaux	27
4. Géomorphologie	27
5. Géologie.....	27
6. Pédologie.....	28
7. Formations naturelles	29
8. Zones humides	29
III. ETAT SOCIOECONOMIQUE	29
1. Réalizations hydrauliques	29
2. Utilisation des terres	30
3. Activités	30
4. Démographie.....	32
ANALYSE D’ÉTAT D’OCCUPATION DU DELTA DU FLEUVE SENEGAL.....	33
I. ETAT D’OCCUPATION DES TERRES	34
1. Etat de l’occupation des 1979, 1999 et 2010	34
2. Changements des unités de l’occupation des terres de 1979 à 2010	38

II.	DYNAMIQUE DE L'OCCUPATION DES TERRES	40
1.	La dynamique de l'occupation des terres de 1979 à 1999	40
2.	La dynamique de l'occupation des terres de 1999 à 2010	41
3.	La dynamique de l'occupation des terres de 1979 à 2010	42
4.	L'état actuel de l'occupation des terres (2018).....	42
SUIVI DES PLANTES ENVAHISSANTES DU DELTA DU FLEUVE SENEGAL		48
L'analyse de l'occupation des terres a permis de comprendre certaines valeurs de développement du Typha. Cela a aidé dans la définition de la stratégie de suivi.		
I.	ANALYSE D'ENVAHISSEMENT PAR LE TYPHA	49
1.	Importance spatiale du Typha	49
2.	Le niveau de développement végétatif du Typha (biomasse).....	50
La connaissance du développement végétatif du Typha (tableau n°9 et carte 8) permet d'envisager certaines exploitations ou même de comprendre ses sites privilégiés d'expansion pour éventuellement créer des conditions qui le freine.		
3.	Mode de propagation du Typha	52
II.	LE PROTOCOLE DE SUIVI.....	54
III.	SITES DE SUIVI DU TYPHA	57
IV.	LA PLATEFORME D'INFORMATION	60
CONCLUSION		65
BIBLIOGRAPHIE		68
ANNEXES		71

INTRODUCTION

L'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) a pour but d'assurer une gestion durable des ressources en eau afin de sécuriser les économies des Etats-membres et de réduire la vulnérabilité des moyens de subsistance des populations fortement liés à la présence de l'eau au niveau du bassin. L'OMVS, créée en 1972, dans un contexte de sécheresses sévères et de détérioration des ressources naturelles regroupe quatre pays riverains du fleuve Sénégal qui sont : la République de Guinée, la République du Mali, la République Islamique de Mauritanie et la République du Sénégal

Malheureusement le constat reste le même ces cinquante dernières années avec une dégradation globale qui met en péril le bien-être des populations. Deux principaux facteurs ont pu exercer une pression sur l'environnement au cours de ces années :

- (a) la variabilité et les changements climatiques ;
- (b) le développement des infrastructures (principalement la construction de barrages).

Les impacts de ces facteurs ont été aggravés par la croissance démographique et l'expansion des mauvaises pratiques agricoles. L'effet le plus alarmant aujourd'hui sur le bassin du fleuve est le développement massif des plantes aquatiques envahissantes, en particulier le Typha. La construction du barrage de Diama en permettant le maintien d'un plan d'eau douce a pu favoriser cela. Ainsi, les rives des cours d'eau de même que les plans d'eau peu profondes sont envahies par ces plantes aquatiques qui empêchent la pénétration de l'oxygène et de la lumière. Ceci a de graves répercussions sur la vie de la faune et de la flore submergées et plus particulièrement des populations de poissons. Elles favorisent également la prolifération des vecteurs de maladies d'origine hydrique en particulier le paludisme et la bilharziose dont les taux de prévalence sont élevés dans le bassin. En plus de leurs impacts socio-économiques immédiats et visibles, les plantes aquatiques envahissantes affectent la stabilité écologique du bassin du fleuve Sénégal.

La présente étude veut contribuer à mieux comprendre et suivre l'ensemble de ces préoccupations environnementales par l'utilisation de la télédétection et des SIG pour faire l'inventaire et le suivi de la distribution spatiale des plantes aquatiques envahissantes, le typha en particulier.

**CADRE THEORIQUE DE LA
PRODUCTION DES INFORMATIONS
SUR LE TYPHA**

La spécificité de la présente étude réside dans l'exploitation d'outils de télédétection pour non seulement comprendre le mode spatial de développement des plantes envahissantes mais aussi tester leurs capacités dans l'objectif d'un suivi permanent et à long terme. L'étude a alors planté le décor des plantes envahissantes dans le delta et examiné les acquis qui ont été obtenus à partir d'exemples de recherche puis déterminé les données pouvant faire l'objet d'une exploitation en télédétection.

I. PROBLEMATIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'intervention de l'étude concerne **le delta du fleuve Sénégal** (Mauritanie et Sénégal).

En effet la construction et la mise en service du barrage de Diama ont modifié le régime du fleuve et des axes hydraulique associés dans sa partie aval selon l'étude BRL (schéma hydraulique du département de Podor). Le barrage de Diama peut influencer le niveau d'eau jusqu'à environ 300 km en amont pendant l'étiage (soit jusqu'à Boghé - Demeth si on ne tient pas compte des méandres) lorsque le plan d'eau en amont du barrage est géré à la cote +2,50 m IGN : le rehaussement ainsi provoqué par rapport à l'écoulement naturel, croît avec le niveau maintenu dans la retenue et décroît avec la distance au barrage et avec le débit arrivant de l'amont.

Ainsi le Programme de restauration des axes hydrauliques est intervenu suite aux impacts constatés suite à la construction des ouvrages communs (Diama et Manantali) sur le régime du fleuve et des affluents et défluent. Ce programme a concerné en son temps le Mali, la Mauritanie et le Sénégal.

Du point de vue de la gestion des lignes d'eau dans les axes hydrauliques la zone du programme cité ci-dessus, était divisée en trois parties :

- la Basse Vallée et le Delta sous influence de Diama, est comprise entre Diama et Boghé/Demeth;
- la partie amont de la Basse Vallée et la Moyenne Vallée entre Boghé/Demeth et Gouraye/Bakel;
- la Haute Vallée en amont de Bakel.

Dans le cadre de ce programme de restauration des axes hydrauliques ces 3 zones présentent des problématiques particulières :

- la zone aval est particulièrement touchée par l'envahissement par la végétation aquatique;
- la zone médiane où l'envahissement par les plantes aquatiques est plus localisé en fonction des conditions spécifiques locales, mais où prédominent les phénomènes d'ensablement et d'envasement des axes;
- la zone amont où prédominent les phénomènes d'instabilité des berges et d'érosion hydrique.

Dans la zone aval, le lit majeur du fleuve est constitué de vastes dépressions dont l'altitude varie de 0,5 m IGN à 5,0 m IGN. Une partie importante des superficies est donc située à des altitudes inférieures à la cote du plan d'eau du réservoir de Diama. Cette situation topographique favorable a permis le développement des cultures irriguées. Les sols sont de texture fine, faiblement drainés surtout dans le Delta, soumis à la salinisation.

Dans la Moyenne Vallée, il existe également de vastes plaines submersibles pendant la crue. La différence majeure avec la Basse Vallée et le Delta est, que compte tenu de leur altitude, ces plaines ne sont inondées que pendant l'hivernage si le niveau des crues est suffisant.

L'écrêtement des crues par le barrage de Manantali a un impact négatif important sur la submersion de ces cuvettes. Le lit moyen du fleuve dans la Moyenne Vallée est soumis à l'ensablement. Les affluents et défluent voient leur hydraulité réduite par ces phénomènes.

Dans la Haute Vallée, la largeur du lit majeur est très réduite et avec l'écrêtement des crues, ces plaines ne sont plus inondées que rarement. Le déboisement des rives les rend plus vulnérables à l'érosion hydrique et au sapement des berges.

Le bassin du fleuve Sénégal compte plus de trois millions cinq cents d'habitants dont 70% vivent près du fleuve. Le taux de croissance démographique est élevé (environ 3% par an) en partie du fait de l'immigration dans la Basse Vallée et le Delta, phénomène dû notamment aux emplois offerts dans l'agriculture et l'agro-industrie.

La base de l'économie de la zone reste l'agriculture au sens large.

On trouve dans cette zone côte à côte des modes de production traditionnels (cultures de décrue, élevage et pêche) et des périmètres collectifs et privés, modernes, irrigués par pompage de l'eau du fleuve ou de ses affluents.

Les cultures de décrue (principalement le sorgho) sont pratiquées dans les cuvettes du lit majeur du fleuve, inondées annuellement lors de la crue du fleuve.

L'élevage traditionnel extensif des nomades, des transhumants et des sédentaires est basé sur l'utilisation des parcours naturels et post-culturels de décrue. Les animaux pâturent pendant l'hivernage sur les terres du Diéri et la proche zone sylvopastorale du Ferlo, et pénètrent dans le Walo en saison sèche. Au cours des trente dernières années, la sécheresse, la construction des barrages, l'endiguement du fleuve et le développement des aménagements hydro-agricoles ont entraîné une forte diminution des parcours pastoraux.

La pêche était une activité importante dans le fleuve Sénégal. Son importance économique a fortement diminué à cause de la baisse de la productivité halieutique du fleuve et de la concurrence du poisson de mer qui est commercialisé tout au long de la vallée. La productivité halieutique du fleuve et des principaux axes hydrauliques a été affectée par l'écrêtage des crues et la baisse de la qualité de l'eau due à l'invasion par les végétaux aquatiques. Dans la Basse Vallée et le Delta, tant en rive droite qu'en rive gauche, les pêcheurs se plaignent des difficultés qu'ils rencontrent à cause des végétaux aquatiques.

L'agriculture irriguée : Les terres arables sur les deux rives du Sénégal sont estimées à 500.000 ha, sur lesquels le potentiel irrigable par les barrages de Diama et de Manantali représente 375.000 ha (240.000 ha au Sénégal, 130.000 ha en Mauritanie et 5.000 ha au Mali). Cependant le rapport sur l'actualisation du Plan Régional pour l'Amélioration des Cultures irriguées (PARACI), de 2017, note un potentiel de 408 900 ha avec les ajouts venant de la Guinée: 19 600 ha et du Mali qui passe de 5 000 à 19 300 ha.

*Cependant, il faut signaler que la SONADER estime le potentiel de terres irrigables de la Mauritanie à 135 000 ha.

Les périmètres aménagés couvrent environ 130.000 ha, dont seulement 60% sont effectivement mis en valeur. Cette situation résulte d'un certain nombre de contraintes qui ont entraîné le phénomène de l'abandon des terres, observé depuis plusieurs années. Parmi ces contraintes, on mentionnera plus particulièrement la faible capacité de gestion des groupements de producteurs, le problème récurrent de la commercialisation du riz destiné au remboursement du crédit, l'endettement des paysans, la dégradation des périmètres en général, les coûts élevés de l'électricité, du gasoil et des pièces de rechange et l'invasion des axes hydrauliques par la végétation aquatique qui fait objet de la présente étude.

II. REVUE DOCUMENTAIRE SUR LES PLANTES ENVAHISSANTES

La prolifération des espèces envahissantes constitue un problème majeur dans le bassin du fleuve Sénégal et notamment dans le delta. En effet, la mise en service des barrages de Diama et de Manantali, à la fin des années 80, a entraîné des changements sur l'hydrologie, la qualité des eaux du fleuve Sénégal. A partir des « années 90 », il a été noté un développement fulgurant des plantes aquatiques telles que le *Typha australis* et le *Pista stratiote* qui affectent la qualité de l'eau, gênent l'accès au fleuve, entravant ainsi les activités de développement telles que l'irrigation, la pêche, etc. Ces espèces envahissantes peuvent également menacer la biodiversité aquatique.

Les plantes aquatiques envahissantes ont fait l'objet de plusieurs rapports, études et projets dans la zone du delta du fleuve Sénégal. Il convient de noter que plusieurs stratégies de gestion efficaces et efficientes ont été difficiles à mettre en œuvre au niveau de cette zone pour contenir la prolifération de ces plantes.

MBOUP M. (2014), dans sa thèse de doctorat, a abordé la problématique des végétaux aquatiques dans le delta du fleuve Sénégal. Elle a montré que les changements socio-environnementaux qui se sont effectués dans le delta du fleuve Sénégal sont une manifestation du degré de perturbation des écosystèmes.

Les outils de télédétection spatiale et de phytoécologie utilisés, ont permis d'une part de discriminer la végétation aquatique et d'autre part d'étudier l'influence de quelques facteurs écohydrologiques sur le développement du *Typha domingensis* et les impacts de ce dernier sur la sécurité alimentaire et les activités socioéconomiques. Les résultats indiquent que la prolifération de *Typha* a colonisé plus de 164 000 ha avec une progression de 4% entre 1984 et 2010. Ce fait entrave beaucoup d'activités (pêche, agriculture irriguée, approvisionnement en l'eau potable) dans la zone.

Les travaux de MBOUP sont corroborés par l'étude de faisabilité du **Programme de Restauration du Réseau Hydraulique du Bassin du fleuve Sénégal (2004)**, commanditée par la Société de Gestion et d'Exploitation de Diama (SOGED) qui a mis en exergue l'évolution de la qualité des eaux du fleuve et les nouvelles conditions écologiques favorisant la prolifération des végétaux aquatiques (particulièrement le *Typha*, mais aussi *Pistia*, *Phragmites*, et *Salvinia* notamment) grâce à la présence de nutriments en quantités suffisantes (azote et phosphore provenant des rejets dans les axes hydrauliques des eaux non traitées de drainage de cultures). Ainsi, en moins de dix ans, la plupart des axes hydrauliques inondés en

permanence ont été envahis par la végétation aquatique qui menace la survie économique des populations, la biodiversité naturelle de la zone (alimentation en eau des périmètres irrigués, des dépressions naturelles des Lacs de Guiers et de R'Kiz, des cuvettes de décrue et des zones de pâturage) et l'approvisionnement en eau de Nouakchott, de Dakar et des villes riveraines. La superficie estimée de la végétation aquatique est de plus de 100.000 ha dont environ 18.000 ha pour la retenue de Diama (soit plus de 40% de la superficie de la retenue).

L'attention en identification de ces plantes envahissantes se renforce. Ainsi lors de La présentation orale faite à l'occasion du 2ème colloque scientifique de la Société Française de Télédétection Hyperspectrale à l'ONERA de Toulouse (18 et 19 juin 2012) par Mboup **M., Berger J-C., et Beltrando G. (2012)**, l'accent a été mis sur une *Cartographie par télédétection de la végétation envahissante des zones humides du delta du fleuve Sénégal avec le satellite hyperspectral EO-1 Hyperion*. La télédétection (comme outil de suivi), permet de montrer, d'une part, que le typha vit souvent en association avec d'autres espèces envahissantes comme le Phragmites australis et d'autre part qu'il peut avoir des propriétés spectrales proches de celles du riz et de la canne à sucre à certains stades phénologiques. Les menaces restent réelles sur les zones humides et les systèmes de production connexes (accès à l'eau, impacte sur la pêche, l'irrigation...).

Il faut donc approfondir les connaissances sur ces plantes envahissantes en termes de caractérisation et de mode de développement afin d'orienter les actions de contrôle et de lutte. Dans sa thèse sur la zone de décrue du lac de Guiers, **Thiam A. (1984)**, a, d'une part fait la description et l'étude phytosociologique des groupements végétaux hydrophytiques et d'autre part, analysé les conditions écologiques principales édaphiques qui contrôlent le développement des macrophytes de la plaine d'inondation du lac de Guiers. Il s'agit de comprendre le fonctionnement de la zone de décrue qui fait partie de l'écosystème du lac de Guiers par l'analyse de la végétation dans ses relations avec les facteurs écologiques. Sur les transects (sur l'île en face de Keur Momar Sarr, le 19 février 1982), Thiam A., a identifié des rideaux denses de typhas australis avec des Phragmites australis. En décrue Sur la façade Est de l'île, il a été observé des typhas australis échoués, alors que sur la façade Ouest, il est observé une zone de typhas australis fixé. A cette période, on note que le typha australis a un effet concurrentiel vis-à-vis d'echinochla stagnia. L'auteur fait alors une classification du Typhae australis qui est un héliophyte social, robuste, rhizomenteux, atteignant parfois 4 mètres de haut et localisé sur les rives immédiates du Lac que sur les bas-fonds particulièrement dans la partie Sud.

L'extension de la couverture du typha a motivé des estimations de son utilisation pour les besoins des populations. Ainsi dans le cadre du projet «Charbon de Biomasse du Sénégal » de l'ONG Franco-bresilienne, **ProNatura International**, une mission de terrain a été effectuée en Août 1999 par le Laboratoire d'Ecologie de la faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembox de Belgique pour inventorier la biomasse de masettes (typha) au niveau de la rive gauche du delta du fleuve Sénégal. Elle a permis aux populations locales de disposer de quelques suggestions relatives à l'exploitation et la gestion du typha en vue de la production du charbon mais aussi son éradication dans certaines zones. Ce sont les images satellitaires, la photographie aérienne et les observations sur le terrain qui ont été exploitées pour sortir une carte de biomasse de typha avec une estimation des superficies correspondantes ainsi que de la biomasse totale disponible de ma zone considérée.

Dans cette même vision, le projet « Transfert de Technologie : Production de Matériaux d'Isolation thermique à base de Typha au Sénégal », financé par le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) et le Fonds Mondial pour l'Environnement (FEM) pour le compte de la Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés (DEEC)/Ministère de l'Environnement et du Développement Durable-Sénégal a réalisé un document de «capitalisation des résultats de recherches et expériences sur le typha » en 2014. Il s'agit, entre autres objectifs, de faciliter le développement d'une production locale de matériaux d'isolation thermique à base de Typha et l'amélioration de l'efficacité énergétique dans les techniques de construction rurales et urbaines, notamment par l'utilisation de matériaux de construction à efficacité énergétique. A terme c'est de transformer le typha en une ressource pour le développement local et la mise en place d'un système d'exploitation durable. Une approche participative et interactive a permis d'impliquer des acteurs ruraux, des acteurs publics, privés et de la recherche concernée par la gestion durable du typha ainsi que ses possibilités de valorisation.

On note aussi dans cette option de valorisation du typha la « *Formulation du projet de lutte contre les végétaux aquatiques nuisibles* » produite par **BASTIAANSEN Cees et YADE Samba (2008)** pour le compte de l'OMVS dans le cadre des activités de l'Assistance Technique du Royaume des Pays-Bas. Ce projet était destiné à renforcer les actions de lutte contre les plantes aquatiques nuisibles initiées par l'Etat du Sénégal et l'OMVS et ainsi contribuer à la maîtrise du phénomène par actions durables participatives.

Les actions de valorisation du typha ont été évaluées dans l'établissement de la « situation de référence de la biodiversité dans les zone de peuplement en typha » pour le compte de la **Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés (DEEC)/Ministère de l'Environnement et du Développement Durable-Sénégal (2016)**. Cela a eu pour objectif d'outiller le Programme National de Réduction des Emissions GES à travers l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment/projet de production de matériaux d'isolation thermique à base de typha pour l'amélioration de l'efficacité énergétique des constructions. L'étude a fait ressortir trois espèces de typha au Sénégal (Typha australis ou Domingensis, Typha angustifolia, Typha latifolia) réparties dans le Delta, incluant le Lac de Guiers et le périmètre du Technopole (Dakar). En moins de 10 ans, la plupart des axes hydrauliques actifs ont été envahis par les plantes aquatiques nuisibles. La lutte est restée mécanique par le faucardage de certaines zones prioritaires comme les abords des villages et les canaux d'irrigation et de drainage.

Tout en prenant avantage de ces plantes envahissantes, des luttes multiformes ont été développées. Un rapport de faisabilité intitulé « Lutte contre le typha dans le delta et la basse vallée du fleuve Sénégal », a été élaboré par **ROYAL HASKONING (2006)** pour le compte du Haut-Commissariat de l'OMVS, dans le cadre du programme d'opérations d'exportations de l'ORET (Néerlandais). En effet, au regard de la proportion endémique de la prolifération des typhas dans le bassin, l'OMVS a engagé des actions de restauration et de préservation de l'écologie fleuve Sénégal et de son écoulement. Le document, avant-projet sommaire, analyse les problématiques concernées, propose des solutions techniques et envisage leur faisabilité. Il s'est agi de collecter des données existantes à l'OMVS, des données de terrain et d'identifier des solutions techniques et estimation les coûts. Près de 27,08 millions d'euros sont à consacrer aux travaux d'enlèvement du typha, 3,2 millions d'euros à la livraison des équipements d'entretien, et 1,6 millions d'euros au bureau de coordination et de suivi des travaux, et l'exécution du volet institutionnel. Toutefois il ressort qu'il sera impossible de détruire complètement le typha. Il est alors proposé des solutions techniques de lutte mécanique par le fauchage (20 axes en rive gauche et 13 en rive droite) et la coupe sous le plan d'eau et au dragage.

Un rapport des Phases 1 et 2 du projet GIRE Trustfund de l'OMVS (2013) rend compte de la première phase des travaux de faucardage, curage et remblais des entrées des axes hydrauliques porté sur les des 4 axes suivants : Garak et Laouejja en Mauritanie ; Gorom et Ancienne Taouey au Sénégal. En seconde phase, les travaux ont porté sur six (6) cours d'eau

ou axes hydrauliques principaux situés dans le delta du fleuve et répartis à égalité entre la rive droite et la rive gauche : Gouère, Ibrahima et Meissoukh en Mauritanie et Ouvrage 'I', Ouvrage 'DR/Wassoul' et Diawel au Sénégal. Outre ces travaux de lutte, des travaux d'installation d'infrastructures et équipements d'AEP (pour lutter contre la prolifération des maladies humaines et animales d'origine hydrique), d'installation de piézomètres, entre autres, ont été également réalisés.

Le rapport final de synthèse des activités d'assistance technique Néerlandaise a été produit en 2010. Il indique qu'au terme de ces activités, des résultats probants ont été obtenus dans le cadre de la lutte contre les plantes aquatiques envahissantes, de la mise en œuvre d'un programme d'information et de sensibilisation pour la lutte contre le typha, de l'amélioration du fonctionnement du fleuve et des axes hydrauliques (par le biais des activités de faucardage/remblais), de la disponibilité d'eau potable et d'assainissement, une amélioration de la connaissance des axes hydrauliques, etc.

Par conséquent il a été possible de constater :

- Un envahissement de plantes nuisibles à l'écosystème ;
- Une diversité de plantes envahissantes ;
- Une identification utilitaire des plantes envahissantes ;
- Un développement d'actions d'exploitation utilitaire des plantes envahissantes ;
- Une lutte engagée pour maîtriser le développement des plantes envahissantes ;
- Un succès limité à éliminer les plantes envahissantes ;
- Une capacité de suivi suffisante en temps et en espace à améliorer.

III. OBJECTIFS DE L'ETUDE

Les objectifs assignés finalement à l'étude sont répartis en trois volets :

- Les informations sur le typha
- La plateforme technique et thématique de suivi
- La formation pour des compétences pour le suivi

1. La production des informations sur le typha

Tableau 1 : Objectifs sur le Typha

OBJECTIFS	RESULTATS
Faire un diagnostic de l'état actuel de la distribution spatiale de la végétation aquatique, particulièrement du Typha	L'état actuel de la distribution spatiale et la superficie de la végétation aquatique, particulièrement du Typha sont connus.
	Une banque de données de base utiles pour l'étude, et exploitables ultérieurement, est mise en place.
Faire une description de l'évolution des étendues de la végétation aquatique envahissante de 1990 à 2017 et au-delà, en tenant compte de prédiction	L'évolution de la distribution spatiale et des superficies de végétation aquatique de 1990 à 2017 et au-delà sont également connues.
Évaluer les quantités de biomasse de Typha actuellement disponibles	Les quantités de biomasse disponibles ainsi que la vitesse de propagation de la végétation aquatique de 1990 à 2017 et au-delà sont également connues

2. La plateforme technique et thématique de suivi du typha

Tableau 2 : Objectifs de suivi

OBJECTIFS	RESULTATS
Elaborer un système de suivi périodique (biennuel) de cette couche par télédétection	Un système de suivi de l'évolution des étendues de Typha réaliste et efficace est mis en place.
Appuyer la mise en place d'un système d'accès périodique (biennuel) durable aux données de base (images à haute résolution prétraitées) pour un suivi fiable	L'acquisition d'images satellites de haute résolution est faite si nécessaire.
	Des outils de vulgarisation sont élaborés, notamment le développement d'une plateforme d'analyse des données accessibles aux utilisateurs et partenaires.

3. Développement de compétences

Tableau 3 : Objectifs de développement des compétences

OBJECTIFS	RESULTATS
Evaluer les besoins en renforcement de capacités de l'unité de géomatique de l'OMVS et établir une feuille de route	Une feuille de route et un plan d'actions sont élaborés pour mettre l'unité de géomatique à niveau, pendant la durée de cette étude et par la

	suite pour une mise à jour continue.
Renforcer les capacités de l'OMVS pour la surveillance par la télédétection	Six (6) Experts de l'OMVS sont formés de manière approfondie sur l'utilisation de la télédétection ainsi que sur un canevas de suivi de l'évolution des étendues de végétation aquatique.
	Les agents formés sont capables d'utiliser de façon efficiente le système de suivi par télédétection mis à disposition et d'assurer la continuité.

CADRE METHODOLOGIQUE DE PRODUCTION DES INFORMATIONS GEOSPATIALE

Des outils et méthodes ont été mis en place selon une approche de recherche permettant de :

- Créer des données géo-spatiales dans la zone d'étude ;
- Construire une base de données géo-spatiales pour analyser le Typha ;
- Produire des cartes et informations statistiques géo-spatiales sur le Typha ;
- Analyser la base de données géo-spatiales ;

I. OUTILS ET METHODES DE L'ETUDE

1. Le tableau conceptuel

Ce tableau propose l'ensemble des paramètres à prendre en compte sur le plan méthodologique :

- Les objectifs à atteindre ;
- Les résultats ;
- Les données spatiales physiques à créer ;
- Les outils de création des données ;
- Les méthodes de traitement des données.

Tableau 4 : Conception des données

OBJECTIF	RESULTAT	DONNEE	OUTIL	METHODE
Faire un diagnostic de l'état actuel de la distribution spatiale de la végétation aquatique, particulièrement du Typha.	L'état actuel de la distribution spatiale et la superficie de la végétation aquatique, particulièrement du Typha sont connus.	Végétation aquatique ; typologie ; occupation du sol de la vallée en 2018; Infrastructures	Image sentinel-2 (satellite) ; GPS, observations/mesures de terrain ; Cartes ; Bases de données ; Rapports ;	Traitement sous ARCGIS/QGIS/ERDAS IMAGINE ; Intégration de données en SIG sous QGIS et ARCGIS ; Evaluation de produits existants ou en réalisation.
	Une banque de données de base utiles pour l'étude, et exploitables ultérieurement, est mise en place.			
Faire une description de l'évolution des étendues de la végétation aquatique envahissante de 1979 à 2018 et au-delà, en tenant compte de prédiction.	L'évolution de la distribution spatiale et des superficies de végétation aquatique de 1979 à 2018 et au-delà sont également connues.	Occupation des terres de 1979 à 2019 Végétation aquatique (1979 ; 1999 ; 2010 ; 2018)	Image sentinel-2 (satellite) /image landsat (satellite) ou tout type d'image approprié ; Cartes ; Bases de données ; Rapports.	Traitement sous ARCGIS/QGIS/ERDAS IMAGINE ; Intégration de données en SIG sous QGIS et ARCGIS ; Evaluation de produits existants ou en réalisation.
Évaluer les quantités de biomasse de Typha actuellement disponibles.	Les quantités de biomasse disponibles ainsi que la vitesse de propagation de la végétation aquatique de 1979 à 2019.	Utilisation des terres. Biomasse végétation (NDVI) Biomasse (NDVI) Typha Statistiques d'évolution du typha de 1979 à 2018.	Image sentinel-2 (satellite)/image landsat (satellite) GPS ; Observations et mesures de terrain ; Cartes Bases de données Rapports	Traitement sous ARCGIS/QGIS/ERDAS IMAGINE ; Intégration de données en SIG sous QGIS et ARCGIS ; Evaluation de produits existants ou en réalisation.

2. Les sources et outils de collecte et traitement des données

- SATELLITE

Les données spatiales de l'étude sont essentiellement créées à partir de la télédétection aérospatiale.

Les images satellite LANDSAT (MSS, 5 ou 7, 8) (résolution=30m) ont été utilisées pour les analyses multi-dates de l'occupation des sols et de la végétation aquatique et les images SENTINEL-2 ont servi à la production d'information sur la biomasse, l'occupation des sols et la végétation aquatique en 2018. Les périodes sont comprises entre mi-Septembre et fin Octobre afin d'avoir une végétation totalement développée et une couverture nuageuse minimisée (moins de 15%).

- GOOGLE EARTH

Google Earth propose des images satellites (QUICKBIRD) non numériques de très haute résolution (46cm) en photographies mais pouvant être interprétées visuellement pour offrir de grands détails de l'espace : occupation physique, plan d'eau, occupation fonctionnelle, infrastructures socioéconomiques. Il a aidé au contrôle des détails d'interprétation pour la validation.

- GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)

C'est un outil de navigation et de localisation des informations en connexion avec une constellation de satellites développée par le Ministère de la défense Américain (PENTAGONE). Il a été d'un apport essentiel à cette étude car certains détails du milieu ont été localisés lors du complètement terrain

- SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE (SIG)

L'ensemble des données spatiales physiques et descriptives produites ou importées ont été intégrées dans un système d'information pour non seulement développer une base de données numériques sur la zone du delta, mais surtout ont été traitées et analysées pour produire les informations attendues de l'étude. La base de données numérique a ainsi permis de :

- Produire et traiter des données ;
- Produire des cartes ;
- Effectuer des analyses statistiques ;

- Effectuer des analyses géométriques ;
- Effectuer des analyses spatiales.

- TERRAIN

C'est l'espace réel qui est le témoin essentiel des données et des informations créées ou déduites. Le recours au terrain a permis de valider et caractériser les objets recensés. Il a redressé les erreurs et complété les informations. Mais le terrain livre ses informations uniquement à l'initié, c'est-à-dire à celui qui sait le décoder. C'est pour cela, les visites de terrain ont fait appel non seulement aux outils d'orientation et de localisation (image, photographie aérienne, GPS) mais aussi au personnel approprié pour décoder les différentes thématiques analysées.

- ENQUETE/INTERVIEW

Le contact avec les personnes sources ou ressources permet d'avoir des informations auxquelles les outils technologiques ne nous permettent pas d'accéder :

- Historique
- Données du passé
- Informations socioéconomiques
- Opinions
- Etc.

Cela nécessite que l'on prépare le questionnaire ou le guide d'entretien. Il a fallu élargir la base du public en fonction des informations recherchées :

- Populations
- Producteurs/paysans
- Services techniques/projets
- Autres

- INFORMATIQUE

L'automatisation des traitements est du fait de l'informatique. Que ce soit la télédétection, les SIG, les enquêtes, etc., l'informatique intervient dans le processus. Elle a aidé surtout à :

- Traiter (dépouiller, et analyser) les données d'enquête dans les logiciels de base de données relationnelles ;
- Produire les statistiques et les cartes ;

- Rédiger les rapports ;
- Produire les présentations.
- DOCUMENTATION

Cette étude a pris avantage des nombreux acquis sur la zone du delta :

- Les rapports, études et travaux scientifiques ;
- Les bases de données (relationnelles et géo-spatiales) ;
- Les documents sources : images, photographies aériennes, relevés GPS et topographiques ;
- Les cartes analogiques et numériques ;

3. Méthodes de recherche

Les investigations ont utilisé quatre approches principales.

a) Approche normative et participative

L'approche normative permet d'écouter, de discuter et d'expliquer à partir des « input » de tous les acteurs les changements d'état de l'environnement en fonction de causes humaines ou physiques. L'approche participative s'est poursuivie tout le long de l'étude dans la collecte, l'évaluation et l'analyse des données.

b) Approche multi-date

Elle a été utilisée pour suivre l'évolution de l'envahissement des plantes et aussi des unités d'occupation des sols sur les périodes d'évaluation en utilisant la télédétection, les bases de données et les informations socioéconomiques.

c) Approche d'enquête et d'observation

L'enquête est indispensable pour comprendre les causes et les impacts passés et futures du développement des plantes envahissantes. L'enquête est le moteur de l'approche participative où chaque acteur est entendu, notamment en ce qui concerne le respect du genre : hommes, femmes, vieux, adultes, jeunes, agriculteurs, éleveurs et autres.

II. METHODOLOGIE DE L'ETUDE

1. Préparation

a) Prise de contact

Le consultant a rencontré le commanditaire pour recevoir plus de détails à affiner la méthodologie.

b) Constitution de l'équipe de recherche et affinement méthodologique

Une équipe de recherche a été mise sur pied afin d'assurer des tâches spécifiques d'appui aux travaux d'identification des références documentaires dans les institutions qualifiées, de collecte des données sur le terrain, de traitement d'images, de SIG (production de la base de données numériques) et de dépouillement des enquêtes. Cette équipe comprenait des experts qualifiés du PGIRE, des experts identifiés par le consultant et la structure du consultant.

c) La collecte des informations de base

L'équipe du consultant a rencontré les personnes ressources et les services administratifs et techniques de l'OMVS, les projets, les ONG, les associations et communautés rurales identifiés pour des échanges.

Ce fut un moment de recueil documentaire auprès des structures ciblées appropriées, de l'internet, des contacts avec des personnes ressources au Sénégal, en Afrique et dans le monde entier pour apporter un enrichissement certain aux résultats du travail. Une évaluation des capacités de l'OMVS a été faite pour mettre en relief les attentes en matière de :

- données de base indispensables à l'étude et les sources d'acquisition
- capacités technologiques et matérielles pour le suivi des plantes envahissantes
- de niveau des ressources humaines pour mener cette approche
- des relations et partenaires

Une synthèse en a été faite dans un rapport diagnostic qui a permis d'élaborer un document conceptuel de l'étude

d) Acquisition et prétraitement des données

Les données géo-spatiales de base ont été téléchargées par internet de sites qui étaient disponibles (image Sentinel, image Landsat). La commande d'images qui étaient du ressort de l'OMVS n'a pu être exécutée à temps. Après 4 mois d'attente (Novembre à Octobre à Février) qui jouaient sur les délais d'exécution de l'étude, le consultant a été autorisé à utiliser

ses propres capacités. Finalement La production d'information a pu être mise en route avec les images acquises par le consultant pour ses techniciens.

Processus de prétraitement

- *Intégration des bandes par Modélisation (ModelMaker)*
- *Amélioration d'image*
 - *Radiometric enhancement (histogram equalization, noise reduction, etc.)*
 - *Harmonisation de réflectance des images à comparer avec du calcul de la luminance.*
 - *Indices NDVI pour l'analyse de la biomasse*

2. Production des données et informations

a) Collecte de données spatiales biophysiques par traitement et complètement terrain

La collecte a concerné les données thématiques extraites des bases de données existantes, des cartes, des images satellites pour alimenter une base de données spatiales numériques sur les données identifiées dans le tableau conceptuel. Le travail s'est fait en quatre étapes :

- Une première étape qui permet de définir une parfaite clé d'interprétation ainsi que les indicateurs ;
- Une deuxième étape qui conduit à rassembler les bases de données existantes comme sources à exploiter ;
- Une troisième étape laboratoire pour traiter les images satellites :
 - *Interprétation visuelle de la dernière image (la plus récente) en se référant à des sources ;*
 - *Classification supervisée des autres images en référence à l'image visuellement traitée pour les zones d'entraînement ;*
 - *Classification non supervisée de toutes les images comme moyen de comparaison, y incluant l'image d'une année de contrôle : contrôler 1979 avec 1980;*
 - *Analyse multirate par comparaison de signatures spectrales (statistiques et graphiques)*
- Une quatrième étape/terrain pour vérifier, confirmer et valider les informations imprécises. Elle permet également de recueillir les informations sur les indicateurs ;
- Une cinquième étape laboratoire pour améliorer l'ensemble des données physiques, intégrer les informations descriptives.

b) Intégration et traitement des données

Le traitement analytique de l'information géographique sous ARCGIS a permis de sortir l'essentiel des réponses attendues pour répondre aux questionnements sur les plantes envahissantes du delta. Pour cela il a fallu des mises en normes des données physiques numériques par un calage aux référentiels géographiques nationaux, l'intégration parfaite des informations descriptives aux données spatiales numériques physiques et une analyse cohérente des données (analyses statistique, géométrique et spatiale complexe) suivant les paramètres des informations attendues.

c) Analyse de la base de données et production du rapport

Le présent rapport fait l'état des lieux des plantes envahissantes ainsi que le processus corrélé avec toutes les causes physiques et humaines du développement du phénomène.

CARACTERISTIQUES DE LA ZONE D'ETUDE

I. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le bassin versant transfrontalier du fleuve Sénégal couvre une superficie de plus 400.000 km² réparties entre la Guinée (environ 11%), le Mali (environ 53 %), la Mauritanie (environ 26 %) et le Sénégal (environ 10 %). Il est alimenté par un système hydraulique composé du fleuve Sénégal et de ses principaux affluents (Bafing, Bakoye, Falémé) qui prennent leur source dans le massif du Fouta-Djallon (République de Guinée).

Le bassin du fleuve Sénégal est divisé en trois grands sous bassin distincts :

- le bassin supérieur (ou Haut-Bassin) qui va de Bakel au Fouta Djallon ;
- la vallée qui s'étend de Bakel à Dagana ;
- et le Delta situé entre Dagana et l'océan Atlantique (embouchure) qui est l'objet de notre zone d'étude.

Le delta se situe entre 16° et 14°4 latitude Nord et entre 15°30 et 16°30 longitude Ouest. S'étendant sur une superficie de plus de 5.000 km² à cheval entre le Sénégal et la Mauritanie, le delta se trouve en aval de la basse vallée du fleuve Sénégal.

II. ETAT PHYSIQUE DU MILIEU

1. Climat

Situé dans le domaine sahélien, le delta, en raison des influences océaniques, bénéficie du régime des alizés maritimes du Nord-Ouest dont l'humidité adoucit le climat. La saison sèche est marquée par l'harmattan, vent chaud et sec chargé de résidus poussiéreux.

La pluviométrie du delta est caractérisée par des pluies faibles, irrégulières, réparties sur une courte période (2 à 3 mois) entre fin juillet et fin septembre. Les moyennes annuelles varient de 200-300 mm dans le delta.

2. Bassins versants

Le delta constitue un écosystème particulier arrosé par un réseau hydrographique dense et assez complexe avec de nombreux bras annexés au lit majeur principal du fleuve. Ces bras fonctionnent comme des défluent du Sénégal ou entre eux, avec des cuvettes argileuses de taille très variable (Parcs de Djoudj et de Diawling...) séparées par les berges ou levées fluvio-deltaïques.

Dans la partie amont de son delta, le Sénégal communique avec deux dépressions importantes, le Lac de Guiers en rive sénégalaise et le lac Rkiz, en rive mauritanienne.

Il faut signaler que le creusement d'une brèche dans la Langue de Barbarie lors des inondations de Saint Louis de 2003, qui ne cesse de s'élargir depuis (4 m de large à sa création, 1,5 km en 2006), a modifié l'hydrodynamique estuarienne, avec des conséquences sur les milieux qui méritent d'être suivies de près.

3. Qualité des eaux

L'étude sur le réseau de suivi de la qualité des eaux réalisé en 2012 montre que l'eau du delta subit des pollutions dues à plusieurs facteurs :

- l'existence du barrage de Diama qui conduit à une modification de la température des eaux, des vitesses des écoulements, de la turbidité, etc. ;
- la prolifération des espèces végétales envahissantes qui contribuent à l'eutrophisation de l'eau ;
- la pollution par les eaux usées domestiques à partir des villes mais aussi des nombreux villages établis le long du fleuve et de ses affluents, et par les eaux de drainage (agriculture).

4. Géomorphologie

Le delta a été façonné durant le Quaternaire sous l'influence des variations climatiques qui ont conduit aux fluctuations du niveau marin avec des cycles d'érosion fluviale et de dépôts alluvionnaires lors des régressions et transgressions marines. L'influence marine est marquée par des dépôts organo-minéraux (mangroves fossiles, vasières) et salins.

De petites dunes de sable rouge fixées par la végétation de direction Sud-Ouest / Nord-Est complètent ce modelé fluvial complexe. Les dunes littorales semi-fixées, les cordons littoraux ou les terrasses marines occupent la partie maritime.

5. Géologie

Le delta est une vaste plaine d'inondation, plate et monotone, légèrement accidentée au sud-ouest par la présence de massifs de dunes ogoliennes. Toutefois il est distingué les formations géologiques suivantes : les formations tertiaires et le quaternaire.

Pour ce qui est des formations tertiaires, le Continental Terminal est largement représenté dans le bassin inférieur du Sénégal. Les faciès les plus courants sont des sables argileux aux couleurs variées : roses, beiges, jaunes, blancs, violacés bariolés, dans lesquels s'intercalent des niveaux argileux ou gréseux.

Pour le quaternaire, il est noté le quaternaire supérieur, des alluvions fluviales, ainsi que des dunes.

6. Pédologie

On distingue 4 grands types de sols aux noms vernaculaires et qui sont classés d'après leur texture et leur structure : « Hollaldé » très argileux (60 à 70 % d'argile de type kaolinite.), leur drainage est mauvais, et avec une salinité résiduelle dans le delta due aux origines fossiles avec les dépôts marins. Ce type de sol a une texture très fine (argileuse) et homogène tout au long du profil (structure prismatique en surface et massive en profondeur). La seule porosité apparente dans ce sol est représentée par les fentes de retrait et les fissures (macroporosité) en saison sèche. Du fait de sa structure large et grossière, de sa porosité et perméabilité faibles, ce sol a une fertilité potentielle physique moyenne à médiocre. Ce sol est assez pauvre en matière organique (environ 1 %), qui est néanmoins bien évoluée (C/N = 9). Les réserves en phosphore total sont moyennes (0,36% soit 360 ppm). Ces sols de type vertisols sont favorables à la riziculture ;

« Faux Hollaldé » sont des sols argilo-limoneux renfermant 20 à 35% d'argile qu'on rencontre principalement dans les levées fluvio-deltaïques. La structure est relativement bonne en surface mais tend à devenir massive en profondeur en raison de l'augmentation du taux d'argile en profondeur et de l'incidence défavorable de certains cations du complexe absorbant (le magnésium et le sodium en particulier). La perméabilité de ce sol est très faible. Du point de vue chimique il convient de noter que ce sol est pauvre en matière organique et en azote total. Les réserves en phosphore sont de l'ordre 380 ppm. Ils sont favorables à la riziculture et autres cultures.;

« Falo » sols sablo limoneux, teneur de – 10% d'argile, sont sur les berges où sont pratiquées très localement les cultures maraîchères ;

« Les fondés » sont situés sur les bourrelets de berge. Ce sont des sols limoneux peu évolués d'apports hydromorphes. Ils sont favorables à toutes les cultures sauf le riz. Ces sols sont constitués entre 10 et 38% d'argile ;

« Les diacrés » sont localisés sur les levées subactuelles constituant les bourrelets recouverts par les crues moyennes à fortes. Ces sols sont rarement cultivés.

7. Formations naturelles

La modification de la qualité des eaux, liée à la construction de barrages, ainsi qu'à l'expansion des terres irriguées (rejets de nutriments) et à l'importation d'espèces étrangères, ont favorisé la prolifération des espèces végétales envahissantes d'eau douce.

Les principales espèces végétales envahissantes en développement dans le delta sont : *Typha australis*, *Phragmites australis*, *Salvinia molesta*, *nénuphar*, *Ludwigia adscendens*, *Ludwigia leptocarpa*, *Cyperus articulatus*, *Cyperus rotundus*, *Ceratophyllum demersum*, *rotundus*, *cyperus articulatus*, *parkinsonia aculeata*, *Acacia nilotica* (*gonakier*), *Euphorbia balsamifera*, *Salvadora persica*, *Vetiveria nigritana*, *Vossia cuspidata*, *Sporobolus robustus*, *Scirpus maritimus*, *Borreria verticillata*, *Scirpus littoralis*.

8. Zones humides

Le delta abrite sans doute l'un des réseaux de zones humides les plus intéressants d'Afrique de l'Ouest du point de vue de la biodiversité. Elles présentent un très fort intérêt écologique, mais aussi socio-économique pour les populations locales.

Cette zone fait à ce titre l'objet de multiples statuts de protection : classement en réserve de biosphère par l'UNESCO (programme Man and Biosphère), certains sites étant même élevés au rang de patrimoine mondial de l'humanité (Djoudj, région de Saint Louis) ; sites Ramsar ; parcs nationaux et réserve de faune. On trouve :

- en rive droite (Mauritanie) : Parc National de Diawling et réserve de Chat Tboul, dépression de l'Aftout es Sahéli, etc.
- en rive gauche (Sénégal) : Parc National des oiseaux du Djoudj, la réserve de faune de Ndiaël qui est aujourd'hui menacée de retrait du site RAMSAR car étant placée dans le Registre de Montreux, etc.

III. ETAT SOCIOECONOMIQUE

1. Réalisations hydrauliques

L'OMVS a construit depuis 1985, dans la zone du delta, le barrage de Diama, qui lui permet de disposer d'une confortable réserve en aval, et d'empêcher la remontée du sel. Ce barrage comprend 7 passes munies de vannes relevables automatiquement dont la largeur est de 20 m chacune. Il est complété par des endiguements latéraux sur les deux rives. Avec ses ouvrages annexes, (en particulier une écluse permettant le passage des bateaux), le barrage anti-sel de

Diama permet de gérer le réservoir à la cote 2.50 mètres soit un volume de 490 millions de m³.

Le barrage fonctionne depuis 1986 avec la possibilité de passer un débit de 6500 m³/s et assure les fonctions suivantes :

- Empêcher la langue salée de remonter en amont du barrage ;
- Créer une retenue artificielle de 250 à 585 millions de m³ (cotes IGN 1.5 à 2.5 m) dont les effets se font sentir jusqu'au-delà de Boghé, à plus de 300 km ;
- Améliorer le remplissage des lacs de Guiers et de R'kiz et envisager une alimentation des dépressions ;
- Fournir l'alimentation de la vallée du Ferlo et à terme,
- Assurer une alimentation des villes de Dakar, Nouakchott et des localités riveraines du fleuve.

2. Utilisation des terres

L'eau stockée, douce en permanence, permet l'irrigation des périmètres en rives gauche et droite et l'alimentation humaine et animale. A la côte de 2,5 m IGN, le barrage de Diama peut permettre l'irrigation de 120 000 ha de terres.

Le delta dispose de potentiel de terres irrigables considérable, ce qui explique le développement des exploitations agricoles familiales et privées et l'implantation de l'agrobusiness.

3. Activités

Les activités socio-économiques recensées dans le delta sont l'agriculture irriguée, la pêche et l'élevage, la chasse, l'artisanat.

a) Agriculture irriguée

L'agriculture irriguée est pratiquée en hivernage, en saison froide, et en saison chaude.

En hivernage et en contre saison chaude, la principale spéculation demeure le riz.

Par contre, en saison sèche froide, les cultures suivantes se développent : oignon, tomate, patate, maïs gombo, sorgho, pastèque, arachide.

Les principales agro-industries sont la CSS (cane à sucre), la SOCAS (purée de tomate), tandis que les Grands Domaines du Sénégal (GDS) et la Société des Cultures Légumières (SCL), exploitent les cultures légumières destinées à l'exportation.

Il faut ajouter d'autres grands agrobusiness comme EXOTICA, SERIC, STS, Ferme Lampsar SARL, la SEPA, les PDMAS et les futures réalisations du PDIDAS.

Dans le secteur de la riziculture ; il faut souligner la présence de certains agrobusiness comme la CASL, les 3PRD et CODERIZ.

Dans la zone du Lac de Guiers (partie intégrante du Delta), il y' a la présence d'autres agrobusiness comme VITAL, West Africa Farm, SENEGINDIA.

b) Pêche

Avec un son fort potentiel halieutique, le delta abrite de nombreux débarcadères de pêche : tronçon Rosso à Diama, Saint Louis, richard Toll et Dagana.

Le lac de Guiers et la Taouey ont également un très fort potentiel halieutique.

L'activité de pêche y est pratiquée de manière traditionnelle et artisanale.

Aujourd'hui il est important de noter que la pisciculture est en train de se développer avec l'implantation de fermes piscicoles à Diama (ANIDA), à Richard-Toll, dans la zone du Lac de Guiers et au niveau de l'UGB avec le Projet Espoir Pour la Santé.

c) Elevage

Les effectifs sont constitués de bovins, ovins, caprins, camelins et par une population moindre d'asins et d'équins. Les principaux systèmes pastoraux enregistrés dans le delta du fleuve Sénégal sont les suivants :

- le système périurbain, autour des principales villes ;
- le système transhumant ou nomade ;
- les systèmes sédentaires en association parfois avec l'agriculture ;
- le système extensif qui peut participer à la dégradation de l'environnement et de la biodiversité.

Dans le bassin du fleuve Sénégal, l'alimentation du bétail est composée principalement des pâturages naturels, des sous-produits agricoles, des sous-produits agro industriels et des cultures fourragères qui ne sont pas encore suffisamment développées.

En outre il faut noter que la faune et la chasse de même que l'exploitation forestière (cueillette de fruits et de bois morts, utilisation de ressources végétales pour la pharmacopée) occupent une place importante dans les activités des populations et contribuent de manière significative à l'économie des pays du bassin du fleuve Sénégal.

Par contre, l'artisanat, réservé aux femmes, se limite à la confection de nattes (typha), de parures, etc.

4. Démographie

Du fait des multiples richesses offertes par la diversité de son écosystème, la population du delta a connu une croissance démographique continue ces dernières années avec un effectif estimé en 2017 à **1.1220.732** habitants¹ (Régions de Saint-Louis au Sénégal et Trarza en Mauritanie).

En somme, le delta est une zone tout à fait exemplaire et ce à double titre : secteur écologique de toute première importance à l'échelle de l'Afrique, le delta fait l'objet d'une attention particulière en vue d'en protéger les richesses naturelles, et ce avec succès.

Mais, en parallèle, le delta subit aussi, de manière flagrante, les conséquences des aménagements en amont que sont les barrages de Diama et Manantali.

Le développement du typha, les difficultés à alimenter les défluent et réseaux, l'impact des digues de protection et la restriction du lit majeur qu'elles induisent, la question du foncier urbain comme agricole sont autant de problématiques qui animent les débats des décideurs locaux.

¹ CF. Rapport sur l'Etat de l'Environnement du Bassin du fleuve Sénégal, OMVS, 2018.

**ANALYSE D'ÉTAT D'OCCUPATION DU
DELTA DU FLEUVE SENEGAL**

I. ETAT D'OCCUPATION DES TERRES

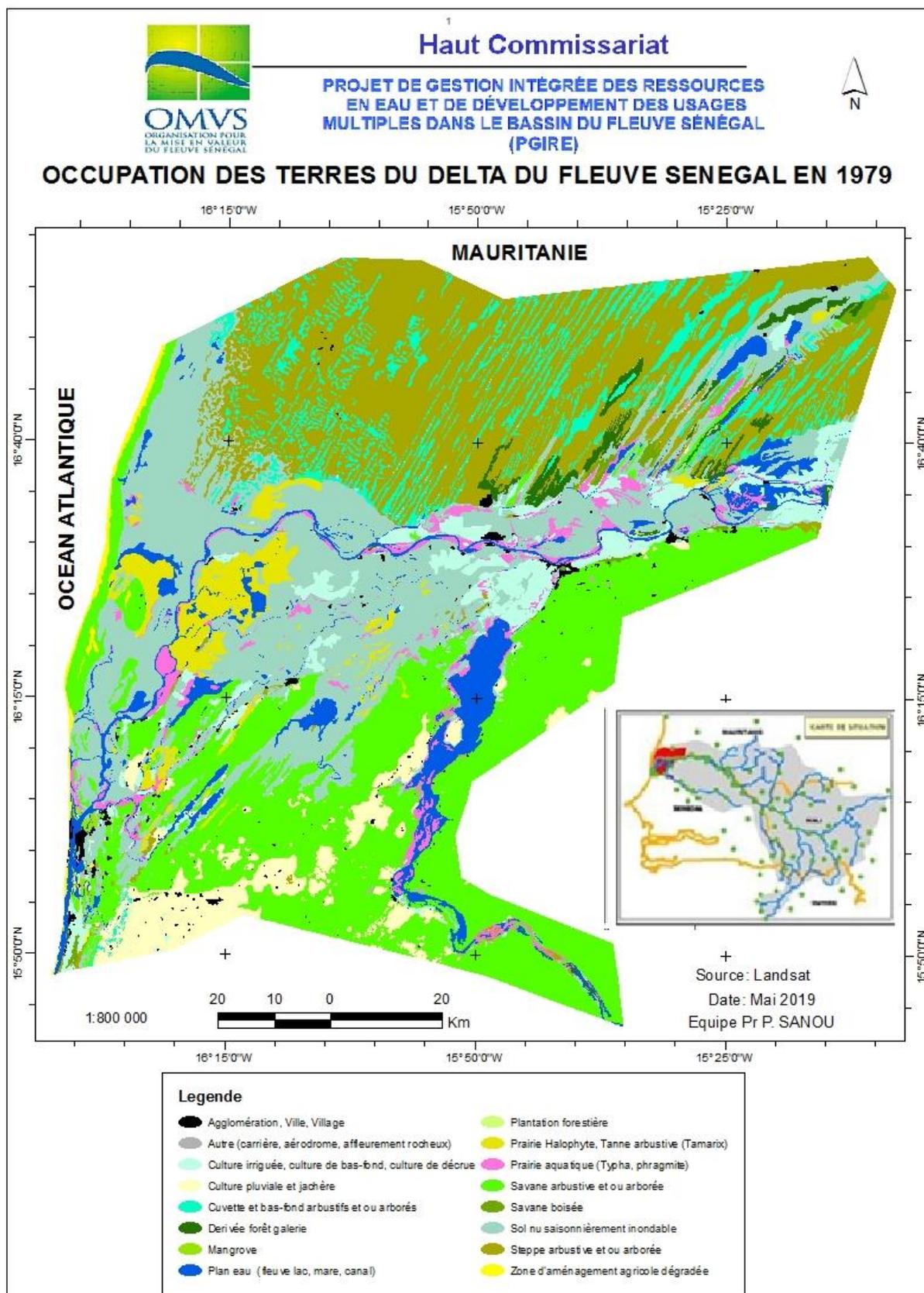
1. Etat de l'occupation des 1979, 1999 et 2010

La zone d'étude s'organise sur le bassin versant du fleuve Sénégal, dans la partie de la Mauritanie et du Sénégal. Cet espace couvre une superficie de près de **1 266 599,12 ha**. L'occupation des terres peut être caractérisée en seize (16) unités principales (Carte 1 à 3 et tableau 5). Quatre unités ont plus de 10% de couverture de la zone. Il s'agit des steppes, des savanes, des zones inondables et des cultures irriguées qui se sont accrues. Quant aux cultures exondées, la progression est restée lente de 1979 à 2010, dépassant à peine 6% de l'espace. Par contre les plantes envahissantes ont connu une progression du simple au double, allant jusqu'à 5% de la zone en 2010.

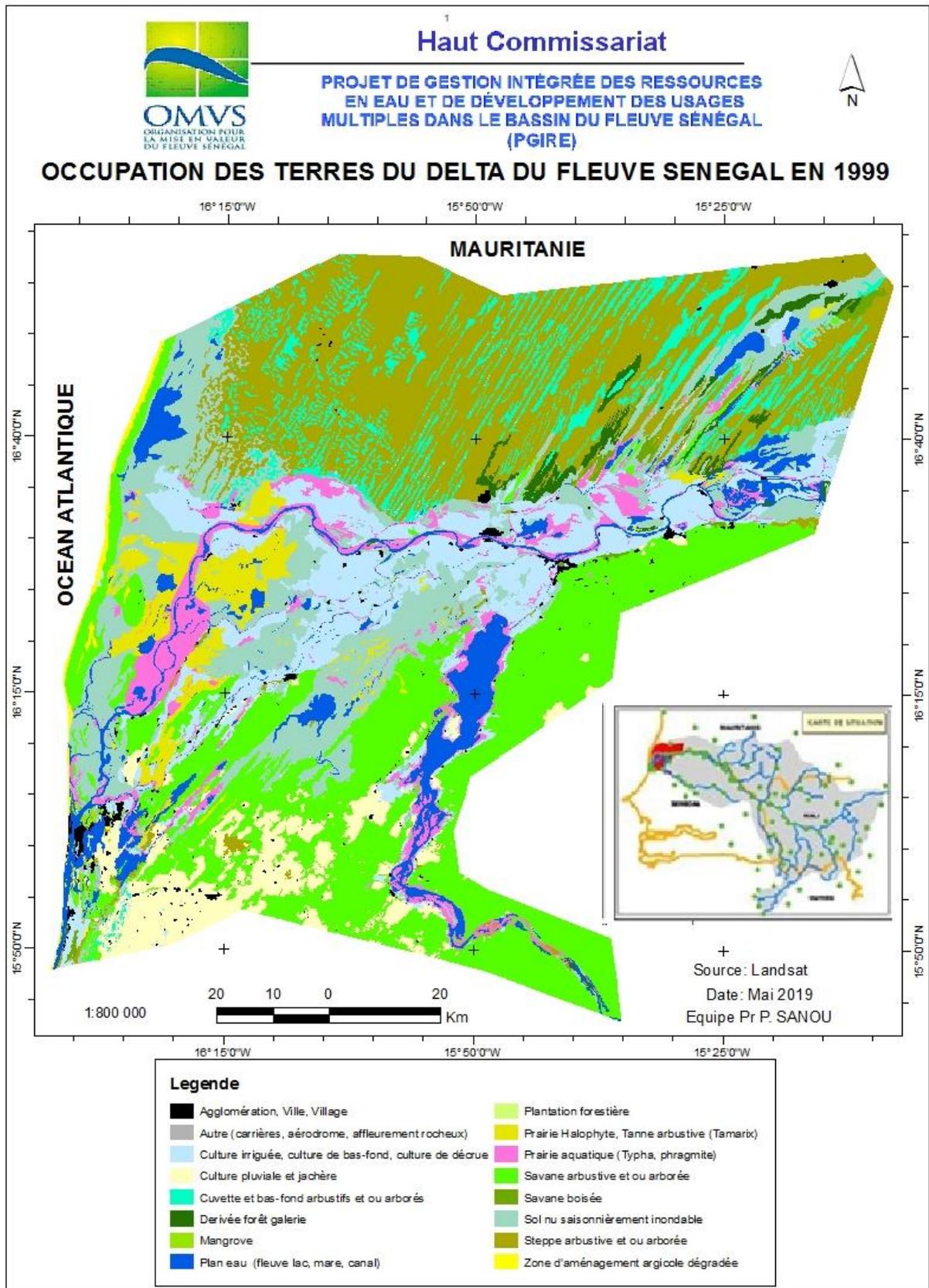
Tableau n° 5 : Superficie des unités d'occupation des terres de 1979 à 2010

Unité d'occupation des terres	1979		1999		2010	
	Sup.ha	%	Sup.ha	%	Sup.ha	%
Plan d'eau	71 248,27	5,63	78 682,5	6,21	51 476	4,06
Sol saisonnièrement inondable	300 819,06	23,75	198 518,89	15,67	211 578,24	16,7
Cuvette et bas-fond	81 129,24	6,41	81 129,24	6,41	80 342,6	6,34
Forêt galerie	16 064,76	1,27	16 064,76	1,27	16 914,6	1,34
Mangrove	1 384,84	0,11	1 425,42	0,11	1 425,42	0,11
Prairie aquatique (Typha, phragmite)	34 743,9	2,74	61 786	4,88	59 279,32	4,68
Prairie Halophyte, Tanne arbustive (Tamarix)	40 730,59	3,22	43 737,1	3,45	36 509,16	2,88
Savane boisée	5 448,83	0,43	5 448,83	0,43	5 448,83	0,43
Savane arbustive et/ou arborée	302 018,51	23,84	273 206,37	21,57	257 687,2	20,34
Steppe arbustive et/ou arborée	285 655,2	22,55	287 311,27	22,68	286 913,63	22,65
Plantation forestière	119,3	0,01	147,21	0,01	147,21	0,012
Zone de cultures pluviales et jachères	53 866,74	4,25	66 937,23	5,28	76 252,41	6,02
Zone de cultures irriguée, de culture de bas-fond et de culture de décrue	57 267,76	4,52	135 451,71	10,69	164 709,35	13,01
Zone d'aménagement agricole dégradée	6 549,48	0,52	6 370,89	0,50	6 528,81	0,52
Surface indurée et exposée	744,41	0,06	852,88	0,07	1 023,03	0,08
Agglomération (ville, village et autres)	8 808,26	0,7	9 528,83	0,75	10 363,32	0,82
Total	1 266 599,12	100	1 266 599,13	100	1 266 599,12	100

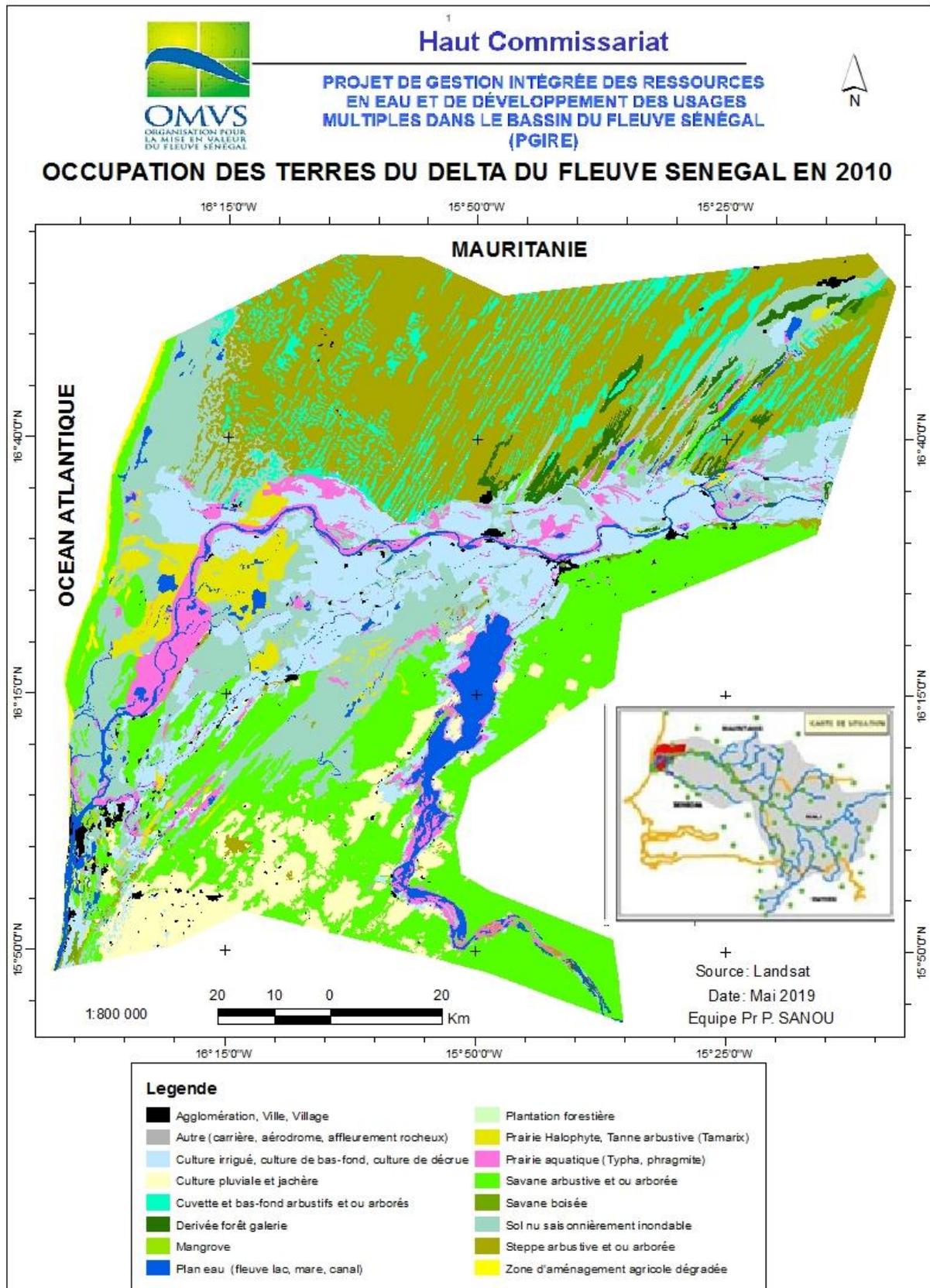
Carte n° 1 : Occupations des terres en 1979



Carte n° 2 : Occupations des terres en 1999



Carte n° 3 : Occupations des terres en 2010



2. Changements des unités de l'occupation des terres de 1979 à 2010

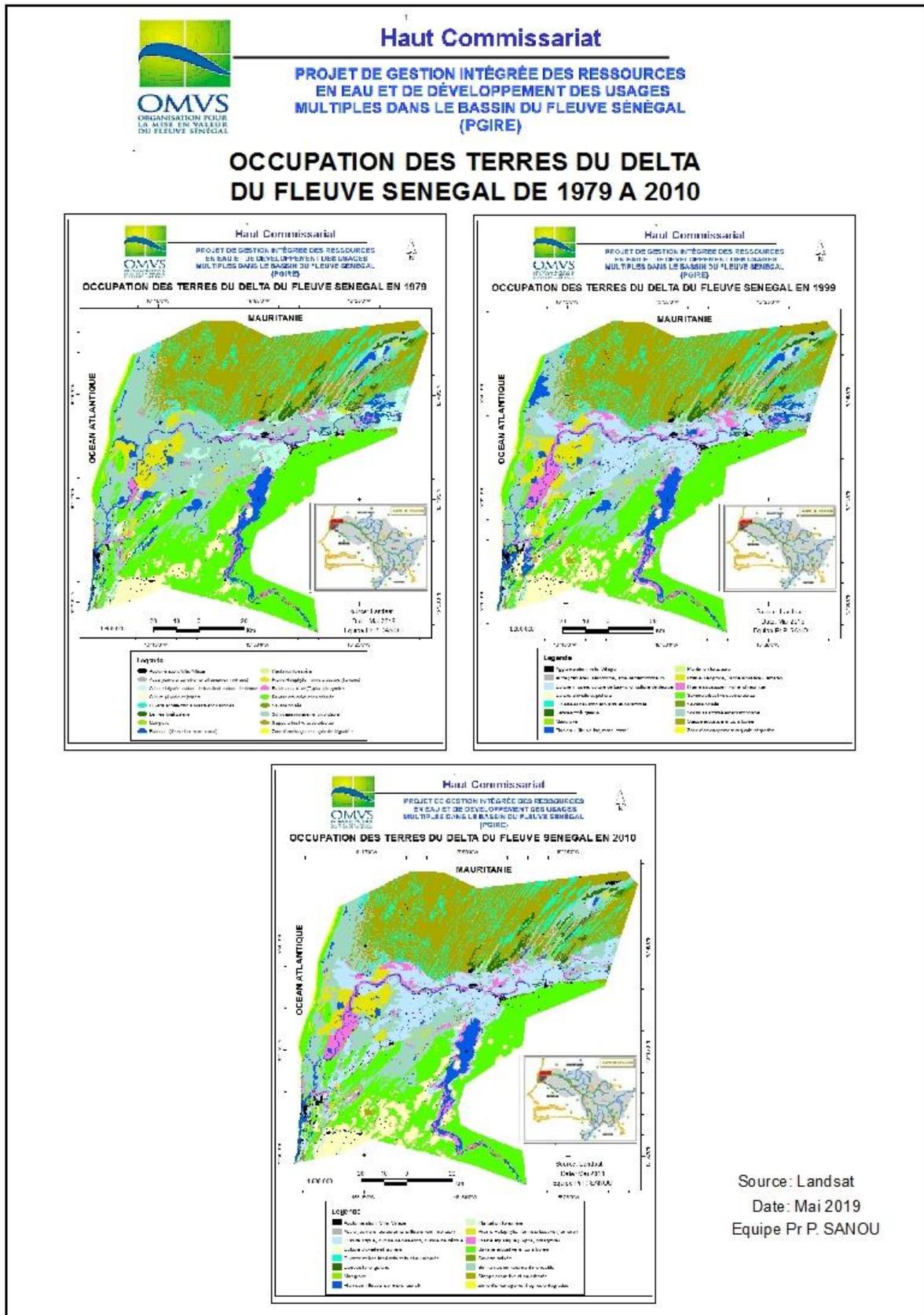
L'analyse multi date nous permet de montrer les changements survenus sur la zone d'étude à partir de l'occupation des terres. La carte 4 et le tableau n° 6 nous présentent les différents types de changements survenus de 1979 à 2010 d'après les données statistiques. Nous avons mis l'accent sur les superficies des unités d'occupation des terres pour ressortir les mutations.

Tableau n° 6 : changements de l'occupation des terres de 1979 à 2010

Unité d'occupation des terres	Superficie en ha			Dynamique		
	1979 (t1)	1999 (t2)	2010 (t3)	(t2 - t1)	(t2 - t3)	(t1 - t3)
Plan d'eau	71 248,27	78 682,50	51 476	-7 434,23	27 206,50	19 772,27
Sol saisonnièrement inondable	300 819,06	198 518,89	211 578,24	102 300,17	-13 059,35	89 240,82
Cuvette et bas-fond	81 129,24	81 129,24	80 342,60	0	786,64	786,64
Forêt galerie	16 064,76	16 064,76	16 914,60	0	-849,84	-849,84
Mangrove	1 384,84	1 425,42	1 425,42	-40,58	0	-40,58
Prairie aquatique (Typha, phragmite)	34 743,90	61 786	59 279,32	-27 042,10	2 506,68	-24 535,42
Prairie Halophyte, Tanne arbustive (Tamarix)	40 730,59	43 737,10	36 509,16	-3 006,51	7 227,94	4 221,43
Savane boisée	5 448,83	5 448,83	5 448,83	0	0	0
Savane arbustive et/ou arborée	302 018,51	273 206,37	257 687,20	28 812,14	15519,17	44 331,31
Steppe arbustive et/ou arborée	285 655,20	287 311,27	286 913,63	-1 656,07	397,64	-1 258,43
Plantation forestière	119,3	147,21	147,21	-27,91	0	-27,91
Zone de cultures pluviales et jachères	53 866,74	66 937,23	76 252,41	-13 070,49	-9 315,18	-22 385,67
Zone de cultures irriguées, cultures de bas-fond, cultures de décrue	57 267,76	135 451,71	164 709,35	-78 183,95	-29 257,64	-107 441,60
Zone d'aménagement agricole dégradée	6 549,48	6 370,89	6 528,81	178,59	-157,92	20,67
Surface indurée et exposée	744,41	852,88	1 023,03	-108,47	-170,15	-278,62
Agglomération (ville, village et autres)	8 808,26	9 528,83	10 363,32	-720,57	-834,49	-1 555,06
Total	1 266 599,12	1 266 599,13	1266599,12			

Quelles sont les unités d'occupation des terres diminuées, améliorées et maintenues selon les trois dates (1979, 1999 et 2010) ?

Carte n° 4 : Occupations des terres de 1979 à 2010



II. DYNAMIQUE DE L'OCCUPATION DES TERRES

1. La dynamique de l'occupation des terres de 1979 à 1999

De 1979 à 1999, il est identifié plusieurs changements des unités d'occupation des terres. En 20 ans, trois unités d'occupation sont stables en occupation spatiale, treize unités ont changé d'occupation spatiale (augmentation de superficie (10) et une réduction de superficie (3)).

a) Evolution stable de 1979 à 1999

Durant 20 années, des unités n'ont pas connu de grande transformation en importance de couverture. Ce sont les cuvette/bas-fond, forêt galerie et savane boisée. Mais on peut y adjoindre les zones d'aménagement agricole dégradées, les steppes et les mangroves qui ont peu diminué.

b) Mutations de 1979 à 1999

L'instabilité concerne les surfaces augmentées et les surfaces régressées. En 20 ans, huit unités ont amélioré leur couverture et seulement deux unités ont régressé.

- Les surfaces augmentées en 20 années

Les surfaces augmentées en 20 ans sont :

- *Plan d'eau*
- *Prairie aquatique (Typha)*
- *Prairie Halophyte, Tannes arbustives (Tamarix)*
- *Plantation ligneuse*
- *Zone de cultures pluviales et jachères*
- *Zone de cultures irriguée, de culture de bas-fond et de culture de décrue*
- *Surface indurée et exposée*
- *Agglomération (ville, village et autre)*

Les zones de cultures irriguées/cultures de bas-fond/cultures de décrue sont des surfaces les plus améliorées que les autres à cause des aménagements agricoles de ses 20 années. Afin de satisfaire la population, plusieurs surfaces telles que les plans d'eau ont contribuées au développement de ces surfaces, notamment l'exploitation des bas-fonds et la production de décrue par les populations. Or il a été constaté que le Typha s'est étendu énormément sur les terres qui ont été exploitées ainsi, surtout anarchiquement par les populations. On comprend donc pourquoi le Typha n'a pas pu être contenu très tôt.

- Les surfaces régressées en 20 années

Les surfaces régressées recensées sont les sols saisonnièrement inondables et les savanes. Cette régression est liée aux conditions climatiques et humaines. Par contre, il est apparu que les surfaces de Typha se sont étendues sur les sols saisonnièrement inondables pour expliquer cette diminution.

2. La dynamique de l'occupation des terres de 1999 à 2010

En 11 années, plusieurs changements ont été observés au niveau des unités d'occupation des terres. Il s'agit des unités plus ou moins stables (8) et celles qui ont connu des changements de superficie (9).

a) Surfaces stables de 1999 à 2010

Pendant ces 11 années, les surfaces d'unité stables en superficie sont les plantations forestières, les mangroves et les savanes boisées. Mais d'autres sont plus ou moins restées stables car les différences de chiffres peuvent relever d'erreurs d'extraction. Il s'agit des Cuvettes/ bas-fond, les forêts galerie, des prairies aquatiques (Typha, phragmites), des steppes et des zones d'aménagement agricole dégradées. On peut penser que les efforts engagés dont la littérature a rendu compte peuvent justifier que les surfaces de Typha sont suivies davantage suivies et traitées si l'on considère toute la zone. Mais ces résultats peuvent contredire toute évaluation à petite échelle de la propagation du typha. Les techniciens doivent donc se méfier d'étudier le typha par site et extrapoler les résultats. Ils pourront, soit crier au scandale soit minorer le phénomène. Le suivi doit donc être global et non sectoriel pour ne pas tromper le décideur.

b) Surfaces instables de 1999 à 2010

Durant les 11 années cinq unités ont accru leurs surfaces, deux unités ont connu une régression en superficie.

- Surfaces augmentées en 11 années

Les surfaces améliorées sont :

- *Sol saisonnièrement inondable*
- *Forêt galerie*
- *Zone de cultures pluviales et jachères*
- *Zone de cultures irriguées, cultures de bas-fond, cultures de décrue*
- *Surface indurée et exposée*

- *Agglomération (ville, village et autres)*

Les superficies améliorées les plus importantes sont les zones de cultures irriguées/cultures de bas-fond/cultures de décrue à cause des exploitations non contrôlées des populations depuis la disponibilité de l'eau des plans d'eaux ces 11 années passées. Les zones de cultures pluviales/jachères s'accroissent en raison des paramètres démographiques (accroissement) et les capacités techniques aident à augmenter les surfaces.

- Surfaces régressées en 11 années

Les surfaces régressées sont :

- *Plan d'eau*
- *Prairie Halophyte, Tannes arbustives (Tamarix)*
- *Savane*

L'extension des cultures, la pression sur l'eau et les zones humides par le Typha justifient la diminution de ces unités.

3. La dynamique de l'occupation des terres de 1979 à 2010

De 1979 à 2010 (carte 4 et tableau 6) on note que :

- seuls les forêts galeries, les mangroves, les savanes boisées et les zones d'aménagement agricole dégradées ont peu changé de couverture en 2010;
- sept unités ont accru leurs surfaces : prairie aquatique (Typha, phragmites), steppe arbustive et/ou arborée, plantation ligneuse, zone de cultures pluviales et jachères, zones de cultures irriguées/cultures de bas-fond/cultures de décrue, surface indurée et exposée, agglomération (ville, village et autres)
- les surfaces de plan d'eau, de sol saisonnièrement inondable, de cuvette/bas-fond, de prairie Halophyte et de savane arbustive et/ou arborée ont réduit leur couverture spatiale

4. L'état actuel de l'occupation des terres (2018)

a) *La situation actuelle*

La carte de l'occupation des terres en 2019 (carte n°5) et le tableau N°7 présentent seize (16) unités d'occupations des terres. Les unités les plus importantes en superficies (70,8%) sont la steppe arbustive et/ou arborée (21,55 %), la savane arbustive et/ou arborée (18,42 %), les zones de cultures irriguées/cultures de bas-fond/cultures de décrues (16,41 %) et les sols saisonnièrement inondables (16,67 %). Les 29,2 % sont réparties entre les plans d'eau, cuvette

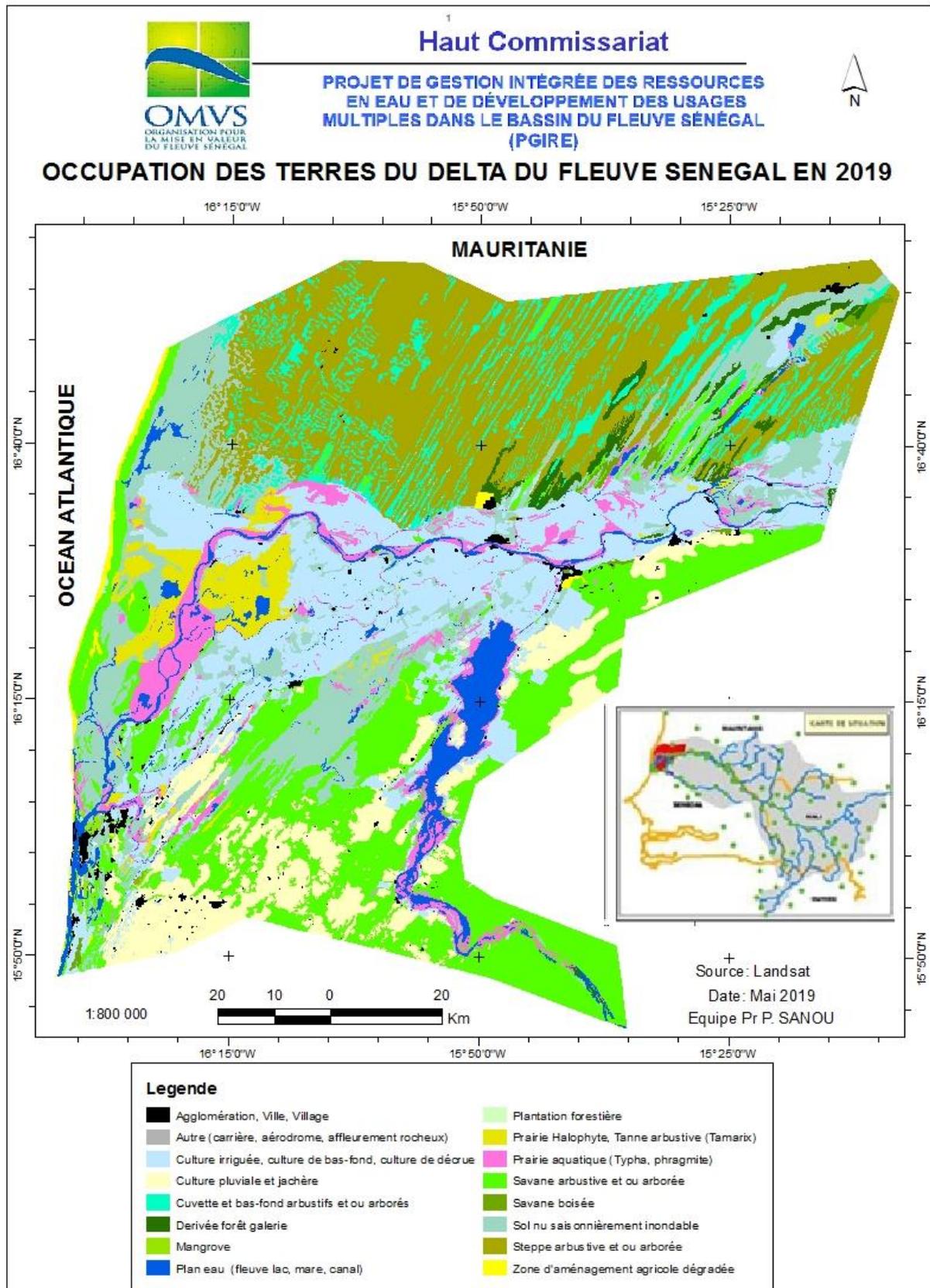
et bas-fond, forêt galerie, mangrove, prairies aquatiques, savane boisée, plantation ligneuse, zone de cultures pluviales et jachères, etc.

Le Typha fait près de 5% de la surface, une proportion à l'échelle de toute la zone, peu différente de celle de 2010. Même s'il y a accroissement spectaculaire cela ne peut qu'être en des espaces isolés. C'est pourquoi, selon les objectifs on l'analyse par zone pour des actions ciblées ou sur toute la zone pour contenir son extension. L'un ne doit pas exclure l'autre dans la lutte à engager. En effet, goûter l'eau d'une bassine de 1000 litres ayant reçu 100 kg de sel ne donne pas le même goût si on la goûte d'une bassine de 500 litres ayant reçu la même quantité de sel. Il faut donc suivre le Typha à grande et petite échelle selon les besoins de développement.

Tableau n° 7 : Superficie de l'occupation des terres en 2018

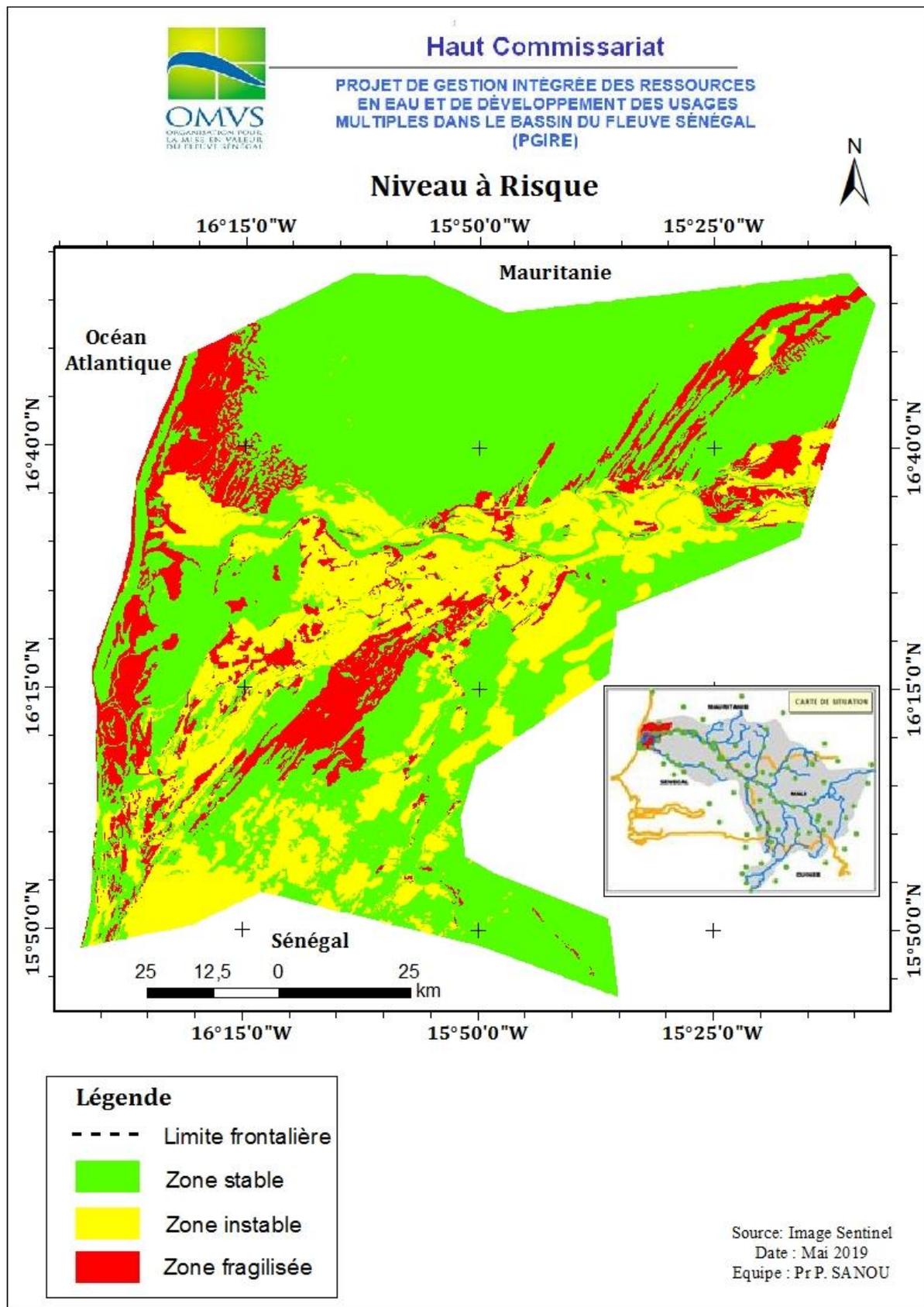
Unité d'occupation des terres	Superficie en ha	Pourcentage (%)
Plan d'eau	52 495,66	4,15
Sol saisonnièrement inondable	179 944,82	14,21
Cuvette et basfond	80 342,61	6,34
Forêt galerie	16 914,6	1,34
Mangrove	1 425,41	0,11
Prairie aquatique (Typha, phragmite)	57 814,16	4,56
Prairie Halophyte, Tanne arbustive (Tamarix)	36 904,09	2,92
Savane boisée	5 448,83	0,43
Savane arbustive et/ou arborée	233 350,6	18,42
Steppe arbustive et/ou arborée	272 924,14	21,55
Plantation ligneuse	169,92	0,01
Zone de cultures pluviales et jachères	101 823,33	8,04
Zone de cultures irriguées, cultures de bas-fond, cultures de décrue	207 888,35	16,41
Zone d'aménagement agricole dégradée	7 562,92	0,6
Surface indurée et exposée	1 023,03	0,08
Agglomération (ville, village et autres)	10 566,66	0,83
Total	1 266 599,13	100

Carte N°5 : Occupation des terres en 2018



b) Le niveau à risque

Carte n° 6 : Niveau à risque



A partir des 16 unités d'occupation des terres, nous avons fait un regroupement en trois (3) classes (carte 6 et tableau n° 8) :

- Les unités stables qui peuvent se conserver si des actions de protection et de suivi sont assurées convenablement. Elles font 59,83 % de la superficie totale (plan d'eau, cuvette et basfond, forêt galerie, savane boisée, savane arbustive et/ou arborée, steppe arbustive et/ou arborée, mangrove, plantation ligneuse, prairie aquatique et la prairie halophyte).
- Les unités instables sont constituées des zones de cultures pluviales et jachères, zones de cultures irriguées et les agglomérations qui sont sous pression humaine. Elles occupent 25,28 % de la superficie totale.
- Enfin les unités déjà fragilisées se partagent entre les surfaces indurées/exposées, les plage/dune/aménagement et les zones inondables. Elles représentent 14,89 % de la zone.

Tableau n° 8 : Superficie des niveaux à risque

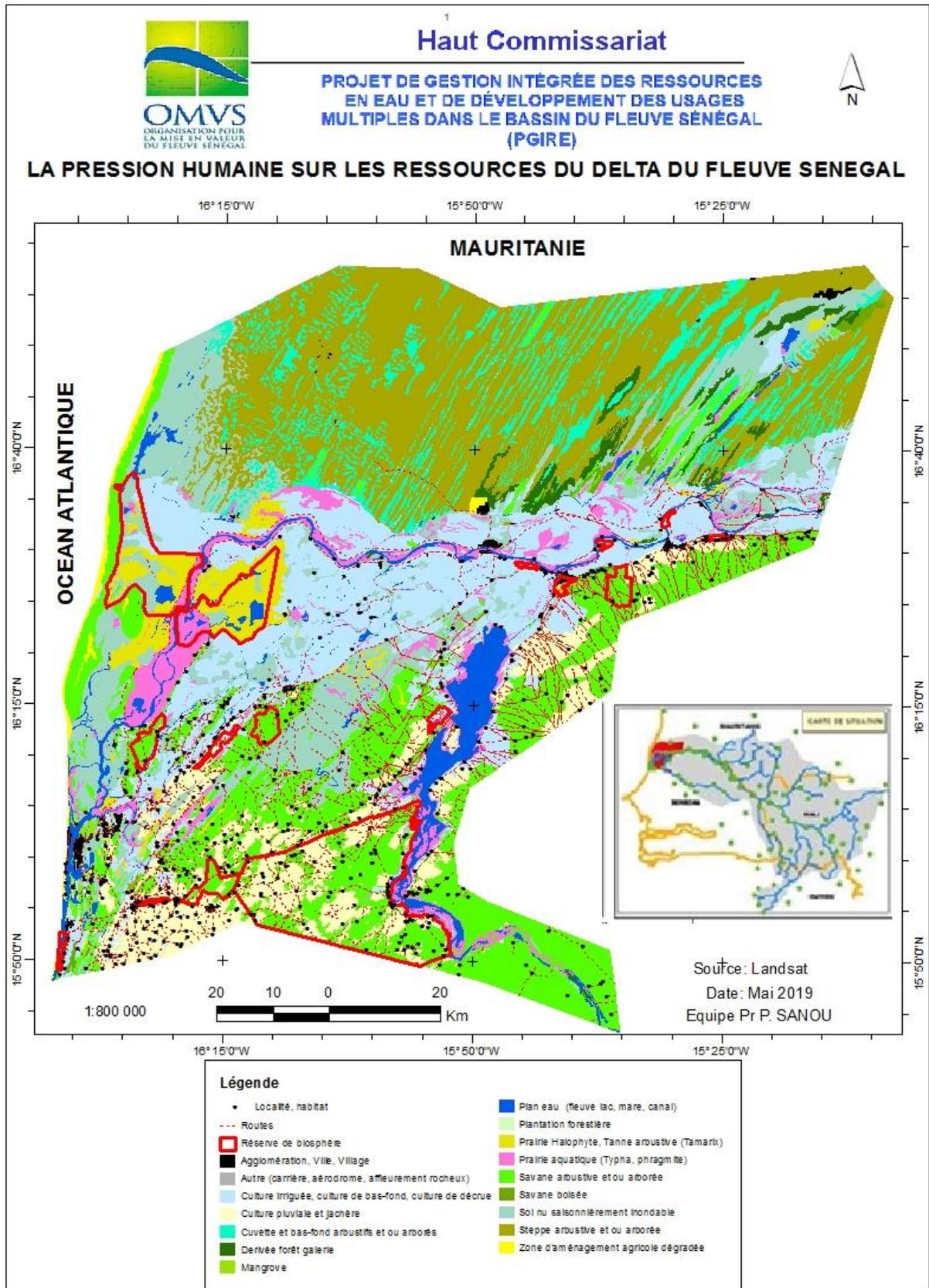
Niveau à Risque	Superficie en ha	Pourcentage (%)
Zone stable	757 790,02	59,83
Zone instable	320 278,34	25,28
Zone fragilisée	188 530,77	14,89
Total	1 266 599,13	100

a) La pression humaine sur les terres

Bien que l'objet de cette étude n'invite pas à l'analyse de l'occupation fonctionnelle pour identifier le poids des établissements, il a été cependant révélateur de constater que la pression de l'homme était très manifeste dans la zone. Cette pression est exercée de façon très anarchique sur les ressources. Elle expliquerait pourquoi, les cultures de bas-fond, les cultures de décrue effectuées par les populations ont pu piloter l'extension du Typha :

- La zone est occupée par 1 chef-lieu de région, 1 chef-lieu de département, 4 Chef-lieu d'arrondissement, 7 chefs-lieux de communauté rurale, 5 communes, 283 villages, 246 habitats isolés et 1 localité non identifiée par notre fichier. Si une analyse de la taille de la population était effectuée, on pourrait situer l'importance des besoins en exploitation des ressources de la zone. Une étude serait utile à cela.
- La pression humaine s'est caractérisée par une occupation anarchique allant jusqu'à occuper les réserves de biosphère que sont les forêts classées où l'on enregistre des cultures et des habitats.

Carte n° 7 : Pression humaine sur les ressources



**SUIVI DES PLANTES ENVAHISSANTES
DU DELTA DU FLEUVE SENEGAL**

L'analyse de l'occupation des terres a permis de comprendre certaines valeurs de développement du Typha. Cela a aidé dans la définition de la stratégie de suivi.

I. ANALYSE D'ENVAHISSEMENT PAR LE TYPHA

1. Importance spatiale du Typha

Deux constats sont observés :

1. Il y a eu une forte extension des surfaces de Typha entre 1979 et 1999 allant du simple à proche du double (30,000 ha à 60,000 ha). Trois raisons semblent être présentées par la revue de littérature comme étant à la base de cette évolution :
 - L'absence de contrôle des plates envahissantes
 - La création d'infrastructures hydrauliques (barrages de Diama, Manantali) qui ont rendu l'eau disponible
 - Le développement de productions de bas-fonds et de décrue par les populations, profitant des disponibilités d'eau réunies dans la région.

Cela est justifié par l'extension privilégiée du typha sur surfaces de cultures de bas-fonds et de décrue, et les sols saisonnièrement inondable en 1999.

2. Une relative régression suivie d'une stabilisation est observée depuis les 2010 en termes de superficies (entre 60,000 ha et 50,000 ha). Là aussi, en se référant aux différents auteurs, on constate trois approches :
 - Un approfondissement des études sur le Typha pour mieux connaître ses caractéristiques, ses modes de développement et planifier le suivi ;
 - Une lutte pour réduire le développement du Typha ;
 - Une valorisation du Typha sur le plan socioéconomique.

Sur le volet de la lutte pour réduire le développement du Typha, des travaux de maintenance des axes hydrauliques sont menés, d'une part, par la SAED (Sénégal) dans le cadre des Fonds de Maintenance des Axes et Emissaires de Drainage et des travaux de curage et faucardage des axes hydrauliques dans la cadre du Schéma Hydraulique du Delta sous l'égide du Projet Millenium Challenge Account (MCA_Sénéga) et d'autre part, par la SONADER et La DAR (Mauritanie).

2. Le niveau de développement végétatif du Typha (biomasse)

La connaissance du développement végétatif du Typha (tableau n°9 et carte 8) permet d'envisager certaines exploitations ou même de comprendre ses sites privilégiés d'expansion pour éventuellement créer des conditions qui le freine.

Tableau N°9 : Niveau de développement végétatif dans le delta

NIVEAU DE REFLECTANCE	SUPERFICIE (Ha)	TAUX
Eau libre ($0.2 < \text{ndvi} >= 0.1$)	55875,7350	5,00
Réfectance confuse par les marécages ($0.3 < \text{ndvi} >= 0.2$)	106161,4125	9,00
Réfectance élevée ($1 <= \text{ndvi} >= 0.9$)	227747,0700	18,00
Réfectance moyenne ($0.9 < \text{ndvi} >= 0.6$)	410261,9625	33,00
Réfectance faible ($0.6 < \text{ndvi} >= 0.3$)	411770,7450	33,00
Non classé	pm	2

Le développement végétatif est médiocre au tiers de la zone. L'autre tiers est dans une réflectance moyenne. Moins de 20% de la couverture végétale offre une biomasse (NDVI) élevée.

Lorsque l'on met le Typha en rapport avec cette biomasse (tableau 10), on le trouve majoritairement (plus de 60% du Typha) en développement végétatif moyen et le ¼ en faible biomasse. Le développement végétatif du Typha ne dépasse guère 5%. Toutefois, avec un NDVI supérieur à 60% à 0.6 et à 5% supérieur à 0.9 son exploitation en énergie et autres usages du couvert est une alternative à envisager.

Tableau 10 : Biomasse du Typha en 2018

REFLECTANCE	SUPERFICIE (M ²)	TAUX
Eau libre	217603,695	4,00
Réflectance confuse pour cause de marécages	180515,415	3,36
Réflectance élevée	266818,058	5,00
Réflectance faible	1342659,440	25,00
Réflectance moyenne	3365684,669	62,64

3. Mode de propagation du Typha

Ici aussi, il y a deux constats (tableaux 11 et 12) :

1. Les extensions ont été prioritairement au niveau des zones d'inondation, les zones marécageuses et les plans d'eau avec une progression à partir des sites déjà infectés. De nombreux écrits ont montré que le Typha était bien un mal de l'eau et humidité où il continuait de s'étendre en dehors de toute action de lutte. Le tableau confirme cette tendance avec la mutation des zones inondables et des prairies Halophytes de 1979 en Typha en 1999 à près de 80%. L'eau et les surfaces de végétation engorgées ont pris plus de 20% dans le même intervalle de temps. En ce moment, il paraissait plus aisé de suivre les plantes envahissantes, les étudier et même les limiter.

Tableau 11 : Mutations d'unités en Typha de 1979 à 1999

UNITE	SUPERFICIE (M ²)	TAUX
Cultures de bas-fond, cultures de décrue	534814,420	1,00
Plan eau (fleuve lac, mare, canal)	32087591,912	11,00
Savane arbustive et ou arborée	32419128,442	11,20
Prairie Halophyte, Tannes arbustives (Tamarix)	65520922,938	22,00
Sol d'aménagement agricole dégradée	160233563,701	55,00

2. Mais en 2010 et 2019, on observe un mode de propagation hors des unités géomorphologiques classiques pour se retrouver sur des unités plus hautes, surtout les zones cultivées qui étaient passées à peine à 1% en Typha en 1999.

Tableau 12: Mutation d'unités en Typha en 2010

UNITE	SUPERFICIE (HA)	TAUX
Savane arbustive et ou arborée	65910,0812	0,10
Plan eau (fleuve lac, mare, canal)	2282658,6797	4,40
Forêt galerie	4973186,6280	9,60
Zone inondable	21119277,1673	40,90
Cultures de bas-fonds, cultures de décrues	23342968,6855	45,00

En 2010, ce sont les surfaces de cultures de bas-fond et de décrue qui se classent au premier rang d'accueil du Typha (plus de 45% d ces terres sont devenues Typha en 2010)

En réalité, toute unité physique qui peut bénéficier d'apport important d'eau stagnant ou d'une d'humidité permanente devient une cible potentielle d'extension du Typha. Aussi, le développement des productions paysannes de bas-fonds et des zones de décrue offrent de nouveaux territoires au Typha.

Il faut alors mettre en place un système d'observation et de suivi à trois volets :

- Les bas-fonds avec plans d'eau naturels
- Les plans d'eau artificiels et leurs environnants humides
- Les zones de production maraîchères, d'aménagements paysans, de cultures de décrue

Il faut alors intégrer les trois éléments suivants pour le suivi des plantes envahissantes :

- Le protocole de suivi
- Les sites de suivi
- La plateforme de suivi

II. LE PROTOCOLE DE SUIVI

Le protocole de suivi (tableau n° 13) a été élaboré en s’inspirant des travaux des auteurs qui ont meublé la revue de littérature. Il est ressorti un certain nombre d’influences et de conséquences liées au développement du Typha qui ont orienté le choix des indicateurs de suivi. Tout en n’étant pas exhaustif car des paramètres non abordés ou qui venaient à apparaître pourront étendre les cibles d’observation. Il n’est pas également exclu que des indicateurs ne soient remis en question pendant le suivi soit parce qu’entièrement maîtrisés ou alors mieux observés avec plus de précisions qui les infirment, ou qui soient rajoutés suite à d’autres formes d’évolution.

Cette proposition d’indicateurs est soutenue par des outils et méthodes validées à la date mais que l’évolution technologique et des connaissances peut améliorer. En fait, il faut rester connecter au développement des outils géomatiques qui constituent l’offre de base du suivi.

Tableau 13 : le canevas de suivi

OBJECTIF	INDICATEUR	DONNEE	DESCRIPTION	OUTIL	METHODE
Etat du couvert végétal aquatique envahissant en 2018	<ul style="list-style-type: none"> • Qualité du développement végétatif • Diversité de la composition floristique • Superficie 	Couvert végétal	<ul style="list-style-type: none"> – Type – Superficie – Niveau spectral 	Téledétection aérospatiale (image très haute résolution : Planet/autre), drone	Rapid Land Cover Mapping (RLCM)
				SIG	Analyse spatiale et statistique
					Cartographie
				SIG	Grid index
					conversion de feature
	<ul style="list-style-type: none"> • Qualité du développement végétatif • Diversité de la composition floristique • Superficie 	Couvert végétal aquatique envahissant (typha)	<ul style="list-style-type: none"> – Superficie – Niveau spectral 	Téledétection aérospatiale (image très haute résolution : Planet/autre), drone	interprétation visuelle
					identification GPS/terrain
				Téledétection aérospatiale (image très haute résolution : Planet/autre)	Edition spectrale
					Classification supervisée
				SIG	Analyse spatiale
					Cartographie
	Analyse statistique				

Evolution de l'occupation des plantes aquatiques envahissantes	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre d'espèces et surface • Colonisation (nombre et surface autres espèces apparues) • Décolonisation (nombre et surface autres espèces disparues) 	Couvert végétal aquatique envahissant (typha) de Date_1 ,....; Date_n	<ul style="list-style-type: none"> – Superficie – Type 	Téledétection aérospatiale (image haute résolution : Landsat 8)	Classification supervisée programmée
				SIG	Analyse spatiale Cartographie Analyse statistique
	<ul style="list-style-type: none"> • Extension (+surface) • Réduction (-surface) • Stabilité (même surface) • Disparition (0 surface) 	Evolution spatiale des plantes envahissantes de Date_1 à Date_n	<ul style="list-style-type: none"> – Classe d'évolution – Niveau spectral 	Téledétection aérospatiale (image haute résolution : Landsat 8)	Modélisation spatiale
				SIG	Analyse d'évolution spectrale Analyse spatiale Cartographie Analyse statistique
Etat de la biomasse des plantes envahissantes	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de classes • Valeur de classes 	Biomasse du couvert végétal envahissant (typha)	<ul style="list-style-type: none"> – Superficie – Niveau spectral 	SIG	Conversion de raster en vecteur
				Télédétection aérospatiale (image très haute résolution: Planet/autre) SIG	Extraction d'image NDVI Classification non supervisée Analyse spatiale et statistique Cartographie
Conséquences spatiales et socioéconomiques des plantes envahissantes	<ul style="list-style-type: none"> • Extension des surfaces d'eau (+superficie) • Réduction des surfaces d'eau (+superficie) • Qualité de l'eau 	Evolution des Surfaces d'eau de Date_1 à Date_n	<ul style="list-style-type: none"> – Superficie – classe spectrale 	Téledétection aérospatiale (image haute résolution : Landsat 8)	Classification supervisée
					Modélisation spatiale
				SIG	Analyse d'évolution spectrale Analyse spatiale et statistique Cartographie
	<ul style="list-style-type: none"> • Colonisation (nombre et autres espèces apparues) • Décolonisation (nombre et autres espèces disparues) 	Biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> – Position – Nombre d'espèces animales aquatiques – Nombre d'espèces végétales aquatiques 	SIG	Enquête Positionnement géographique Analyse spatiale et statistique Cartographie
<ul style="list-style-type: none"> • Etat de 	Niveau du fond	– Position		Enquête	

profondeur (hausse/baisse)	fluvial	– Profondeur		Positionnement géographique
				Analyse spatiale et statistique
				Cartographie
• Eloignement des espaces de pêche (berges/habitat ions)	Évolution des espaces de pêche	– Position – Superficie – type de poisson		Enquête
• Nombre d'exploitants				Positionnement géographique
• Types de poissons				Analyse spatiale et statistique
				Cartographie
• Etat des espaces de navigation (distance/localisation)	Évolution des espaces de navigation	– Position – Distance – Couverture spatiale		Enquête
• Niveau du transport fluvial (disponibilité et fréquentation)				Positionnement géographique
				Analyse spatiale et statistique
				Cartographie
• Nombre d'exploitants agricoles	Évolution des surfaces agricoles	– Superficie – Type de culture – Nombre d'exploitants	Télédétection aérospatiale (image haute résolution : Landsat 8)	RLCM
• Types d'exploitation agricole				Modélisation spatiale
• Revenus d'exploitations agricoles				Analyse d'évolution spectrale
			SIG	Analyse spatiale et statistique
				Cartographie
• Surfaces humides en saison pluvieuse	Évolution des surfaces humides (saison pluvieuse)	– Superficie – Niveau spectral	Télédétection aérospatiale (image haute résolution : Landsat 8)	NDWI
				Modélisation spatiale
				Analyse d'évolution spectrale
			SIG	Analyse spatiale et statistique
				Cartographie
• Surfaces humides en saison sèche	Évolution des surfaces humides (saison sèche)	– Superficie – Niveau spectral	Télédétection aérospatiale (image haute résolution : Landsat 8)	NDWI
				Modélisation spatiale
				Analyse d'évolution spectrale
			SIG	Analyse spatiale et statistique
				Cartographie

Utilisation des plantes aquatiques envahissantes	• Niveau d'exploitation (type/utilisateurs)	Alimentation humaine	– Position village (x,y) – Nom village – Type d'utilisation – Nombre d'utilisateurs	SIG	Enquête village riverain
		Alimentation animale			
		Santé humaine			
		Santé animale			
		Construction			
		Protection			
		Autre			

III. SITES DE SUIVI DU TYPHA

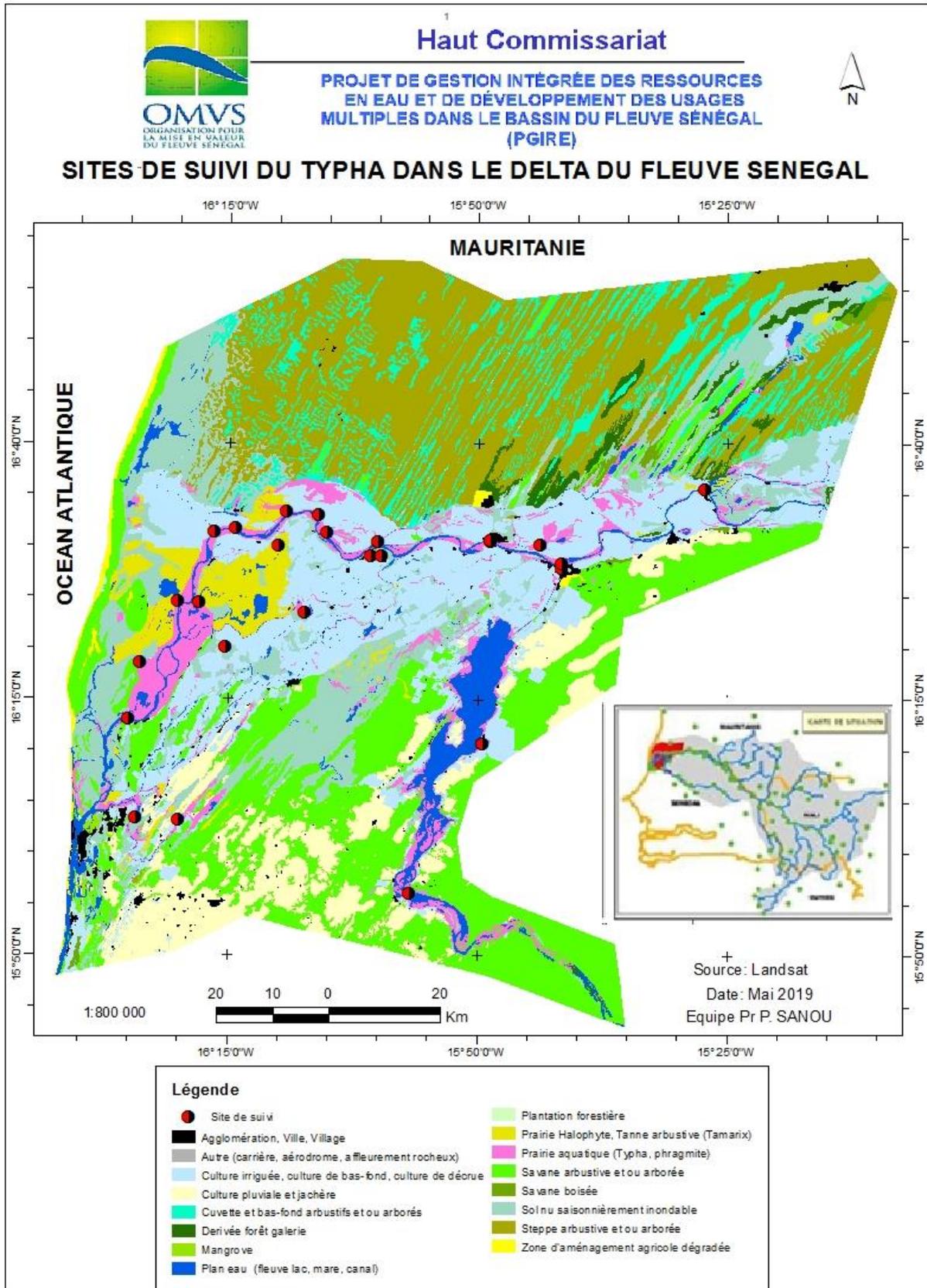
La proposition de sites de suivi des plantes envahissantes (carte 9) s'est fondée sur trois paramètres :

- Les anciens sites de suivi de l'OMVS sont retenus pour avoir des données de comparaison dans le processus de suivi ;
- Les sites identifiés vulnérables pendant l'étude par leur mutation en zone d'extension du Typha ;
- Des sites aléatoires sur toute la zone pour une surveillance sans collecte d'information ; aucun site n'est proposé. Les observations se feront sur des sites aléatoires.

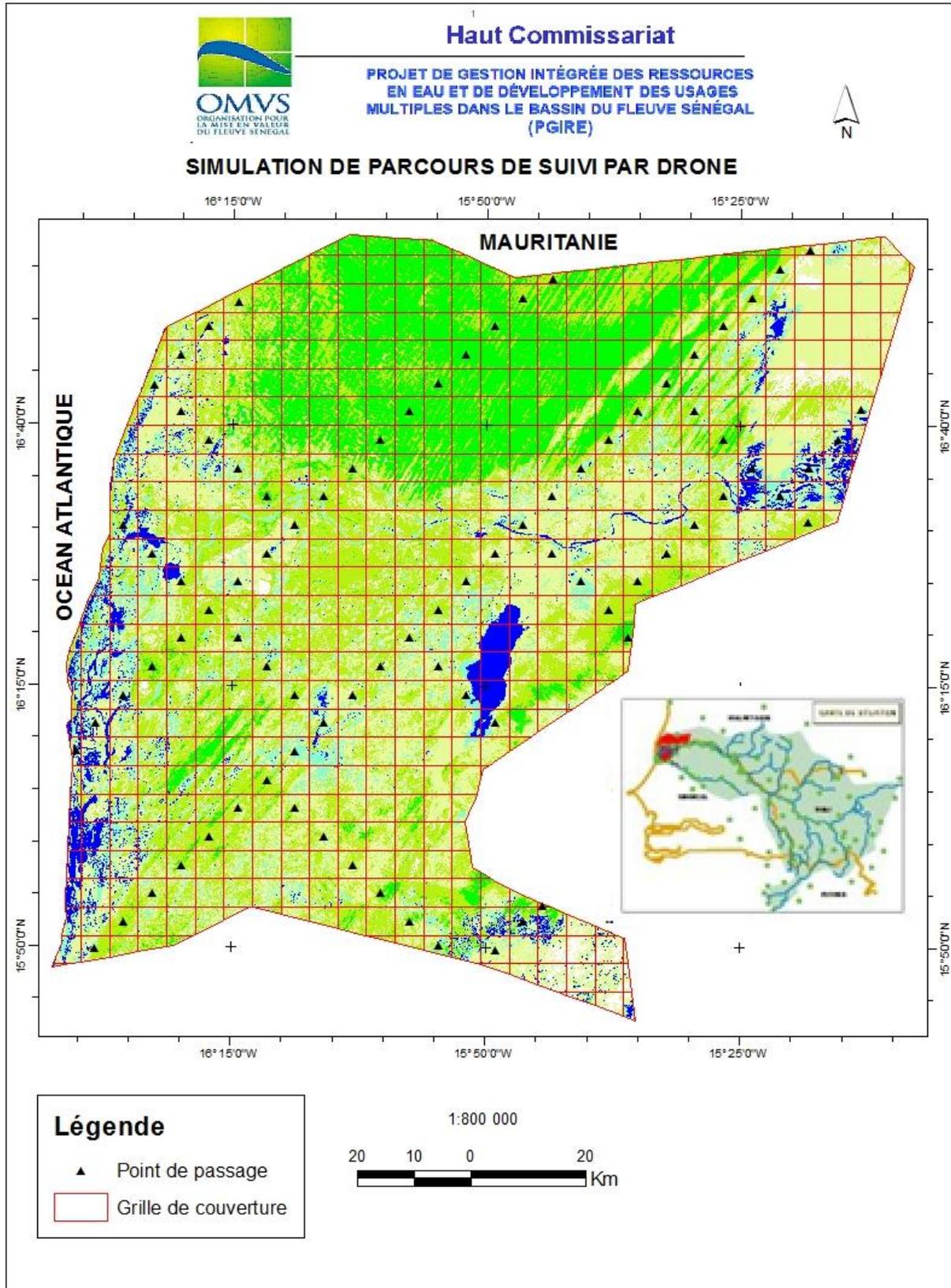
Pour ce suivi, en plus des outils classiques et pour faciliter le parcours soit pour la collecte des données soit pour la validation, l'outil Drone est une grande avancée technologique en télédétection. Le drone projette à l'écran tout l'espace qu'il parcourt à partir d'une hauteur qui la rend discrète. Ce parcours sera identifié à l'avance avec les coordonnées des points de passage. Il ne restera plus qu'à le faire décoller et suivre ses images. Il y a aussi la possibilité de le piloter lorsque cela paraît utile. Il y a certainement d'autres outils utilisés sous d'autres expériences, mais cette étude se limite à ce qu'il a testé et validé.

La carte N°10 donne une simulation de parcours de Drone pour le suivi

Carte 9 : les sites de suivi des plantes envahissantes



Carte 10 : Simulation de parcours de suivi par drone



IV. LA PLATEFORME D'INFORMATION

La plateforme d'information est un outil de collecte, de gestion, de traitement des données pour la production d'informations géo-référencées tabulaires, graphiques et cartographiques descriptives ou analytiques. Elle sera disponible aux experts chargés de son pilotage mais pourra être mise en ligne pour une utilisation par plusieurs intervenants internes et externes pour visualiser et produire des résultats de traitement

La base de données sera alors accessible directement sur le web, à partir d'un lien indépendant ou intégré à un site web.

Elle comprend :

La page d'accueil qui donne un aperçu des modules présent, que l'on pourra sélectionner. Ici, un module d'ajout et de gestion des sites, un module de cartographie permettant de visualiser l'emplacement des zones et un module de statistiques intelligent.

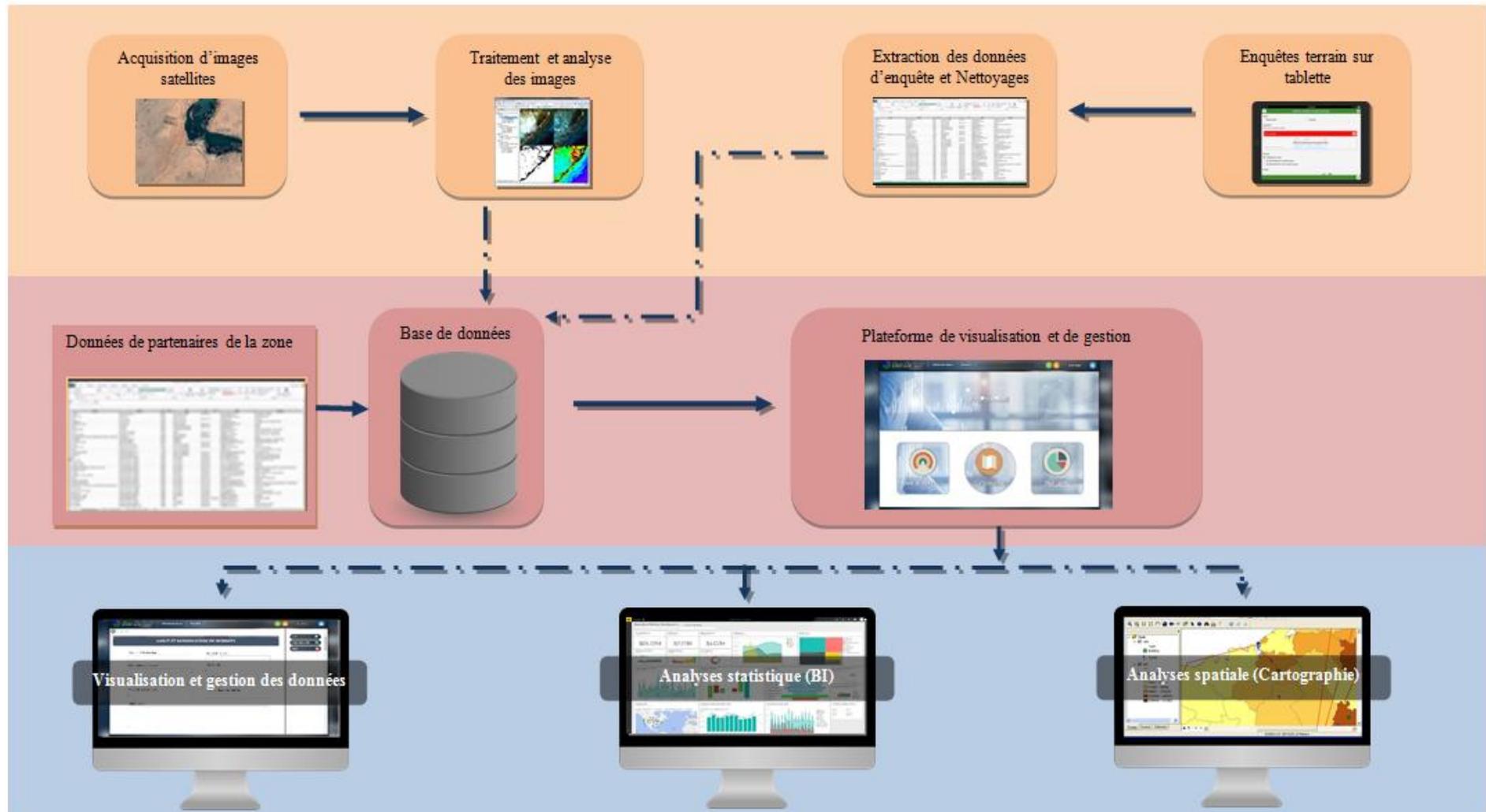
Il y a la possibilité d'ajouter ou de mettre à jour toutes les données d'attributs. Les informations géo-référencées peuvent aussi être modifiées et adaptées. Un tableau récapitulatif affiche toutes les zones et les années avec des options de recherche paramétrables.

Ce système de cartographie Web, bâtis sur les dernières technologies de Web Mapping vous offre une multitude d'outils pour la visualisation, l'édition, l'analyse des sites et d'autres fonctionnalités de manipulation et d'analyse géométrique.

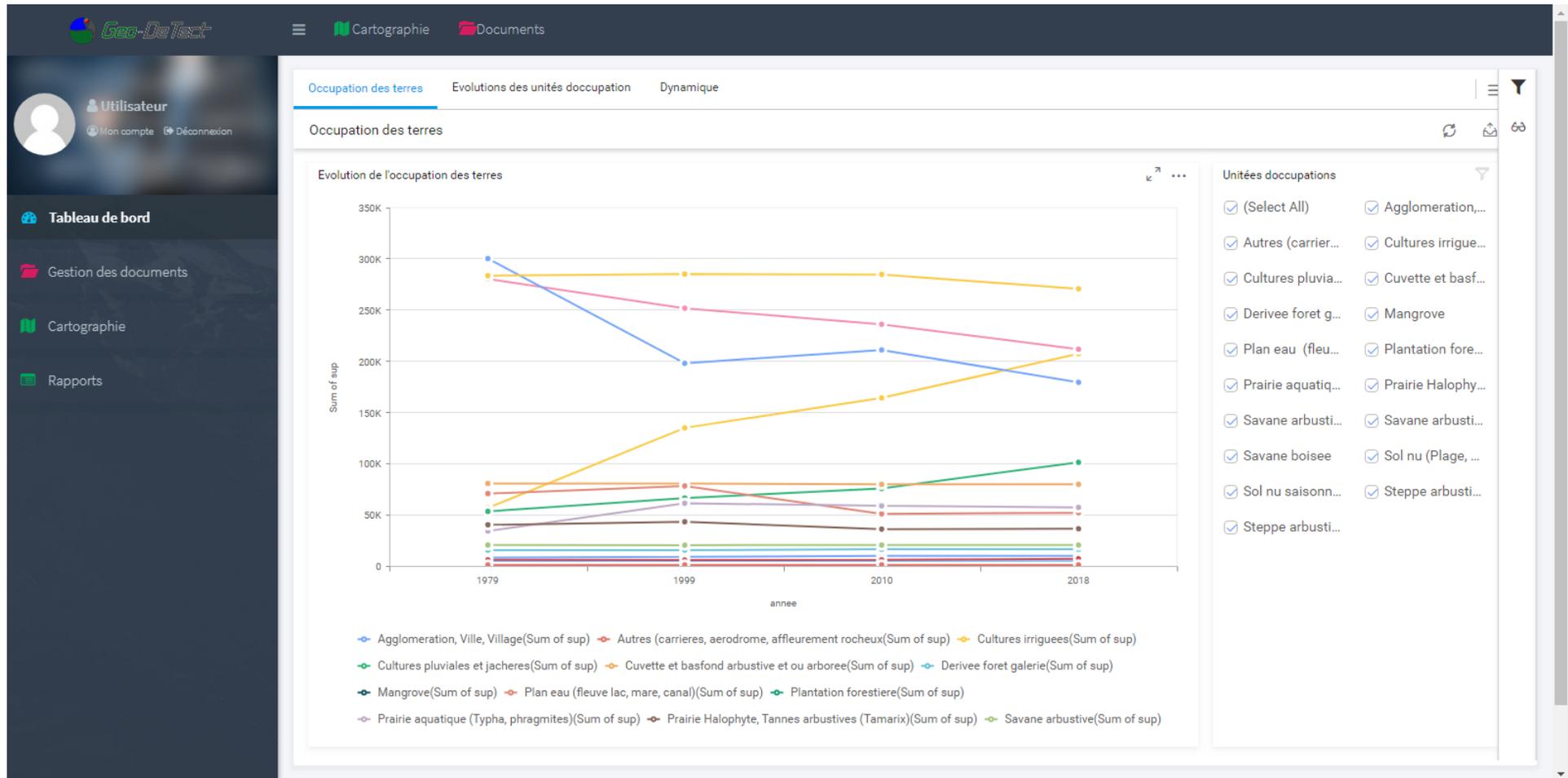
Les statistiques analytiques sont possibles avec des créations de graphiques. Il est aussi possible de développer et sauvegarder des requêtes grâce au système de BUSINESS INTELLIGENT (BI) qui allie statistiques analytiques et interactives, mettant à jour en temps réel les statistiques (filtre).

Un rapport et document d'utilisation est conçu et sera fourni aux experts lors de leur formation suivi de l'installation du produit.

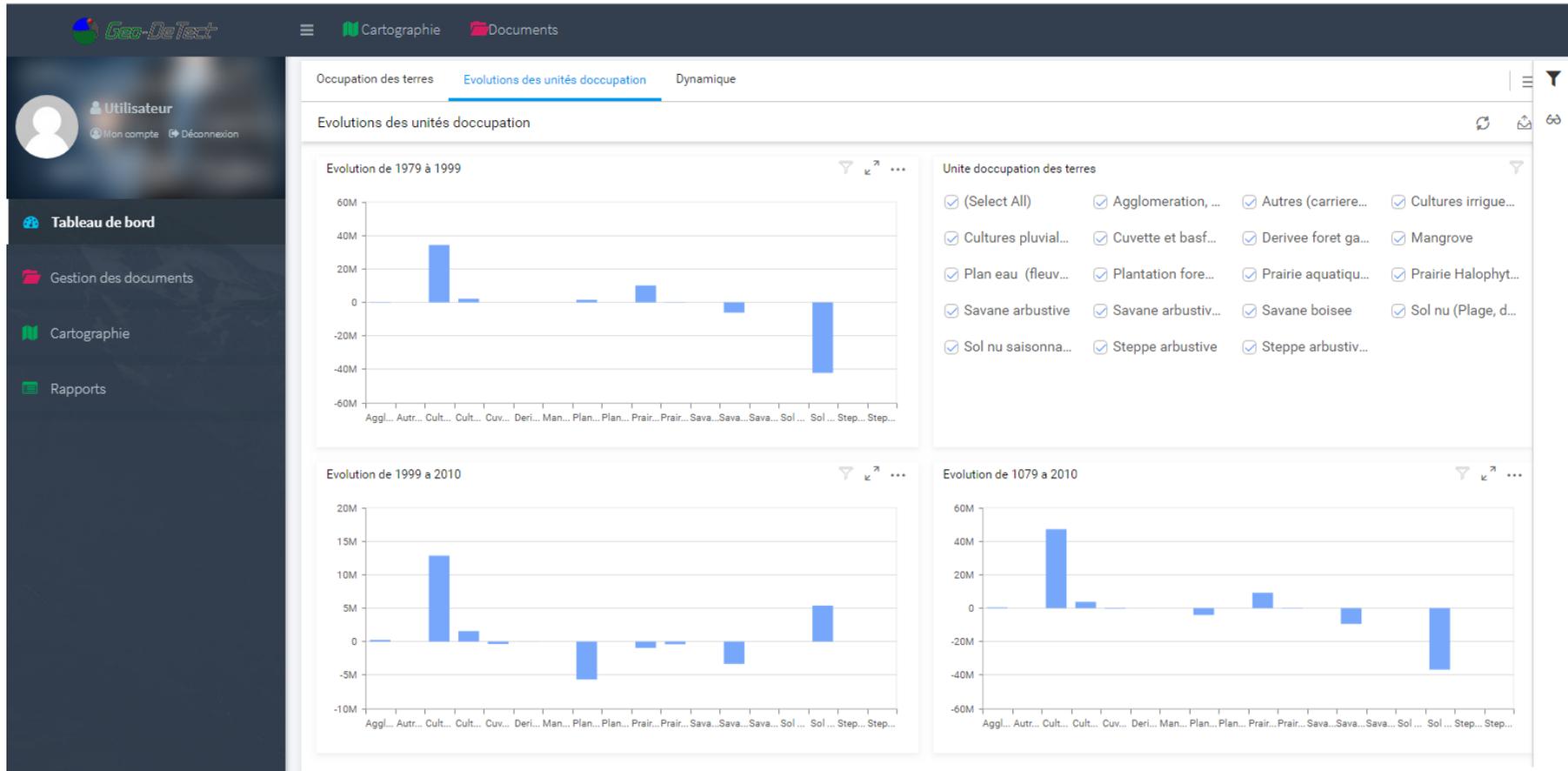
Configuration de la plateforme de suivi du Typha (PlaSTy)



Traitement Graphique des données par la plateforme



Traitement graphique des données par la plateforme



Traitement tabulaire des données par la plateforme

Geo-De Test

Cartographie Documents

Utilisateur
Mon compte Déconnexion

Tableau de bord
Gestion des documents
Cartographie
Rapports

Occupation des terres Evolutions des unités d'occupation **Dynamique**

Dynamique

Dynamique d'évolution

Unités d'occupation	1979	1999	2010	1979 à 1999	1999 à 2010	1979 à 2010
Agglomération, Ville, Vill...	2,668,902.48	2,887,234.28	3,140,085.35	218,331.80	252,851.07	471,182.87
Autres (carrières, aérodromes...)	13,399.31	15,351.75	18,414.61	1,952.44	3,062.86	5,015.30
Cultures irriguées	25,140,544.88	59,463,298.93	72,307,405.09	34,322,754.05	12,844,106.16	47,166,860.21
Cultures pluviales et jach...	9,049,611.82	11,245,455.14	12,810,404.21	2,195,843.32	1,564,949.07	3,760,792.39
Cuvette et basfond arbust...	37,319,451.32	37,319,451.32	36,957,593.70	0	-361,857.62	-361,857.62
Derivée forêt galerie	321,295.28	321,295.28	338,292.08	0	16,996.80	16,996.80
Mangrove	41,545.17	42,762.48	42,762.48	1,217.31	0	1,217.31
Plan eau (fleuve lac, mare...)	14,819,639.33	16,365,960.62	10,707,008.83	1,546,321.29	-5,658,951.79	-4,112,630.50
Plantation forestière	835.08	1,030.48	1,030.48	195.40	0	195.40
Prairie aquatique (Typha, ...)	12,994,219.35	23,107,964.75	22,170,464.93	10,113,745.40	-937,499.82	9,176,245.58
Prairie Halophyte, Tannes...	2,240,182.39	2,405,540.61	2,008,003.53	165,358.22	-397,537.08	-232,178.86
Savane arbustive	483,734.21	481,275.41	483,728.62	-2,458.80	2,453.21	-5.59
Savane arbustive et ou ar...	59,850,142.82	53,735,927.55	50,407,625.97	-6,114,215.27	-3,328,301.58	-9,442,516.85
Savane boisée	81,732.48	81,732.48	81,732.48	0	0	0
Sol nu (Plage, dune, ame...)	130,989.56	127,417.78	130,576.10	-3,571.78	3,158.32	-413.46

CONCLUSION

De Nombreuses études ont montré que la maîtrise de la propagation du Typha n'est pas une simple volonté. Il faut y adjoindre la technologie pour mieux l'étudier et mieux la suivre dans un suivi global de son milieu, c'est-à-dire les zones humides.

L'OMVS en optant pour un suivi par la télédétection fait un important pas dans la connaissance de cette plante envahissante dans son milieu. La télédétection est effectivement l'outil le plus adapté à suivre un phénomène géographique de ce type et son milieu favorisant. En effet, la télédétection est la détection des objets à distance sans contact direct avec eux en identifiant et enregistrant leur rayonnement électromagnétique, c'est-à-dire leurs comportements optiques (réactions avec la lumière). Dans ce cas, la télédétection va déterminer non seulement le Typha mais aussi les phénomènes non évidents de son biotope et même de la biocénose qui favorise son expansion et sa survie.

Cette étude qui a observé par cet outil en créant les données de 1979 à 2019 puis les traitant par le SIG a confirmé la localisation du Typha tel qu'il fut décrit auparavant par les auteurs mais surtout a mis en relief son mode de développement lié à l'expansion de l'humidité assurée par les changements climatiques (zones inondées) et de l'activité agricole (productions de bas-fond, cultures de décrue). C'est-à-dire que le Typha sort de son milieu naturel en suivant l'eau et là où la gestion n'est pas contrôlée.

Il est alors apparu important de développer un système de suivi en période pluvieuse des zones inondables afin d'anticiper sur des apparitions de Typha mais aussi assurer un contrôle permanent des surfaces d'exploitations anarchiques afin de contenir les apparitions de Typha. Cela nécessite des sites de suivi positionnés dans tous les espaces sensibles du delta afin d'avoir les données les plus larges possibles. Ce suivi sera d'autant plus efficace que les nouvelles technologies seront suffisamment mises à contribution :

- Les drones permettent de pallier aux soucis d'accessibilité, de durée et de sécurité tout en fournissant l'information spatiale du paysage à grande échelle si les transects de capture sont bien répartis. Un bon drone coûte moins de 1,000€ et parcourt des centaines de mètres en hauteurs et des kilomètres en rayon de couverture.
- Une plateforme géospatiale permet non seulement de saisir, stocker et traiter les données mais aussi d'assurer la cartographie, l'analyse multi date et le partage des informations avec tous les partenaires de la zone pour une lutte plus efficace.

Le suivi ne doit pas se limiter au Typha mais doit être global en cherchant dans tous les indicateurs, les éléments contribuant à l'étendre aux plantes envahissantes :

- Occupation physique des terres ;
- Activités humaines d'exploitation de l'eau et des ressources naturelles ;
- Infrastructures socioéconomiques de développement, notamment celles qui agissent sur les ressources naturelles (eau, sol, végétation, faune) ;
- Participation des populations et modèles de communication.

Dans le suivi du Typha, il ne faut pas perdre du temps, ni prendre son temps. Seule la technologie géospatiale peut soutenir cette approche avec des compétences bien formées et engagées.

BIBLIOGRAPHIE

BASTIAANSEN Cees, YADE Samba, novembre 2008. *Formulation du projet de lutte contre les végétaux aquatiques nuisibles*, document de projet, OMVS, 77 pages.

OMVS, *Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du Fleuve Sénégal*, décembre 2009, 457 pages.

OMVS, *Analyse Diagnostique Transfrontalière (ADT)*, février 2017, 195 pages.

OMVS, *Plan d'Action Stratégique (PAS)*, février 2017, 94 pages ;

OMVS, *Plan d'Action Régional pour l'Amélioration des Cultures Irriguées (PARACI)*, décembre 2017, 143 pages.

BURGEAP-SEMIS, Octobre 2010. *Rapport de Synthèse final Assistance Technique du Cofinancement du Royaume des Pays Bas auprès du Projet de gestion des ressources en eau et de l'environnement du bassin du fleuve Sénégal (GEF/BFS)*, 101 pages.

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DES ETABLISSEMENTS CLASSES (DEEC)-
Ministère de l'environnement et du développement durable (Sénégal), 2016. *Situation de référence de la biodiversité dans les zone de peuplement en typha*, Programme National de Réduction des Emissions GES à travers l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment/projet de production de matériaux d'isolation thermique à base de typha, 47 pages.

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DES ETABLISSEMENTS CLASSES (DEEC)-
Ministère de l'environnement et du développement durable (Sénégal), juillet 2016. *Capitalisation des résultats de recherches et expériences sur le typha*, Projet de Production de matériaux d'isolation thermique à base de Typha, 28 pages.

MBOUP M., BERGES J-C., et BELTRANDO G., 2012 - *Cartographie par télédétection de la végétation envahissante des zones humides du delta du fleuve Sénégal avec le satellite hyperspectral EO-1 Hyperion* : résumé et présentation orale faite à l'occasion du 2ème colloque scientifique de la Société Française de Télédétection Hyperspectrale à l'ONERA de Toulouse les 18 et 19 juin 2012, 17 pages.

MBOUP M., 2013-2014. *Changements socio-environnementaux et dynamique de la végétation aquatique envahissante dans le delta du fleuve Sénégal*. Thèse de doctorat unique Spécialité, Ecole Doctorale « Eau, Qualité et Usages de l'Eau » de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 230 pages.

NIASSE M., KANE C., FATY A., février 2017. *Analyse diagnostique environnementale transfrontalière du bassin du fleuve Sénégal (ADT)*, OMVS, 195 pages.

NIASSE M., KANE C., FATY A., février 2017. *Plan d'Action Stratégique (PAS) de Gestion des Problèmes Environnementaux Prioritaires du Bassin du Fleuve Sénégal*, OMVS, 94 pages.

ONG ProNatura International, Août 1999. *Projet «Charbon de Biomasse du Sénégal »*, Rapport de mission, 19 pages.

SANOUE P., 2016. *Impacts écologiques des programmes de gestion des ressources naturelles dans le Nord du Burkina Faso*, Thèse doctorat d'état, Université de Ouagadougou, 391 pages.

ROYAL haskoning, août 2006. *Lutte contre le typha et la dégradation des berges*, rapport de faisabilité ORET, OMVS, 96 pages.

ROYAL haskoning, juin 2013. *Rapport de Mission de Revue des Acquis Evaluation des Phases 1 et 2 du projet GIRE Trustfund, grandes lignes pour la Phase 3*, OMVS, 65 pages.

ROYAL haskoning, décembre 2012. *Plan Directeur Stratégique Intégré Lutte contre l'invasion des plantes aquatiques dans le delta du fleuve Sénégal- Projet Polders Fleuve Sénégal*, OMVS, 223 pages.

SOGED, 2004. *Programme de Restauration du Réseau Hydraulique du Bassin du fleuve Sénégal - rapport de faisabilité*, 116 pages.

SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE, février 2011. *Phase 3 du SDAGE du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du Fleuve Sénégal*, OMVS, 138 pages.

THIAM Abou, juillet 1984. *Contribution à l'étude phytoécologique de la zone de décrue du lac de Guiers (Sénégal)*, Thèse de doctorat, Mention Environnement, Institut des Sciences de l'Environnement /Université de Dakar, 123 pages.

ANNEXES

Rapport de mission de vérification sur le terrain et de validation des sites de suivi du typha par télédétection

INTRODUCTION

Dans le cadre du renforcement des capacités de l'OMVS pour évaluer et suivre la couverture végétale et la biomasse des plantes aquatiques envahissantes dans la vallée du fleuve par l'utilisation de la télédétection, le représentant du consultant Monsieur Samba NDAO a accompagné une équipe du Haut-Commissariat de l'OMVS dans la zone du delta.

I. OBJECTIF DE LA MISSION

Cette mission a pour objet de vérifier et de valider les sites de suivi des plantes aquatiques envahissantes (du typha en particulier) au niveau du delta du fleuve Sénégal.

II. RESUSTATS DE LA MISSION

Les résultats suivants ont été obtenus :

- les 12 points de suivi ont été décrits et caractérisés ;
- les points de contrôle ont été localisés et géoréférencés ;
- d'autres extra sites ont été identifiés pour le suivi futur ;
- la vérification terrain des interprétations/traitement effectuées à partir des images sentinelles, est accomplie ;
- les capacités des experts du Haut-Commissariat de l'OMVS sont renforcées dans ce cadre.

III. DEROULEMENT DE LA MISSION

La mission s'est déroulée conformément au calendrier suivant :

- Sénégal du 12 au 13 avril 2019 ;
- Mauritanie du 14 au 15 avril 2019.

Le planning de la mission est joint en annexe.

✚ Pour la partie sénégalaise, la mission était composée ainsi :

Haut-Commissariat : Alpha Oumar BALDE, Chef de Division Planification Prospective et Développement à la Base/DEDD, Kandas CONDE, Chef de Division Ressources en Eau et Gestion des Risques/DIR, Aram Ngom

NDIAYE, Expert SIG/DEDD, Ibrahima Samba BA, Expert Aménagiste/DEDD, Véronique FAYE, Expert Changements Climatiques/PGIRE, Cheikh SARR, Expert SIG et Télédétection/DEDD, Abdoulaye GNING, Expert SDAGE/DEDD;

SAED : Amadou NIANG, Chef de la Division Statistiques et Géomatique (DSG).

✚ ***Pour la partie Mauritanienne, la mission était composée ainsi :***

Haut-Commissariat : Alpha Oumar BALDE, Chef de Division Planification Prospective et Développement à la Base/DEDD, Kandas CONDE, Chef de Division Ressources en Eau et Gestion des Risques/DIR, Aram Ngom NDIAYE, Expert SIG/DEDD, Ibrahima Samba BA, Expert Aménagiste/DEDD, Véronique FAYE, Expert Changements Climatiques/PGIRE, Cheikh SARR, Expert SIG et Télédétection/DEDD, Abdoulaye GNING, Expert SDAGE/DEDD ;

SONADER : Mohammed Hacem Oul Sidi Mohammed, Directeur Régional du Trarza, NIASS Abdelrahim, Chef Service-OSP.

En outre, il faut noter que des réunions de cadrage ont été organisées avec la SAED et la SONADER. Elles ont permis de prendre en compte certaines observations et suggestions pour le choix des sites.

IV. ETAT DES LIEUX DES POINTS DE SUIVI

Dans le cadre du suivi du typha dans le delta du fleuve Sénégal, douze (12) points ont été identifiés et définis en rapport avec l'OMVS. La plupart de ces sites sont situés sur des axes hydrauliques. Parmi ces points de suivi, six sont situés en Mauritanie et six au Sénégal.

En relation avec la SAED et la SONADER, il a été suggéré d'ajouter des extra points de suivi déjà identifiés comme des points de contrôle par le consultant dans chaque pays. L'état des lieux points de suivi est donné dans les tableaux suivants :

Rive Gauche : Sénégal

DONNEES DE CARACTERISATION POUR EVALUER LES INDICATEURS

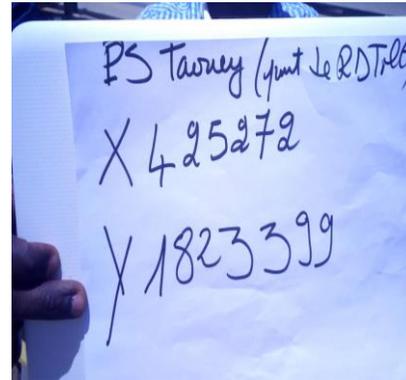
Nom du Site	PS Ancienne Taouey : Extra Site			
OBJET	DESCRIPTION		CARACTERISATION	
Situation géographique	Site situé dans la commune de Richard-Toll X : 0 425 771 Y : 1 819 539	Cet axe hydraulique alimente le casier agricole de Ndombo Thiago en cours de réhabilitation dans le cadre du PGIRE	La superficie totale irriguée à partir de cet axe à ce jour est de 658 ha	
Géomorphologie	Unité		Niveau d'érosion	Absence d'érosion
	Pente	Douce au niveau des berges	Type d'érosion	
	Importance (superficie)			
Géologie	Unité		Exploitation minière	aucune
	Importance		Conséquences d'exploitation	
			Rentabilité	
			Exploitants	
Sol	Unité		Niveau de dégradation	aucune
	Importance		Type de dégradation	

Végétation	Végétation envahissante	oui	Couverture %	75
	Autre végétation	oui	Diversité	<i>Typha domigensis, Phragmites australis, Cyperus articulatus, Cyperus rotundus, Ludwigia adscendens, Ludwigia leptocarpa, Parkinsonia aculeata</i>
	Importance (superficie)		Niveau d'érosion Niveau de dégradation	
Utilisation	Agriculture	oui	Productivité	cf.SAED
	Elevage		Rentabilité	cf.SAED
	Navigation		Exploitants	cf.SAED
	Pêche	oui	Bénéficiaires	cf.SAED
	Santé humaine		Période	cf.SAED
	Santé animale			
	Artisanat			
Autre				
Eau	Importance (superficie)		Régime Qualité de l'eau Hauteur d'eau	Permanent
Humidité	Importance (superficie)		Période	
Infrastructures	Type		Fréquentation Satisfaction	
Hydraulicité	Très faible, faible, Moyen, Bonne		Appréciation	faible



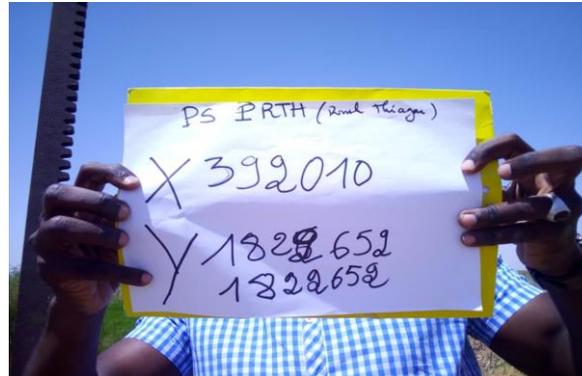
Nom du Site	PS Taouey : Point de Suivi		
OBJET	DESCRIPTION		CARACTERISATION
Situation géographique	Site situé sur le pont de Richard -Toll X : 425 272 Y : 1 823 399	Cet axe est un défluent du fleuve Sénégal qui alimente le lac de Guiers. Il permet l'irrigation du grand casier Nord de canne à sucre de la CSS.	
Géomorphologie	Unité		Niveau d'érosion Absence d'érosion Type d'érosion
	Pente		
	Importance (superficie)		
Géologie	Unité		Exploitation minière aucune
	Importance		Conséquences d'exploitation
			Rentabilité
			Exploitants
Sol	Unité		Niveau de dégradation aucune
	Importance		Type de dégradation
Végétation	Végétation envahissante	présence d'ilots	Couverture % 1

	Autre végétation	oui	Diversité	<i>Typha domingensis</i> , <i>Cyperus articulatus</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , manguier flottante,
	Importance (superficie)		Niveau d'érosion Niveau de dégradation	
Utilisation	Agriculture	oui	Productivité	cf.SAED
	Elevage	oui	Rentabilité	cf.SAED
	Navigation		Exploitants	cf.SAED
	Pêche	oui	Bénéficiaires	cf.SAED
	Santé humaine		Période	cf.SAED
	Santé animale			
	Artisanat			
Autre	AEP			
Eau	Importance (superficie)		Régime Qualité de l'eau Hauteur d'eau	Permanent
Humidité	Importance (superficie)		Période	
Infrastructures	Type	Ouvrage avec 7 vannes	Fréquentation Satisfaction	
Hydraulicité	Très faible, faible, Moyen, Bonne		Appréciation	Bonne



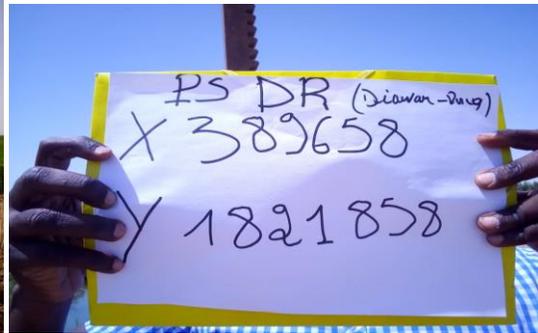
Nom du Site	PS_Prise RTH : Point de Suivi			
OBJET	DESCRIPTION		CARACTERISATION	
Situation géographique	Site situé sur le PK 83 Ronkh Wassoul X : 392 010 Y : 1 822 652	Cet axe est un défluent du Fleuve alimentant les périmètres privés des populations de Ronkh et Thiagar. Il fait partie des ouvrages hydrauliques mis en place par l'OMVS et la SAED.	La superficie irriguée à partir de cet axe couvre 4787 ha	
Géomorphologie	Unité		Niveau d'érosion	Absence d'érosion
			Type d'érosion	
	Pente			
	Importance (superficie)			
Géologie	Unité		Exploitation minière	aucune
	Importance		Conséquences d'exploitation	
			Rentabilité	
			Exploitants	
Sol	Unité Importance	salé	Niveau de dégradation Type de dégradation	aucune
Végétation	Végétation envahissante	oui	Couverture %	95

	Autre végétation	oui	Diversité	<i>Typha domingensis,</i> <i>Tamarix senegalensis,</i> <i>Cyperus rotundus,</i> <i>Cyperus articulatus</i> <i>Phragmites australis,</i> <i>Prosopis chilensis,</i> <i>Ludwigia adscendens,</i> <i>Ludwigia leptocarpa</i>
	Importance (superficie)		Niveau d'érosion Niveau de dégradation	
Utilisation	Agriculture	oui	Productivité	cf.SAED
	Elevage		Rentabilité	cf.SAED
	Navigation		Exploitants	cf.SAED
	Pêche		Bénéficiaires	cf.SAED
	Santé humaine		Période	cf.SAED
	Santé animale			
	Artisanat			
	Autre			
Eau	Importance (superficie)		Régime Qualité de l'eau Hauteur d'eau	Permanent
Humidité	Importance (superficie)		Période	
Infrastructures	Type	Ouvrage vanné	Fréquentation Satisfaction	
Hydraulicité	Très faible, faible, Moyen, Bonne		Appréciation	Très faible



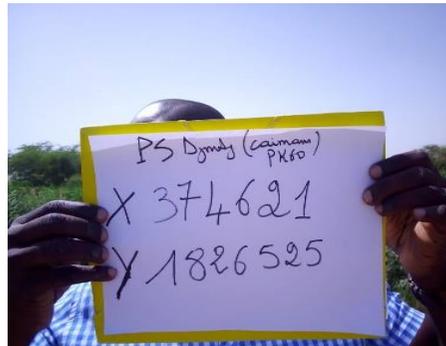
Nom du Site	PS_Prise DR (Diawar Ronkh) : Point de Suivi			
OBJET	DESCRIPTION		CARACTERISATION	
Situation géographique	Site situé sur le PK 60	C'est un chenal qui est directement connecté au Fleuve Sénégal et qui alimente les exploitations agricoles privées d'habitants des localités de Diawar et Ronkh. Il fait partie des ouvrages hydrauliques mis en place par l'OMVS et la SAED	La superficie irriguée à partir de cet axe couvre 1 128 ha	
	X : 389 658			
	Y : 1 821 858			
Géomorphologie	Unité		Niveau d'érosion	Absence d'érosion
			Type d'érosion	
	Pente			
	Importance (superficie)			
Géologie	Unité	sol salé	Exploitation minière	aucune
	Importance		Conséquences d'exploitation	
			Rentabilité	
			Exploitants	
Sol	Unité	salé	Niveau de dégradation	aucune
	Importance		Type de dégradation	
Végétation	Végétation envahissante	oui	Couverture %	10

	Autre végétation	oui	Diversité	<i>Typha domingensis</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Ludwigia adscendens</i> , <i>Ludwigia leptocarpa</i> , <i>Salvinia molesta</i>
	Importance (superficie)		Niveau d'érosion	
			Niveau de dégradation	
Utilisation	Agriculture	oui	Productivité	cf.SAED
	Elevage		Rentabilité	cf.SAED
	Navigation		Exploitants	cf.SAED
	Pêche		Bénéficiaires	cf.SAED
	Santé humaine		Période	cf.SAED
	Santé animale			
	Artisanat			
Autre				
Eau	Importance (superficie)		Régime	Permanent
			Qualité de l'eau	
			Hauteur d'eau	
Humidité	Importance (superficie)		Période	
Infrastructures	Type	Ouvrage vanné	Fréquentation	
			Satisfaction	
Hydraulicité	Très faible, faible, Moyen, Bonne		Appréciation	Bonne



Nom du Site	PS_Prise Djoudj (Ouvrage Caïman) : Point de Suivi			
OBJET	DESCRIPTION		CARACTERISATION	
Situation géographique	Site situé sur le PK 60 X : 374 621 Y : 1 826 525	C'est un chenal qui est directement connecté au Fleuve Sénégal. L'ouvrage réalisé par l'OMVS participe à l'alimentation en eau du parc de Djoudj		
Géomorphologie	Unité		Niveau d'érosion	Absence d'érosion
			Type d'érosion	
	Pente			
	Importance (superficie)			
Géologie	Unité		Exploitation minière	aucune
	Importance		Conséquences d'exploitation	
			Rentabilité	
			Exploitants	
Sol	Unité	salé	Niveau de dégradation	aucune
	Importance		Type de dégradation	
Végétation	Végétation envahissante	luxuriante	Couverture %	85
	Autre végétation	oui	Diversité	<i>Typha domingensis</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Salvinia molesta</i> , <i>Cyperus articulatus</i> , <i>Cyperus rotundus</i>

	Importance (superficie)		Niveau d'érosion Niveau de dégradation		
Utilisation	Agriculture		Productivité	Il n'existe aucune activité (agricole, élevage, pêche ou navigation) pratiquée sur cet axe, sa gestion (ouverture et fermeture des vannes) relève des agents du parc	
	Elevage		Rentabilité		
	Navigation		Exploitants		
	Pêche		Bénéficiaires		
	Santé humaine		Période		
	Santé animale				
	Artisanat				
Autre	Alimentation du Parc de Djoudj (environnement)				
Eau	Importance (superficie)		Régime Qualité de l'eau Hauteur d'eau		Permanent
Humidité	Importance (superficie)		Période		
Infrastructures	Type	Ouvrage vanné avec une seule passe	Fréquentation Satisfaction		
Hydraulicité	Très faible, faible, Moyen, Bonne		Appréciation	Bonne	



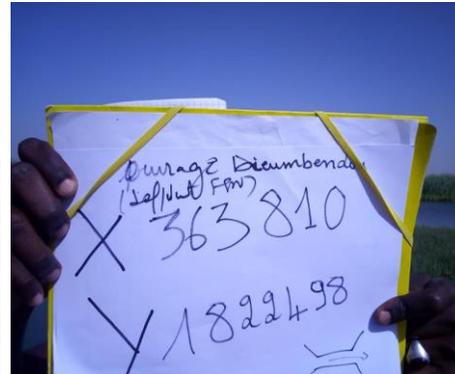
Nom du Site	EP_Ancienne Station de pompage de Debi - Tiguet : Point Extra			
OBJET	DESCRIPTION		CARACTERISATION	
Situation géographique	Site situé au niveau de Tiguet X : 368 326 Y : 1 826 825	Station de pompage du casier de Débi-Tiguet marquée par une très forte présence du typha sur le chenal d'amenée	La superficie dominée par cette station, si elle est mise en service couvre 1 191 ha. En raison de la nature salée du sol, ce casier fait exclusivement du riz parfois en double culture par an	
Géomorphologie	Unité		Niveau d'érosion Type d'érosion	Absence d'érosion
	Pente			
	Importance (superficie)			
Géologie	Unité		Exploitation minière	aucune
	Importance		Conséquences d'exploitation	
			Rentabilité Exploitants	
Sol	Unité		Niveau de dégradation	aucune
	Importance		Type de dégradation	
Végétation	Végétation envahissante	oui	Couverture %	100
	Autre végétation	oui	Diversité	<i>Typha domingensis</i> , <i>Phragmites australis</i>

	Importance (superficie)		Niveau d'érosion Niveau de dégradation	
Utilisation	Agriculture	oui	Productivité	cf.SAED
	Elevage		Rentabilité	cf.SAED
	Navigation		Exploitants	cf.SAED
	Pêche	oui	Bénéficiaires	cf.SAED
	Santé humaine		Période	cf.SAED
	Santé animale			
	Artisanat			
Autre				
Eau	Importance (superficie)		Régime Qualité de l'eau Hauteur d'eau	Permanent
Humidité	Importance (superficie)		Période	
Infrastructures	Type	Ouvrage réalisé par la SAED rarement mis en marche. L'irrigation se fait de manière gravitaire du fait du bon niveau du fleuve Sénégal à cet endroit avec l'influence du barrage de Diama	Fréquentation Satisfaction	
Hydraulicité	Très faible, faible, Moyen, Bonne		Appréciation	Très Faible



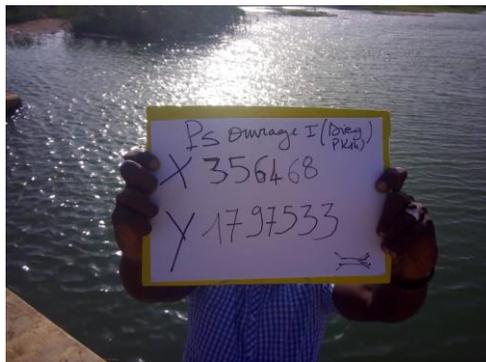
Nom du Site	EP_ Ouvrage E (Dieumbendou) : Point Extra			
OBJET	DESCRIPTION		CARACTERISATION	
Situation géographique	Site situé non loin du village de Debi	C'est un défluent (Dieumbendou) du fleuve Sénégal ; il permet l'irrigation de 2 429 ha exploités par les populations des villages de Débi, de Tiguet, de Diadiam 2 et Fourarate. Il fait partie des ouvrages hydrauliques mis en place par l'OMVS et la SAED		
	X : 363 810			
	Y : 1 822 498			
Géomorphologie	Unité		Niveau d'érosion	Absence d'érosion
			Type d'érosion	
	Pente			
	Importance (superficie)			
Géologie	Unité		Exploitation minière	aucune
	Importance		Conséquences d'exploitation	
			Rentabilité	
			Exploitants	
Sol	Unité	vaseux non salé	Niveau de dégradation	aucune
	Importance		Type de dégradation	
Végétation	Végétation envahissante	très dense	Couverture %	90

	Autre végétation	oui	Diversité	<i>Typha domingensis,</i> <i>Phragmites australis,</i> <i>Ludwigia adscendens,</i> <i>Ludwigia leptocarpa,</i> <i>Nymphaea lotus,</i> <i>Cyperus articulatus,</i> <i>Cyperus rotundus</i> « manguiers flottants » (espèce à identifier)
	Importance (superficie)		Niveau d'érosion	
			Niveau de dégradation	
Utilisation	Agriculture	oui	Productivité	cf.SAED
	Elevage		Rentabilité	cf.SAED
	Navigation		Exploitants	cf.SAED
	Pêche		Bénéficiaires	cf.SAED
	Santé humaine		Période	cf.SAED
	Santé animale			
	Artisanat			
	Autre			
Eau	Importance (superficie)		Régime	Permanent
			Qualité de l'eau	
			Hauteur d'eau	
Humidité	Importance (superficie)		Période	
Infrastructures	Type	Ouvrage avec 2 vannes.	Fréquentation	
			Satisfaction	
Hydraulicité	Très faible, faible, Moyen, Bonne		Appréciation	Bonne



Nom du Site	PS_Ouvrage I (Dieg) : Point de Suivi			
OBJET	DESCRIPTION		CARACTERISATION	
Situation géographique	Site situé sur le PK 14 (Dieg)	Ouvrage réalisé par l'OMVS et la SAED et réhabilité dans le cadre du Millenium Challenge Account (MCA) (Schéma Hydraulique du Delta). Il a été et curé et faucardé en 2014/2015	La superficie dominée sur cet axe couvre plus de 500 ha	
	X : 356 468			
	Y : 1 797 533			
Géomorphologie	Unité		Niveau d'érosion	Absence d'érosion
	Pente		Type d'érosion	
	Importance (superficie)			
Géologie	Unité		Exploitation minière	aucune
	Importance		Conséquences d'exploitation	
			Rentabilité	
Sol	Unité	sol salé	Niveau de dégradation	aucune
Végétation	Végétation envahissante	oui	Couverture %	20
	Autre végétation	oui	Diversité	<i>Typha domingensis</i> , <i>Cyperus</i>

				<i>articulatus, Cyperus rotundus</i>
	Importance (superficie)		Niveau d'érosion	
			Niveau de dégradation	
Utilisation	Agriculture	oui	Productivité	cf.SAED
	Elevage		Rentabilité	cf.SAED
	Navigation		Exploitants	cf.SAED
	Pêche	oui	Bénéficiaires	cf.SAED
	Santé humaine		Période	cf.SAED
	Santé animale			
	Artisanat			
	Autre	Domestique (présence de lavoirs)		
Eau	Importance (superficie)		Régime	Permanent
			Qualité de l'eau	
			Hauteur d'eau	
Humidité	Importance (superficie)		Période	
Infrastructures	Type	Ouvrage avec 2 vannes.	Fréquentation	
			Satisfaction	
Hydraulicité	Très faible, faible, Moyen, Bonne		Appréciation	Bonne



Nom du Site	PS_Barrage de Ndiawdoune : Point de Suivi			
OBJET	DESCRIPTION		CARACTERISATION	
Situation géographique	Site situé la Route Saint-Louis - Richard-Toll	Ouvrage réhabilité dans le cadre de la réfection de la RN 2 (AGEROUTE) et du Millenium Challenge Account (MCA) (Schéma Hydraulique du Delta). Il a été et curé et faucardé en 2014/2015. il sert d'ouvrage de connexion avec le cours d'eau du Ngalam (ouvrage vanné) mais aussi à l'alimentation de l'unité de potabilisation de l'eau du village de Ndiawdoune maure.		
	X : 350 016			
	Y : 1 775 738			
Géomorphologie	Unité		Niveau d'érosion	Absence d'érosion
	Pente		Type d'érosion	
	Importance (superficie)			
Géologie	Unité		Exploitation minière	aucune
	Importance		Conséquences d'exploitation	
			Rentabilité	
		Exploitants		
Sol	Unité	sol salé	Niveau de dégradation	aucune

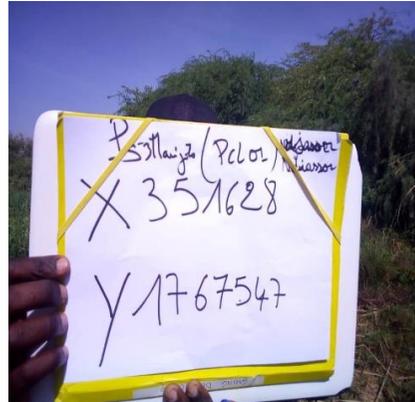
	Importance		Type de dégradation	
Végétation	Végétation envahissante	oui	Couverture %	5
	Autre végétation	oui	Diversité	<i>Ludwigia adscendens,</i> <i>Ludwigia leptocarpa,</i> <i>Cyperus articulatus,</i> <i>Cyperus rotundus</i> <i>Typha domingensis,</i> <i>Phramites australis,</i> <i>Ceratophyllum demersum</i>
	Importance (superficie)		Niveau d'érosion	
			Niveau de dégradation	
Utilisation	Agriculture	oui	Productivité	cf.SAED
	Elevage		Rentabilité	cf.SAED
	Navigation		Exploitants	cf.SAED
	Pêche	oui	Bénéficiaires	cf.SAED
	Santé humaine		Période	cf.SAED
	Santé animale			
	Artisanat			
Autre	AEP			
Eau	Importance (superficie)		Régime	Permanent
			Qualité de l'eau	
			Pression	
Humidité	Importance (superficie)		Période	
Infrastructures	Type	Ouvrage vanné avec 7 passes	Fréquentation	
			Satisfaction	
Hydraulicité	Très faible, faible, Moyen, Bonne		Appréciation	Bonne



*

Nom du Site	EP_ 3 marigots (Ndiassor) : Extra Point			
OBJET	DESCRIPTION		CARACTERISATION	
Situation géographique	Site situé au niveau de la dépression de Ndiassor ou Mingueye ou Nguine limitée au nord par la dépression de Khante, et au sud par celle de Ndiasséou ou Pénéta (noms des trois marigots)	Ancienne dépression naturelle alimentée maintenant régulée par l'un des ouvrages hydrauliques réalisés dans le cadre du Schéma Hydraulique du Delta		
	X : 351 628			
	Y : 1 767 547			
Géomorphologie	Unité		Niveau d'érosion	Absence d'érosion
	Pente		Type d'érosion	
	Importance (superficie)			
Géologie	Unité		Exploitation minière	aucune
	Importance		Conséquences d'exploitation	
			Rentabilité	
		Exploitants		
Sol	Unité	moyennement salé	Niveau de dégradation	aucune
	Importance		Type de dégradation	
Végétation	Végétation envahissante	oui	Couverture %	100

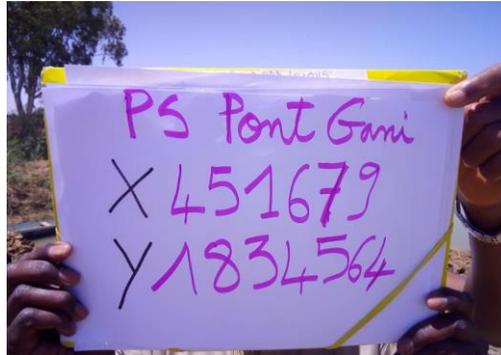
	Autre végétation	oui	Diversité	<i>Typha domingensis, Cyperus articulatus, Cyperus rotundus, Tamarix senegalensis, Sporobolus robustus, Cynodon dactylon.</i>
	Importance (superficie)		Niveau d'érosion	
			Niveau de dégradation	
Utilisation	Agriculture	oui	Productivité	cf.SAED
	Elevage	oui	Rentabilité	cf.SAED
	Navigation		Exploitants	cf.SAED
	Pêche		Bénéficiaires	cf.SAED
	Santé humaine		Période	cf.SAED
	Santé animale			
	Artisanat			
Autre				
Eau	Importance (superficie)		Régime	Semi-Permanent
			Qualité de l'eau	
			Hauteur d'eau	
Humidité	Importance (superficie)		Période	
Infrastructures	Type	Sert pour la traversée Ndiassor	Fréquentation	
			Satisfaction	
Hydraulicité	Très faible, faible, Moyen, Bonne		Appréciation	Très faible



Rive Droite : Mauritanie

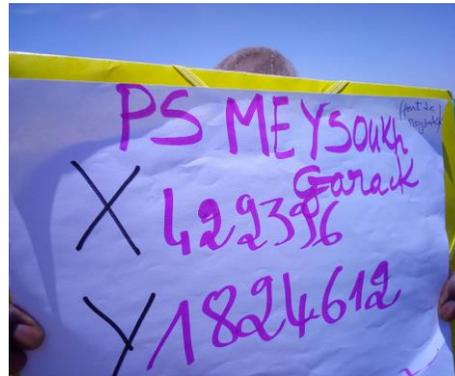
Nom du Site	PS_Pont Gani : Point Suivi			
OBJET	DESCRIPTION		CARACTERISATION	
Situation géographique	Site situé au niveau du village de Gani, il est un défluent du fleuve Sénégal et est le point de départ du cours d'eau allant au lac R'Kiz en Mauritanie.	Pont en cours de construction.		
	X : 451 679			
	Y : 1 834 564			
Géomorphologie	Unité		Niveau d'érosion	Absence d'érosion
	Pente		Type d'érosion	
	Importance (superficie)			
Géologie	Unité		Exploitation minière	aucune
	Importance		Conséquences d'exploitation	
			Rentabilité	
Sol	Unité	argileux	Niveau de dégradation	aucune
	Importance		Type de dégradation	
Végétation	Végétation envahissante	oui	Couverture %	10

	Autre végétation	oui	Diversité	<i>Typha domingensis</i> , <i>phragmites australis</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , <i>Cyperus articulatus</i> , <i>Parkinsonia aculeata</i> , <i>Acacia nilotica</i> (gonakier), « manguier flottant » (espèce à identifier)
	Importance (superficie)		Niveau d'érosion	
			Niveau de dégradation	
Utilisation	Agriculture	oui	Productivité	cf. Sonader
	Elevage		Rentabilité	cf. Sonader
	Navigation		Exploitants	cf. Sonader
	Pêche	oui	Bénéficiaires	cf. Sonader
	Santé humaine		Période	cf. Sonader
	Santé animale			
	Artisanat			
Autre	AEP, Usage domestique, Environnement (lac R'Kiz)			
Eau	Importance (superficie)		Régime	Permanent
			Qualité de l'eau	
			Hauteur d'eau	
Humidité	Importance (superficie)		Période	
Infrastructures	Type	Pont en cours de réalisation.	Fréquentation	
			Satisfaction	
Hydraulicité	Très faible, faible, Moyen, Bonne		Appréciation	Bonne



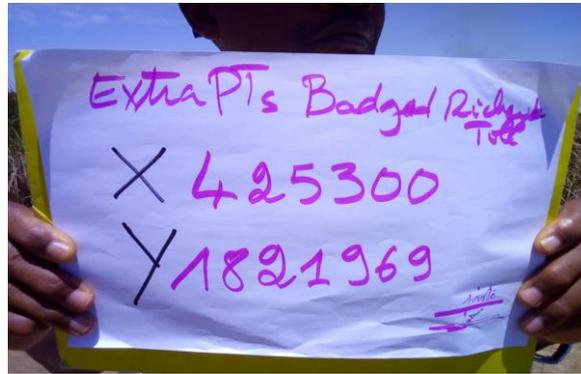
Nom du Site	PS_Messoukh Garack : Point Suivi			
OBJET	DESCRIPTION		CARACTERISATION	
Situation géographique	Site situé au niveau de la localité de Meysoukh il est un axe hydraulique et un un défluent du fleuve Sénégal.	Ouvrage avec des buses qui permettent le passage de l'eau et l'irrigation de 300 ha.		
	X : 422 396			
	Y : 1 824 612			
Géomorphologie	Unité		Niveau d'érosion	Absence d'érosion
			Type d'érosion	
	Pente			
	Importance (superficie)			
Géologie	Unité		Exploitation minière	aucune
	Importance		Conséquences d'exploitation	
			Rentabilité	
			Exploitants	
Sol	Unité	argileux	Niveau de dégradation	aucune
	Importance		Type de dégradation	
Végétation	Végétation envahissante	oui	Couverture %	50

	Autre végétation	oui	Diversité	<i>Typha domingensis</i> <i>Ceratophyllum demersum</i> potomageton , <i>Ludwigia adscendens</i> , <i>Ludwigia leptocarpa</i> , <i>Cyperus articulatus</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , <i>Salvinia molesta</i> , « manguier flottant » (espèce à identifier)
	Importance (superficie)		Niveau d'érosion	
			Niveau de dégradation	
Utilisation	Agriculture	oui	Productivité	cf. Sonader
	Elevage	oui	Rentabilité	cf. Sonader
	Navigation		Exploitants	cf. Sonader
	Pêche	oui	Bénéficiaires	cf. Sonader
	Santé humaine		Période	cf. Sonader
	Santé animale			
	Artisanat			
Autre				
Eau	Importance (superficie)		Régime	Permanent
			Qualité de l'eau	
			Hauteur d'eau	
Humidité	Importance (superficie)		Période	
Infrastructures	Type	Digue avec des Buses.	Fréquentation	
			Satisfaction	
Hydraulicité	Très faible, faible, Moyen, Bonne		Appréciation	Bonne



Nom du Site	EP_Bagdad Richard Toll : Point Extra			
OBJET	DESCRIPTION		CARACTERISATION	
Situation géographique	Site situé au niveau de la localité Bagdad en parallèle avec Richard Toll de l'autre côté de la rive gauche. Il est un défluent du fleuve Sénégal.	Très Forte prolifération de typhas		
	X : 425 300			
	Y : 1 821 969			
Géomorphologie	Unité		Niveau d'érosion	Absence d'érosion
	Pente		Type d'érosion	
	Importance (superficie)			
Géologie	Unité		Exploitation minière	aucune
	Importance		Conséquences d'exploitation	
			Rentabilité	
Sol	Unité	argileux	Niveau de dégradation	aucune
	Importance		Type de dégradation	
Végétation	Végétation envahissante	oui	Couverture %	100
	Autre végétation	oui	Diversité	Typha, tamarix
	Importance (superficie)		Niveau d'érosion	
			Niveau de dégradation	

Utilisation	Agriculture	oui	Productivité	cf. Sonader
	Elevage		Rentabilité	cf. Sonader
	Navigation		Exploitants	cf. Sonader
	Pêche		Bénéficiaires	cf. Sonader
	Santé humaine		Période	cf. Sonader
	Santé animale			
	Artisanat			
	Autre			
Eau	Importance (superficie)		Régime	Permanent
			Qualité de l'eau	
			Hauteur d'eau	
Humidité	Importance (superficie)		Période	
Infrastructures	Type	Ouvrage avec des Buses va recevoir un programme de curage financé par l'Etat de la Mauritanie	Fréquentation	
			Satisfaction	
Hydraulicité	Très faible, faible, Moyen, Bonne		Appréciation	Très faible



Nom du Site	EP_Pont de Tounguene : Point Extra				
OBJET	DESCRIPTION		CARACTERISATION		
Situation géographique	Site situé au niveau de la localité de Tounguene, il est un axe du hydraulique du Garack, défluent du fleuve.	C'est sur l'axe hydraulique du Garack.			
	X : 417 957				
	Y : 1 826 376				
Géomorphologie	Unité		Niveau d'érosion	Absence d'érosion	
	Pente		Type d'érosion		
	Importance (superficie)				
Géologie	Unité		Exploitation minière	aucune	
	Importance		Conséquences d'exploitation		
			Rentabilité		
Sol	Unité	enrochement	Niveau de dégradation	aucune	
	Importance		Type de dégradation		
Végétation	Végétation envahissante	oui	Couverture %	30	
	Autre végétation	oui	Diversité	<i>Typha domingensis</i> , <i>Ludwigia adscendens</i> ,	

				<i>Ludwigia leptocarpa,</i> <i>Phragmites australis,</i> <i>Prosopis chilensis,</i> <i>Cyperus articulatus,</i> <i>Cyperus rotundus</i>
	Importance (superficie)		Niveau d'érosion	
			Niveau de dégradation	
Utilisation	Agriculture	oui	Productivité	cf. Sonader
	Elevage	oui	Rentabilité	cf. Sonader
	Navigation		Exploitants	cf. Sonader
	Pêche	oui	Bénéficiaires	cf. Sonader
	Santé humaine		Période	cf. Sonader
	Santé animale			
	Artisanat			
Autre	AEP Garack, Usage domestique.			
Eau	Importance (superficie)		Régime	Permanent
			Qualité de l'eau	
			Hauteur d'eau	
Humidité	Importance (superficie)		Période	
Infrastructures	Type	Pont bitumé.	Fréquentation	
			Satisfaction	
Hydraulicité	Très faible, faible, Moyen, Bonne		Appréciation	Bonne



Nom du Site	EP_Périmètre Abdallahi Ould DAH : Extra Point				
OBJET	DESCRIPTION		CARACTERISATION		
Situation géographique	Site situé non loin de la commune de Rosso, il est un ancien champ de décrue.	C'est le périmètre de Abdallahi Ould DAH.			
	X : 409 687				Y : 1 825 318
Géomorphologie	Unité		Niveau d'érosion	Absence d'érosion	
	Pente		Type d'érosion		
	Importance (superficie)				
Géologie	Unité		Exploitation minière	aucune	
	Importance		Conséquences d'exploitation		
			Rentabilité		
Sol	Unité	argileux	Niveau de dégradation	aucune	
	Importance		Type de dégradation		
Végétation	Végétation envahissante	oui	Couverture %	100	

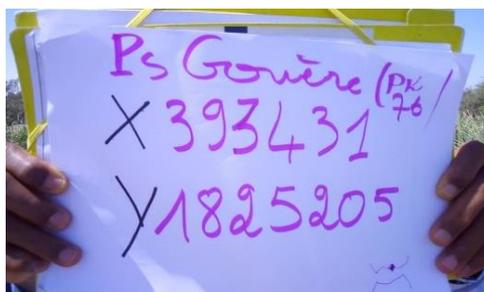
	Autre végétation	oui	Diversité	<i>Typha domingensis,</i> <i>tamarix senegalensis,</i> <i>sporobolus robustus,</i> <i>acacia nilotica,</i> <i>prosopis chilensis</i>
	Importance (superficie)		Niveau d'érosion	
			Niveau de dégradation	
Utilisation	Agriculture	oui	Productivité	cf. Sonader
	Elevage		Rentabilité	cf. Sonader
	Navigation		Exploitants	cf. Sonader
	Pêche		Bénéficiaires	cf. Sonader
	Santé humaine		Période	cf. Sonader
	Santé animale			
	Artisanat			
Autre				
Eau	Importance (superficie)		Régime	inexistant
			Qualité de l'eau	
			Hauteur d'eau	
Humidité	Importance (superficie)		Période	
Infrastructures	Type		Fréquentation	
			Satisfaction	
Hydraulicité	Très faible, faible, Moyen, Bonne		Appréciation	



Nom du Site	PS_Gouere (PK 76) : Point de Suivi			
OBJET	DESCRIPTION		CARACTERISATION	
Situation géographique	Ce Site est un défluent du fleuve Sénégal et est un axe hydraulique.	Cet axe permet l'irrigation de parcelles de riz des villages de Benne Darou, Gouyar, Diogué.		
	X : 393 431			
	Y : 1 825 205			
Géomorphologie	Unité		Niveau d'érosion	Absence d'érosion
			Type d'érosion	
	Pente			
	Importance (superficie)			
Géologie	Unité		Exploitation minière	aucune
	Importance		Conséquences d'exploitation	
			Rentabilité	
			Exploitants	
Sol	Unité		Niveau de dégradation	aucune
	Importance		Type de dégradation	
Végétation	Végétation envahissante	oui	Couverture %	55

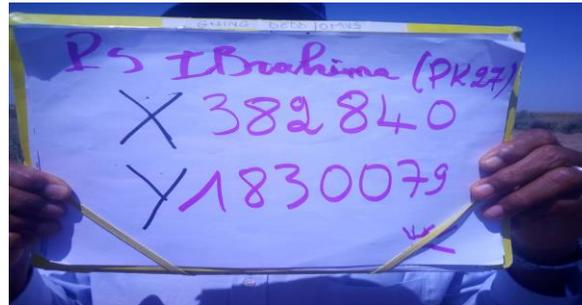
	Autre végétation	oui	Diversité	<i>Typha domingensis,</i> <i>phragmites australis,</i> <i>Tamarix senegalensis,</i> <i>Cyperus rotondus,</i> <i>Salvinia molesta,</i> <i>Ludwigia adscendens,</i> <i>Ludwigia leptocarpa</i> <i>Sporobolus robustus</i>
	Importance (superficie)		Niveau d'érosion	
			Niveau de dégradation	
Utilisation	Agriculture	oui	Productivité	cf. Sonader
	Elevage		Rentabilité	cf. Sonader
	Navigation		Exploitants	cf. Sonader
	Pêche	oui	Bénéficiaires	cf. Sonader
	Santé humaine		Période	cf. Sonader
	Santé animale			
	Artisanat			
Autre				
Eau	Importance (superficie)		Régime	Permanent
			Qualité de l'eau	
			Hauteur d'eau	2,4 m
Humidité	Importance (superficie)		Période	
Infrastructures	Type	Ouvrage avec 2 vannes	Fréquentation	
			Satisfaction	

Hydraulicité	Très faible, faible, Moyen, Bonne		Appréciation	Bonne
--------------	--------------------------------------	--	--------------	-------



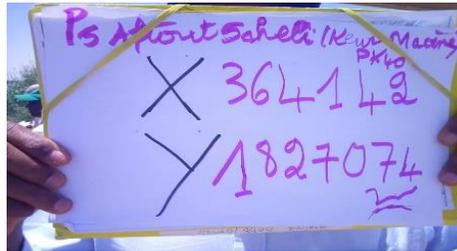
Nom du Site	PS_Ibrahima (PK 27) : Point de Suivi			
OBJET	DESCRIPTION		CARACTERISATION	
Situation géographique	Ce Site est un défluent du fleuve Sénégal et est un axe hydraulique.	Cet axe hydraulique est directement connecté au fleuve Sénégal		
	X : 382 840			
	Y : 1 830 079			
Géomorphologie	Unité		Niveau d'érosion	Absence d'érosion
			Type d'érosion	
	Pente			
	Importance (superficie)			
Géologie	Unité		Exploitation minière	aucune
	Importance		Conséquences d'exploitation	
			Rentabilité	
			Exploitants	
Sol	Unité		Niveau de dégradation	aucune
	Importance		Type de dégradation	
Végétation	Végétation envahissante	oui	Couverture %	75
	Autre végétation	oui	Diversité	<i>Typha domingensis</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Tamarix senegalensis</i>

				<i>Cyperus rotundus,</i> <i>Cyperus articulatus,</i> <i>Salvinia molesta,</i> <i>Ludwigia adscendens,</i> <i>Sporobolus robustus</i>
	Importance (superficie)		Niveau d'érosion	
			Niveau de dégradation	
Utilisation	Agriculture	oui	Productivité	cf. Sonader
	Elevage	oui	Rentabilité	cf. Sonader
	Navigation		Exploitants	cf. Sonader
	Pêche	oui	Bénéficiaires	cf. Sonader
	Santé humaine		Période	cf. Sonader
	Santé animale			
	Artisanat			
Autre				
Eau	Importance (superficie)		Régime	Permanent
			Qualité de l'eau	
			Hauteur d'eau	
Humidité	Importance (superficie)		Période	
Infrastructures	Type	Ouvrage avec 2 vannes (et echoloque 800)	Fréquentation	
			Satisfaction	
Hydraulicité	Très faible, faible, Moyen, Bonne		Appréciation	Bonne



Nom du Site	PS_Aftout ES Saheli (PK 40) : Point de Suivi			
OBJET	DESCRIPTION		CARACTERISATION	
Situation géographique	Ce Site est un défluent du fleuve Sénégal.	Cet axe permet l'alimentation en potable de la capitale de la Mauritanie et l'irrigation de parcelles l'irrigation de parcelles agricoles. Il permet également permet l'alimentation de la dépression de la zone de Keur Macène.		
	X : 364 142			
	Y : 1 827 074			
Géomorphologie	Unité		Niveau d'érosion	Absence d'érosion
			Type d'érosion	
	Pente			
	Importance (superficie)			
Géologie	Unité		Exploitation minière	aucune
	Importance		Conséquences d'exploitation	
			Rentabilité	
			Exploitants	
Sol	Unité		Niveau de dégradation	aucune
	Importance		Type de dégradation	
Végétation	Végétation envahissante	oui	Couverture %	25

	Autre végétation	oui	Diversité	<i>Typha domingensis</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Tamarix senegalensis</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , <i>Cyperus articulatus</i> , <i>Salvinia molesta</i> , <i>Ludwigia adscendens</i> , <i>Sporobolus robustus</i>
	Importance (superficie)		Niveau d'érosion	
			Niveau de dégradation	
Utilisation	Agriculture	oui	Productivité	cf. Sonader
	Elevage	oui	Rentabilité	cf. Sonader
	Navigation		Exploitants	cf. Sonader
	Pêche	oui	Bénéficiaires	cf. Sonader
	Santé humaine		Période	cf. Sonader
	Santé animale			
	Artisanat			
	Autre	AEP		
Eau	Importance (superficie)		Régime	Permanent
			Qualité de l'eau	
			Hauteur d'eau	2,2 m
Humidité	Importance (superficie)		Période	
Infrastructures	Type	Ouvrage avec 4 vannes (1 vanne pour l'AEP de Nouakchott et 3 pour le chenal).	Fréquentation	
			Satisfaction	
Hydraulicité	Très faible, faible, Moyen, Bonne		Appréciation	Bonne



Nom du Site	PS_Cheyal Diawling (PK 26) : Point de Suivi			
OBJET	DESCRIPTION		CARACTERISATION	
Situation géographique	Ce site est situé à l'entrée du Parc de Diawling	Chenal d'alimentation en eau de la cuvette du Parc de Diawling		
	X : 357 516			
	Y : 1 814 631			
Géomorphologie	Unité	–	Niveau d'érosion	Absence d'érosion
	Pente	–	–	–
	Importance (superficie)	–	–	–
Géologie	Unité		Exploitation minière	aucune
	Importance		Conséquences d'exploitation	–
			Rentabilité	–
Sol	Unité		Niveau de dégradation	aucune
	Importance		Type de dégradation	
Végétation	Végétation envahissante	oui	Couverture %	80

	Autre végétation	oui	Diversité (espèces dominantes)	<i>Typha domingensis</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , <i>Cyperus articulatus</i> , <i>Salvinia molesta</i> , <i>Nymphaea lotus</i> , <i>Tamarix senegalensis</i>
	Importance (superficie)		Niveau d'érosion	
			Niveau de dégradation	
Utilisation	Agriculture		Productivité	
	Elevage	Oui	Rentabilité	
	Navigation		Exploitants	
	Pêche	Oui	Bénéficiaires	
	Santé humaine		Période	
	Santé animale			
	Artisanat			
Autre	Environnement (Alimentation du Parc de Diawling).			
Eau	Importance (superficie)		Régime	Permanent
			Qualité de l'eau	–
			Pression	–
Humidité	Importance (superficie)		Période	
Infrastructures	Type	Ouvrage avec 4 vannes	Fréquentation	
			Satisfaction	
Hydraulicité	Très faible, faible, Moyen, Bonne		Appréciation	Bonne



V. RECOMMANDATIONS

La mission s'est déroulée dans de bonnes conditions. Elle a remercié les représentants de la SAED et de la SONADER qui n'ont ménagé aucun effort pour lui permettre de mener à bien l'ensemble des activités programmées et d'atteindre les objectifs assignés.

Les recommandations suivantes ont été formulées par la mission :

- Prendre en compte les extra sites dans le suivi futur ;
- Travailler en bonne collaboration avec les Agences d'exécution (sociétés d'aménagement) pour le suivi des plantes aquatiques dans les sites
- Valider les points ainsi que les indicateurs de suivi avec l'ensemble des acteurs concernés.

ANNEXES**1. Données de caractérisation pour évaluer les indicateurs**

Objet	Description	Caractérisation
Situation	Localisation géographique	
Géomorphologie	Unité Pente Importance (superficie)	Niveau d'érosion Type d'érosion
Géologie	Unité Importance	Exploitation minière Conséquences d'exploitation Rentabilité Exploitants
Sol	Unité Importance	Niveau de dégradation Type de dégradation
Végétation	Végétation envahissante Autre végétation Importance (superficie)	Couverture Diversité Niveau type d'érosion Niveau de dégradation
Utilisation	Agriculture	Productivité Rentabilité Exploitants Bénéficiaires Période
	Elevage	
	Navigation	
	Pêche	
	Santé humaine	
	Santé animale	
	Artisanat	
	Autre	
Eau	Importance (superficie)	Régime Qualité de l'eau Hauteur d'eau
	Hydraulicité	très faible, faible moyen bon
Humidité	Importance (superficie)	Période
Infrastructures	Type d'ouvrage	Fréquentation Satisfaction

2. Planning de mission

Période	Itinéraire/Terrain	Localités
11 avril 2019	<i>Départ Dakar-Saint-Louis</i>	
12 avril 2019	Taouey (Lac de Guiers) Axe hydraulique Prise RTH Axe hydraulique Ouvrage DR Axe hydraulique du Parc de Djoudj	Nuitée Saint-Louis
13 avril 2019	Barrage Ndiawdoune Trois marigots Axe hydraulique Ouvrage I	Nuitée Saint-Louis
14 avril 2019	Axe hydraulique Meysoukh Garak Pont Gani (Lac Rkiz)	Nuité Rosso RIM
15 avril 2019	Axe hydraulique Gouère Axe hydraulique Ibrahima Axe hydraulique Aftout EsSaheli Axe hydraulique Cheyal (Parc de Diawling)	Nuité Rosso RIM
16 avril 2016	<i>Retour sur Dakar</i>	