



MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE  
 DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DES ETABLISSEMENTS CLASSES  
 DIVISION GESTION DU LITTORAL  
 PROJET DE GESTION INTEGREE DES ZONES COTIERES (PGIZC)



**ETUDE BATHYMETRIQUE DE LA LAGUNE DE SOMONE**



**RAPPORT PROVISOIRE**

JUILLET 2015

<i>Réf. du doc.</i>							
30003SN	Etude	Provisoire	Sénégal	EDE	Equipe Assurance Qualité	C. S. Touré	Juillet 2015
Code projet	Type	Statut	Lieu	Etabli par	Vérfié par	Approuvé par	Date

## TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	2
LISTE DES SIGLES	4
LISTE DES TABLEAUX	5
LISTE DES PHOTOS	5
LISTE DES FIGURES	5
RESUME NON TECHNIQUE	7
1. INTRODUCTION	9
2. PRESENTATION DE LA MISSION	10
2.1. Rappel de l'objectif et des résultats attendus	10
2.2. Méthodologie et plan de travail	10
2.3. Composition de l'équipe du consultant	11
3. PRESENTATION DU SITE	12
3.1. Présentation physique du BV et de la lagune Somone	12
3.1.1. Analyse du fonctionnement actuel du système laguno-estuarien de la Somone	15
3.1.2. Caractéristiques biologiques de la lagune Somone	24
3.1.3. Dynamique des activités socio-économiques	26
3.2. Enjeux environnementaux et sociaux du milieu récepteur	31
4. METHODOLOGIE	33
4.1. La topobathymétrie	33
4.1.1. Les levés topographiques terrestres	33
4.1.2. Les levés bathymétriques (topographie de fond)	34
4.2. La récolte des échantillons de sédiments	35
4.2.1. Les prélèvements de surface	36
4.2.2. Les carottages	36
4.2.3. Les analyses de laboratoire	37
4.3. Traitement des données hydroclimatiques	38
4.3.1. Méthode d'analyse physiographique du bassin versant de la Somone	39
4.3.2. Méthode d'analyse des données climatiques	40
4.3.3. Méthode d'analyse des données hydrologiques	41
4.4. La collecte et le traitement des données cartographiques	42
4.4.1. Délimitation du BV et MNT de la Somone	42
4.4.2. Cartographie des aménagements hydrauliques dans le BV de la Somone	44
4.4.3. Cartographie diachronique (2003-2015) de la mangrove	46
4.4.4. Cartographie des zones sensibles de la lagune	47
5. RESULTATS DE L'ETUDE	49
5.1. Analyse des données topobathymétriques	49
5.1.1. Description in situ de la configuration topobathymétrique de la lagune de la Somone : un rehaussement considérable des profondeurs	49
5.1.2. Que retenir des résultats obtenus de l'analyse topobathymétrique en perspective du dragage ?	54
5.2. Analyse des données sédimentaires	59
5.2.1. Analyse granulométrique: un estuaire pauvre en matières fines?	59

5.2.2.	Analyse granulométrique : un enrichissement élevé en particules sableuses et grossières	61
5.2.3.	Analyse du pH : une lagune à forte influence marine ?	63
5.2.4.	Analyse de la conductivité électrique: une salinité plus prononcée sur la lagune?	64
5.2.5.	Analyse du Carbone organique total : des taux de carbone plus importants dans les zones à forte concentration de mangrove?	65
5.2.6.	Que retenir de l'analyse physique et chimique des sols de la lagune et de la rivière de la Somone?	66
<b>5.3.</b>	<b>Analyse des données hydroclimatiques</b>	<b>66</b>
<b>5.4.</b>	<b>Analyse des données cartographiques</b>	<b>70</b>
5.4.1.	Analyse des zones sensibles dans la lagune	71
<b>6.</b>	<b>VERS QUEL PLAN DE DRAGAGE DE LA LAGUNE DE SOMONE ?</b>	<b>73</b>
<b>6.1.</b>	<b>Le dragage de la lagune de la somone : diagnostic des acteurs</b>	<b>73</b>
<b>6.2.</b>	<b>Analyse des scénarii de gestion de la lagune de la Somone</b>	<b>77</b>
6.2.1.	Scénario 1 : la lagune de la Somone sans dragage?	77
6.2.2.	Scénario 2 : la lagune Somone avec dragage?	78
<b>6.3.</b>	<b>Recommandations de l'étude</b>	<b>79</b>
6.3.1.	Rappel des conclusions de l'étude	79
6.3.2.	Mesures d'accompagnement du dragage	80
	<b>CONCLUSION</b>	<b>82</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>83</b>
	<b>ANNEXES</b>	<b>84</b>
	<b>Annexe 1 : Termes de référence de l'étude</b>	<b>85</b>
	<b>Annexe 2 : Liste de présence des acteurs rencontrés</b>	<b>121</b>

## LISTE DES SIGLES

---

<b>BV :</b>	Bassin Versant
<b>BVS :</b>	Bassin Versant Somone
<b>DAMCP :</b>	Direction des Aires Marines Communautaires Protégées
<b>DEEC :</b>	Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés
<b>EDE :</b>	Eaux-Déchets-Environnement
<b>GPF :</b>	Groupement de Promotion Féminin
<b>GPS :</b>	Global Positioning Système
<b>PGIZC :</b>	Plan de Gestion Intégrée de la Zone Côtière
<b>RNICS :</b>	Réserve Naturelle d'Intérêt Communautaire de la Somone

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Composition de l'équipe .....	11
Tableau 2 : Coordonnées GPS dans la partie amont et aval de la réserve de Bandia .....	44
Tableau 3 : Coordonnées GPS des zones sensibles de la lagune .....	47
Tableau 4 : Paramètres physiographiques des bassins versants (Kc : indice de compacité de Gravelius ; L (km) : longueur du rectangle équivalent ; I (km) : largeur du rectangle équivalent ; IG (m/km) : indice de pente globale ; D (m) : dénivelée ; D (m) : dénivelée spécifique) .....	67
Tableau 5 : Volume d'eau écoulé par la Somone sur la période 1975-1992 .....	68
Tableau 6 : Estimation des volumes d'eau arrivant à la Lagune de la Somone par ruissellement du bassin versant intermédiaire non contrôlé par les ouvrages hydrauliques .....	69
Tableau 7 : Expression des acteurs au sujet du curage de la lagune de la Somone .....	74
Tableau 8 : Analyse comparée des effets attendus des scénarii analysés .....	79
Tableau 9 : Techniques à bord de la pelleteuse .....	80

## LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Végétation en amont du pont catholique de Thiafoura .....	17
Photo 2 : Traces de sels perceptibles sur le lit de la rivière entre Somone et Thiafoura .....	19
Photo 3 : Ravinement et épandage de sédiments sur le lit de la Somone .....	20
Photo 4 : Echantillon d'une vase dans la lagune de la Somone .....	21
Photo 5 : Vue de l'embouchure de la Somone .....	22
Photo 6 : Bancs sableux à l'intérieur de la lagune de la Somone .....	24
Photo 7 : Habitants pratiquant une pêche à hameçon dans les chenaux de marées .....	26
Photo 8 : Parc ostréicole de Norbert Jan sur la Lagune de Somone .....	27
Photo 9 : Emplacement du Bar Restaurant de Rasta .....	29
Photo 10 : Baobab au coquillage où se rendent chaque jour touristes et populations pour formuler des prières .....	32
Photo 11 : Récolte d'échantillons dans la lagune de la Somone .....	36
Photo 12 : Echantillonnage par carottage sur les bancs sableux et les tannes .....	37
Photo 13 : Digue construite par M. Idrissa Seck .....	46

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Tracé du cours d'eau dans le bassin aval de la Somone .....	12
Figure 2 : Réseau hydrographique du bassin versant de la Somone .....	13
Figure 3 : Carte de localisation de la RNICS .....	14
Figure 4 : Carte des unités morpho-écologiques de l'estuaire de la Somone .....	16
Figure 5 : Outils utilisés pour les levés topographiques .....	34
Figure 6 : Outils utilisés pour les levés bathymétriques .....	35
Figure 7 : Ouvrages hydrauliques dans le bassin de la Somone .....	39
Figure 8 : Courbe de Tarage de la Somone au pont routier .....	41
Figure 9 : Modèle numérique de Terrain du bassin versant de la Somone .....	43
Figure 10 : Réseau hydrographiques dans la réserve de Bandia .....	45
Figure 11 : Occupation spatiale dans la partie aval de la réserve de Bandia .....	45
Figure 12 : Configuration topobathymétrique de la lagune et une partie de la rivière Somone .....	50
Figure 13 : Structure bathymétrique des chenaux d'alimentation et de drainage de la lagune .....	51
Figure 14 : Configuration topographique de la rivière à hauteur du pont catholique (Thiafoura) .....	51
Figure 15 : Distribution spatiale des altitudes (m) à l'échelle de la lagune .....	52
Figure 16 : Caractéristique topographique du cordon littoral .....	53

Figure 17 : Profils topobathymétriques des trois ilots sableux à l'entrée de la lagune .....	53
Figure 18 : Profils topobathymétriques des deux ilots sableux à l'intérieur de la lagune .....	54
Figure 19 : Tracé du dragage proposé sur la lagune de la Somone.....	55
Figure 20 : Caractéristiques topographiques des zones pouvant faire l'objet de rechargement (Ilot 4)....	57
Figure 21 : Caractéristiques topographiques des zones pouvant faire l'objet de rechargement (Ilot 5)..	58
Figure 22 : Identification des zones de dragage et de rechargement.....	59
Figure 23 : Distribution des matières fines dans la lagune et rivière Somone .....	61
Figure 24 : Distribution des fractions sableuses sur la lagune et rivière Somone .....	62
Figure 25 : Distribution spatiale des valeurs du pH (lagune et rivière Somone) .....	63
Figure 26 : Distribution spatiale des valeurs de la CE (lagune et la rivière) .....	65
Figure 27 : Distribution spatiale des valeurs de CE dans la lagune et une partie de la rivière Somone ...	66
Figure 28 : Variation temporelle des indices de pluie standardisée à Mbour (1930-2013).....	67
Figure 29 : Débits de la Somone sur la période 1975-1992 : (a) module annuel ; (b) cycle saisonnier des écoulements et (c) débits journalier moyen.....	68
Figure 30 : Situation de la mangrove et des tannes de la lagune en 2003.....	70
Figure 31 : Situation de la mangrove et des tannes de la lagune en 2015.....	71
Figure 32 : Les zones sensibles.....	72

## RESUME NON TECHNIQUE

La lagune de la Somone recevait les eaux de ruissellement de tout le Bassin versant (BVS) qui englobe les communes de Somone, de Sindia, de Nguékhokh). Aujourd'hui, elle n'en reçoit qu'une faible partie qui entretient une composition faunique et floristique relativement riche. Toutefois, la lagune de Somone est en état de dégradation progressive et avancée. Cette situation est essentiellement due à l'absence de curage naturel de la lagune par les eaux de ruissellement en raison d'effets conjoints liés à un déséquilibre climatique (baisse de la pluviométrie), et à la réalisation d'aménagements multiformes en amont (retenues hydrauliques dans la réserve de Bandia, ouvertures de carrières dans le Diobass, autoroute à péage Mbour-Diamniadio, aménagements hydro-agricoles). La résultante la plus spectaculaire est un ensablement très avancé de la lagune, avec l'apparition de bancs sableux, en passe de prendre le dessus sur les vasières qui nourrissent la mangrove. Cette situation est préjudiciable d'une part, aux activités socio-économiques notamment l'ostréiculture, la pêche réglementée et le tourisme à travers la balade fluviale et d'autre part, à l'écosystème lagunaire qui se rétrécit de plus en plus. C'est dans ce contexte que la Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés, à travers la Division Gestion du Littoral, a lancé un projet d'étude bathymétrique de la lagune de la Somone, grâce au soutien financier de l'Union Européenne (UE). L'étude vise à mieux connaître les conditions écologiques et sédimentaires prévalant dans la lagune de Somone avant toute opération de dragage éventuel.

À la suite du livrable 1, qui a fait le point sur le résultat des recherches documentaires conduites, les préoccupations et recommandations des groupes cibles, la visite de reconnaissance des sites et les leçons apprises, ce présent rapport provisoire (livrable 2) a pour objet de faire ressortir les résultats des campagnes de mesures *in situ*. Il traite essentiellement des résultats des relevés topobathymétriques et sédimentaires réalisés sur la lagune et sur une partie de la rivière Somone. Les résultats de l'étude aboutissent à la recommandation d'un dragage de la lagune de la Somone.

- **Au sujet des analyses topobathymétriques réalisées dans la lagune et sur une partie de la rivière Somone, les résultats indiquent** sur l'ensemble des sections mesurées, des altitudes variant entre **4,5 m et -1,49 m IGN**. La configuration de la morphologie de détail indique un morphotype évolué, où les profondeurs ne sont perceptibles que dans les axes hydrauliques (chenaux de marées). Les zones exondées ou inondables à marée haute correspondent à la section basse de la rivière (à hauteur du village de Thiafoura) et aux dépôts sableux (cordon et bancs sableux). Il apparaît donc que :
  - *les chenaux de marées fonctionnels (navigables à marée haute) se localisent dans la zone amont de la lagune, en direction de l'embouchure. Les profondeurs y varient entre 0,5 et -1,49 m IGN suivant un profil interrompu par des seuils sableux qui peuvent remonter jusqu'à -0,5 m IGN. Cependant, ces chenaux fonctionnels se raccordent à un ancien chenal ensablé qui remonte jusqu'à la rivière et à l'intérieur duquel, les altitudes évoluent entre 1 et 0,5 m IGN. Sur la section de la rivière proprement dite (zone mesurée : Tanne entre le village de la Somone et le village de Thiafoura), les altitudes varient entre 2,6 m et 0,5 m IGN.*
  - *à l'échelle de la lagune, les dépôts sableux (cordon et bancs sableux) correspondent aux unités morphopédologiques dont les altitudes varient entre -0,2 et 3,4 m IGN. Au plan topographique, les altitudes au niveau du cordon varient entre -0,2 m et 3,4 m IGN. Pour les bancs sableux à l'entrée de la lagune, l'observation de détail indique une vaste zone exondée à marée basse, où le niveau du terrain varie entre 0,5 m et 0,9 m IGN. Par contre, les îlots de l'intérieur de la lagune présentent des zones plates dont l'altitude dépasse rarement 0,5 m IGN.*
- **Au sujet des analyses sédimentaires réalisées à partir des échantillons de sol prélevés dans la lagune et sur une partie de la rivière Somone, les résultats indiquent :**

Une lagune très ensablée avec des vasières à composition granulométrique, des teneurs en fractions fines et en matières organiques en contradiction avec les écosystèmes estuariens. Une influence marine (pH et C) plus prononcée qui affecte les capacités de régénération naturelle de la mangrove, dont le taux de production en carbone organique ne suffit pas pour inverser la tendance sableuse (fraction grossière).

**Pour les analyses granulométriques :** sur l'ensemble des échantillons traités à l'échelle de la lagune et sur une partie de la rivière (cordon, embouchure, bancs sableux, vasières, tannes), les pourcentages des matières fines sont extrêmement faibles pour un écosystème estuarien. En effet, les valeurs obtenues varient entre 0,2 et 4,42 %. Sur l'ensemble des échantillons traités (cordon, embouchure, vasière, tannes), les fractions sableuses varient entre 86,43 % et 99,6 %. Les résultats indiquent des apports considérables en sable fin notamment du calibre 0,16mm-0,25mm. Cependant, le profil granulométrique a tendance à grossir. Cette tendance est attestée par des pourcentages assez élevés de sables grossiers.

**Pour les analyses chimiques (pH, CE, C) :** sur les vasières, les îlots sableux, tannes adjacentes au cordon, les intervalles de pH sont compris entre 6,9 et 8,1, mais l'eau de mer semble neutraliser les valeurs de pH (autour de 7). De telles valeurs de pH supposent un milieu sous fortes influences marines. La salinité (CE) des sédiments augmente de la lagune vers la rivière. Dans les vasières la conductivité est comprise entre 2260 à 8580  $\mu/s$ , soit 1,72 à 6,51 g/l de sels dissous. Au niveau des bancs sableux, ces valeurs évoluent entre 2100 à 2800  $\mu/s$ . Les valeurs les plus fortes sont notées au niveau des tannes nues avec des intervalles compris entre 5140 et 23800  $\mu/s$ , soit 3,90 à 20,3 g/l de sels dissous dans les horizons. Les échantillons de surface et des carottes montrent que dans l'ensemble le pourcentage de carbone organique dissous est compris entre 0,05 et 0,89 %. Comme pour la CE, les valeurs de carbone augmentent de la lagune vers la rivière. Elles sont plus élevées dans la tanne adjacente à la mangrove et dans les pieds de mangrove de la partie vasière.

Au regard des résultats obtenus, il a été examiné l'opportunité de réaliser le dragage de la lagune de la Somone à travers une identification et une analyse des effets positifs et des effets négatifs associés à chacune des options ainsi décrites : Option 1 (**lagune de la Somone sans dragage**) et Option 2 (**lagune de la Somone avec dragage**).

En définitive, l'étude recommande l'option 2 en raison des perspectives de restauration de certaines fonctions de la lagune dont elle porteuse. C'est dans cette optique que des indications plus précises ont été fournies par le consultant. Elles portent entre autres, sur le tracé du dragage (privilégier les chenaux de marées) ainsi que sur son orientation (aval/amont).

Toutefois, le dragage de la lagune de la Somone, bien qu'étant une attente forte des différentes parties prenantes doit s'inscrire dans une perspective d'aménagement durable et intégré par la prise en compte des processus hydrosédimentaires qui vont bien au-delà de l'espace *stricto sensu* de la lagune. Ceci permettrait à la lagune de conserver sa fonction d'estuaire, notamment par son alimentation par des apports hydrosédimentaires continentaux qui joueraient même le rôle d'effet de curage naturel (effet de chasse).

## 1. INTRODUCTION

A la suite d'un appel d'offre en procédure négociée concurrentielle (AONC, n°004/GIZC/014/S) le Cabinet EDE International a été retenu par la Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés (DEEC) pour mener une étude bathymétrique dans la lagune de la Somone, grâce au soutien financier de l'Union Européenne. Ainsi, le consultant a pour mandat de réaliser une étude topo-bathymétrique et sédimentaire de la lagune et de la rivière de Somone, en vue de décider sur le dragage éventuel à conduire.

Le travail préliminaire de recherche de données hydrologiques, sédimentaires et bathymétriques sur la biodiversité de la lagune et la rivière de Somone a permis de mieux comprendre, les dynamiques en cours dans le bassin versant et la lagune de la Somone. Ce travail a été complété par une rencontre avec les acteurs et structures considérés comme des porteurs potentiels d'informations sur le projet. Ceci a donné lieu à un rapport approuvé par le pouvoir adjudicateur ce **19 juin 2015**. Ce qui donne officiellement lieu au démarrage des activités de la mission 2 relative à la réalisation d'une campagne de collecte de relevés topobathymétriques et granulométriques, de la lagune et d'une partie de la rivière Somone (2,5 km) en vue de décider sur le dragage éventuel à conduire.

De façon plus spécifique, il s'agit de :

- conduire un relevé topo-bathymétrique de la lagune et d'une partie de la rivière de Somone (2,5 km)
- produire une carte topo-bathymétrique précise de la lagune et d'une partie de la rivière de Somone (2,5 km) ;
- faire l'étude morpho-sédimentaire de la lagune, de la rivière et de la flèche sableuse ;
- sur la base des résultats obtenus, suggérer le meilleur tracé et profondeur de dragage (plan de dragage) éventuel et la meilleure réutilisation des matières draguées (sable, boues, sédiments).

Les principaux résultats attendus de l'étude sont :

- une carte topo bathymétrique précise (maillage de 10 m) de la lagune et d'une partie de la rivière de Somone (2,5 km) est produite
- une étude morpho-sédimentaire de la lagune, de la rivière et de la flèche sableuse est réalisée
- un plan de dragage de la lagune et de la partie de la rivière de Somone est proposé, avec des recommandations.

Le cabinet EDE International, en partenariat avec le Laboratoire LEIDI « Dynamiques des territoires et développement » de l'Université Gaston Berger de Saint-Louis a conduit l'étude sur une période de 45 jours. Ce rapport expose la méthodologie de l'étude et les principaux résultats obtenus avant de se refermer sur les recommandations.

## 2. PRESENTATION DE LA MISSION

### 2.1. Rappel de l'objectif et des résultats attendus

Ce livrable fait suite au rapport 1 dont l'objectif était de fournir, après la synthèse des données et avant la campagne de mesures de terrain, une description du résultat des recherches documentaires, des contacts établis et de la première activité de terrain ainsi que des leçons apprises. Enfin, il incluait également une proposition de campagne de mesures approuvée par le maître d'œuvre du projet pour le démarrage de l'étude. Ce présent rapport présente les résultats de l'ensemble des activités de terrain conduites durant le mois de juin 2015.

### 2.2. Méthodologie et plan de travail

L'approche méthodologique proposée a été préparée sur la base des différentes tâches définies dans les termes de référence et de la proposition technique. Le processus de mise en œuvre de l'étude a été marqué tour à tour par une note préparatoire pour définir les rôles et responsabilités de chaque intervenant au projet (feuille de route du projet). Les principales étapes de la mission sont les suivantes :

- **une phase préparatoire** : elle intègre la mobilisation du consultant et l'élaboration de la feuille de route du projet ;
- **une synthèse bibliographique dynamique et thématique** : Elle a pour objectif d'établir une situation de référence sur les productions scientifiques produites dans la zone du projet et en rapport avec le bassin versant et la lagune de Somone. A cet effet, un inventaire bibliographique a ciblé spécifiquement les thématiques suivantes : i) analyse des dynamiques actuelles du bassin versant et de la lagune de la Somone (dynamique hydroclimatique et dynamique sédimentaire) ; ii) esquisse de l'inventaire des données jugées pertinentes pour le projet ; iii) esquisse du potentiel environnemental du bassin versant et de la lagune de la Somone. La synthèse documentaire a permis de mieux comprendre les contraintes qui pèsent actuellement sur la lagune de la Somone ;
- **des rencontres avec les groupes cibles** : Ces rencontres ont pour objectif d'informer les différentes parties prenantes au projet de la tenue de l'étude bathymétrique de la lagune de la Somone. Les rencontres sont effectuées avec des acteurs directement ciblés dans les termes de référence de l'étude et avec d'autres porteurs potentiels d'informations jugés pertinents par le consultant. Ainsi, différents acteurs techniques et institutionnels ont été rencontrés ;
- **la mission de reconnaissance du site** : effectuée le 23 et 24 mai 2015, elle a concerné le plateau de Thiès (barrages de retenue) et la lagune de la Somone (littoral, plan d'eau lagunaire, mangroves et rivière de la Somone). Cette mission a permis de dresser une esquisse des contraintes de la lagune, en prenant en compte le fonctionnement global du bassin versant de la Somone et de proposer un protocole pour la collecte des données de terrain sur la base des leçons apprises.

L'approche du consultant a eu recours aux éléments ci-après :

- ✓ observation directe
- ✓ traversée pirogue ;
- ✓ prise de coordonnées géographiques (X, Y) ;
- ✓ jaugeage à la perche ;
- ✓ prise de photos,
- ✓ grille de lecture de terrain (contraintes du site),
- ✓ repérage des points pour l'étude bathymétrique ;
- ✓ repérage d'une borne géodésique à Mbour ;
- ✓ délimitation du site de l'étude par prise de coordonnées géographiques.

## 2.3. Composition de l'équipe du consultant

L'équipe du consultant est composée de profils assez diversifiés dont les compétences couvrent des domaines aussi divers que l'hydrologie, l'environnement, la sédimentologie, les mangroves et les milieux lagunaires, la topobathymétrie, la Télédétection et les Systèmes d'Information Géographique (SIG). Le tableau 1 donne la composition de l'équipe du projet.

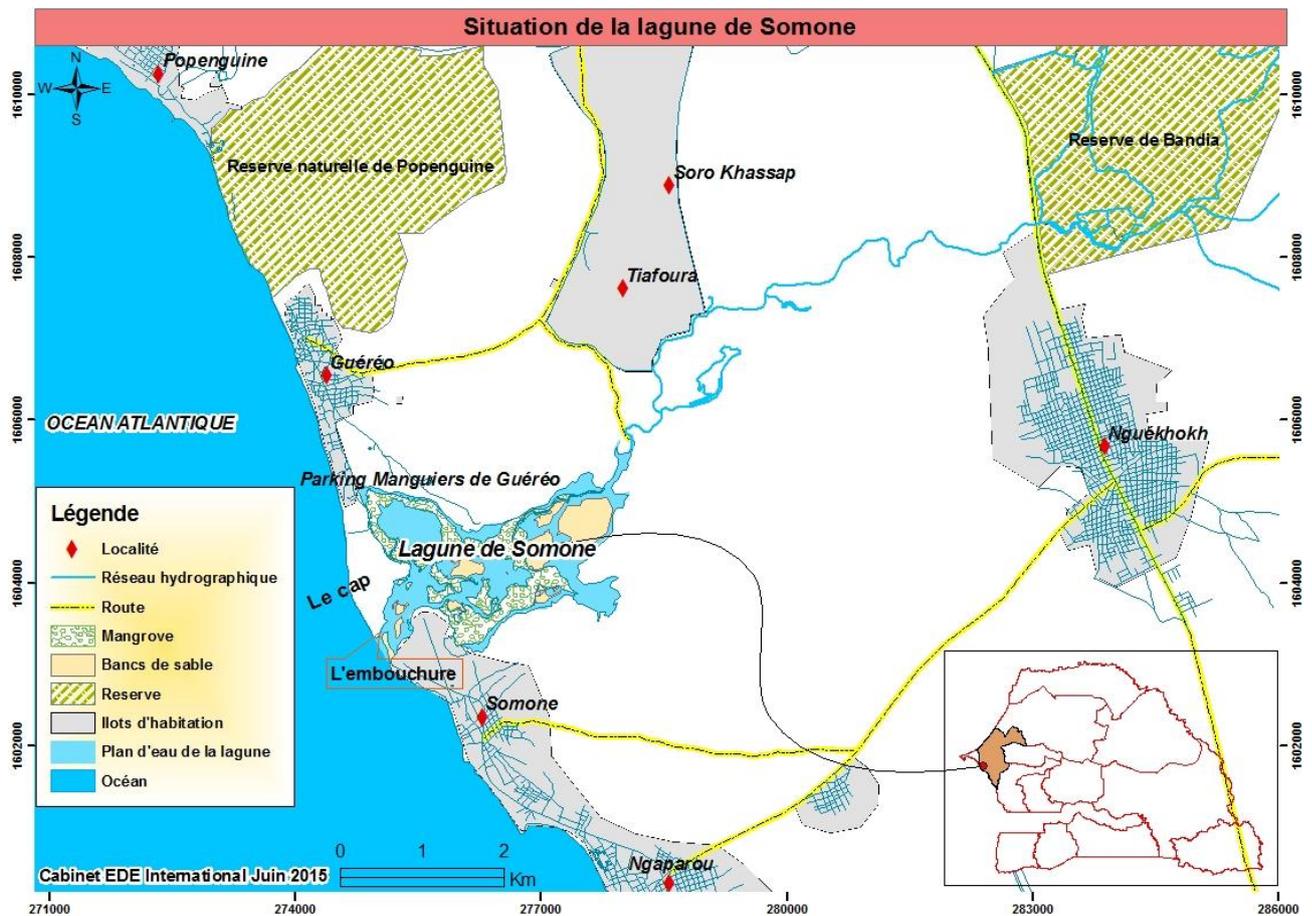
**Tableau 1** : Composition de l'équipe

Prénoms et Nom	Qualification	Poste dans le projet
<b>Dr. Jean Laurent Kaly</b>	Spécialiste en mangroves et Milieux lagunaires	Chef de mission
<b>Pr. Boubou Aldiouma Sy</b>	Expert principal en dynamique sédimentaire	Géomorphologue
<b>Dr. Issa Dia</b>	Environnementaliste	Appui au chef de mission
<b>Dr. Ansoumana Bodian</b>	Hydrologue	Appui à l'expert principal milieux lagunaires
<b>Dr. Amadou Abou SY</b>	Géomorphologue	Appui au chef de mission
<b>Ousseynou Mbow</b>	Expert SIG/Télédétection	Expert SIG/Télédétection
<b>Cheikh Ahmed Tidiane Faye</b>	Topographe, spécialiste en topobathymétrie	Appui au chef de mission aux levés topobathymétriques

### 3. PRESENTATION DU SITE

La Somone est située dans une zone de marge atlantique passive et sa géologie s'inscrit dans le contexte régional du bassin sédimentaire sénégalo-mauritanien méso-cénozoïque. Le réseau hydrographique apparaît particulièrement ramifié en raison des fortes pentes (SARR, 2007). Les eaux de ruissellement qui partent de la crête, la ligne culminante de la zone, coulent dans différentes directions. L'importance du réseau hydrographique, avec la présence de nombreux marigots et mares temporaires (Diobass, Somone, Thiédane, Wékhé, Némenka), combinée à la situation géologique de la région, sont à l'origine de l'existence de différents systèmes d'aquifères : le Quaternaire à 50 m, le Paléocène entre 30 et 120 m, l'Éocène entre 100 et 140 m, le Maestrichtien à 350 m.

Figure 1 : Tracé du cours d'eau dans le bassin aval de la Somone

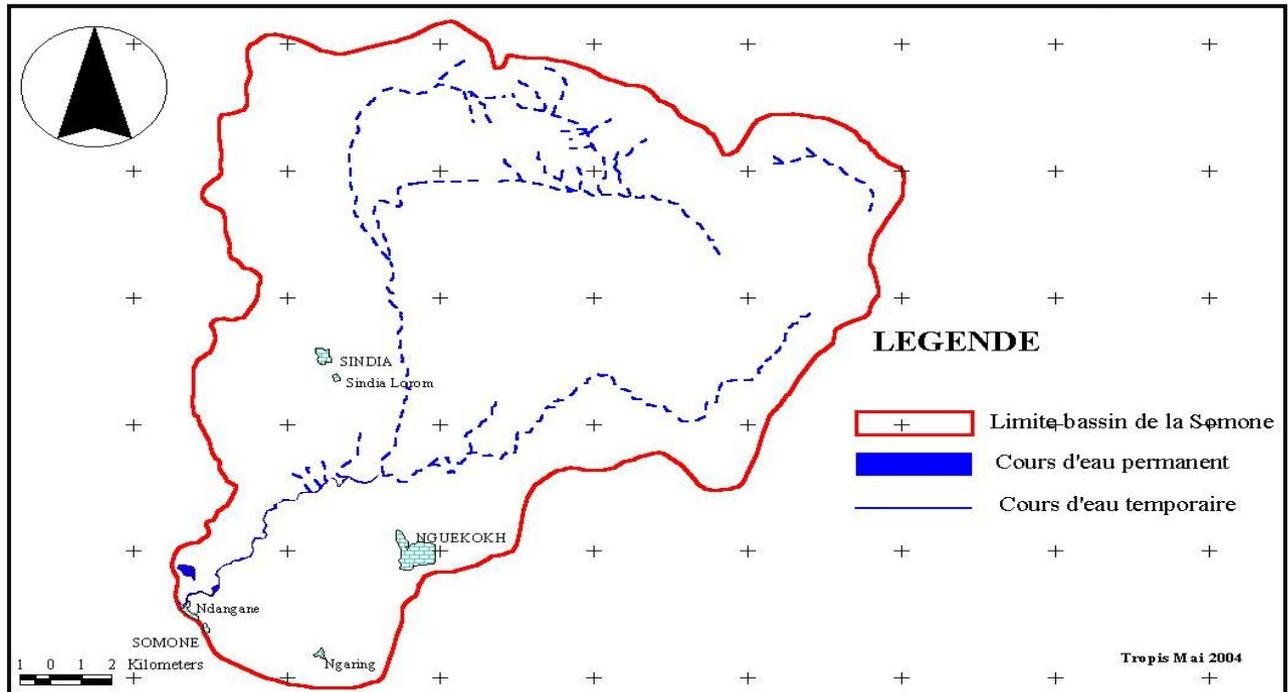


La Somone est un cours d'eau qui draine le plateau de Thiès, une partie du horst de Dias, les plaines de Bandia, de Tasset, de Kob Goyane, de Sorokhassab et de Thiafoura, avant de se jeter dans la mer. La Somone est un cours d'eau au lit mineur bien encaissé et aux rives quelques fois légèrement escarpées en amont. La forme des talwegs est relativement simple: les lits sont marqués par un simple épandage de blocs de latérite ou de sable. Ils présentent soit une section triangulaire, soit une section rectangulaire avec des berges abruptes et un fond plat.

#### 3.1 Présentation physique du BV et de la lagune Somone

Le bassin versant de la Somone couvre une superficie de 476 km<sup>2</sup> (données SRTM). Il est situé au sud-est de Dakar, entre le village de Ndiass et la ville de Mbour. Le bassin de la Somone est limité à l'ouest par l'océan Atlantique et le massif de Ndiass, au nord par la falaise de Thiès, à l'est et au Sud par la plaine sableuse qui s'étire de Tasset à Ngaparou, passant par Nguékhokh. Le réseau hydrographique de la Somone est formé par la confluence de deux rivières temporaires qui s'écoulent du nord vers le sud (figure 2).

Figure 2 : Réseau hydrographique du bassin versant de la Somone



Source : TROPIS (2004)

L'affluent qui draine la partie Est sur une longueur de 33 km, suit la limite sud de la réserve de Bandia et reçoit quelques ruisseaux venant de l'intérieur. L'affluent qui draine la partie Ouest sur une longueur de 25 km, draine le plateau de Thiès. Ces deux rivières se rejoignent à proximité du pont Bandia. A partir de ce point, le réseau hydrographique suit un cours unique jusqu'à la lagune Somone, qui débouche sur l'océan Atlantique.

La lagune de Somone fait partie intégrante de la Réserve Naturelle d'Intérêt Communautaire de la Somone (RNICS), créée en 1999 par délibération n°003 du conseil rural de Sindia sous la demande des populations locales, appuyées par la Direction des Parcs Nationaux.

D'une superficie de 700 hectares, la RNICS est aujourd'hui sous la tutelle de la Direction des Aires Marines Communautaires Protégées (DAMCP). Elle polarise trois (03) villages (Guérew, Thiafoura, Soro, Khassap) sur la Rive-Nord et une (01) commune (Somone) sur la Rive-Sud. Elle est située entre le 14°30' et le 14°50' de latitude Nord et le 17°10' de longitude Ouest dans la partie estuarienne du bassin versant de la Somone (Figure 3).

Figure 3 : Carte de localisation de la RNICS



Source : FAYE et al., (2012)

FAYE et al., (2012 : 4) retrace l'histoire de création de la RNICS qu'ils considèrent comme un modèle de cogestion entre collectivités locales, populations riveraines et autres usagers. Dans les années 90, les femmes des trois villages de Guereo, Thiafoura et Sorokhassap, fortes de leur expérience en matière de conservation de ressources forestières, notamment de reboisement de mangroves autour de la réserve naturelle de Popenguine (RNP), décident de répliquer la tradition de coopération entre les villages. Organisées en Groupements de promotion féminine (GPF), les femmes de ces villages, sous l'impulsion du Conservateur en poste, amenèrent la Communauté rurale de Sindia (N° 003/CRS) à faire une délibération le 19 octobre 1999, portant délimitation (affectation de l'espace à partir du terroir de la CR de Sindia) et formalisation du statut de la Réserve Nationale Intercommunautaire de la Somone (RNICS).

La RNICS était un type expérimental où une Collectivité locale a été pour la première fois associée à la structure de décision ; elle était membre du comité de gestion et était bénéficiaire des retombées financières. La formalisation de l'initiative coïncide avec un contexte marqué par une volonté de décentralisation de la conservation des aires dites protégées. En effet, jusque-là les réserves naturelles étaient strictement gérées, soit par le service forestier, soit par celui de la conservation. La seule forme d'implication des populations locales dans la gestion des aires protégées se limitait à un accord bipartite, entre le service en charge de la gestion de l'écosystème et une organisation locale (association, GPF, GIE, etc.). L'organisation partenaire n'était, auparavant, que chargée de l'exécution des activités de conservation prévues par le service technique (reboisement, installation de cordon pierreux, etc.), en échange de l'accès à un système de micro-crédit rotatif souvent alimenté par des ristournes issues de la tarification de l'accès à l'écosystème concerné (activités récréatives, accostage, etc.). Les décisions relevaient exclusivement du monopole du service technique en charge de la gestion de l'espace. La Collectivité locale était exclue du processus et même l'espace était mis à disposition par décision de classement et non par délibération, c'est-à-dire affectation foncière. Le caractère multi-acteur de la gestion de la RNICS en fit à la fois une innovation et une spécificité en matière de gestion des aires protégées au Sénégal.

En effet selon le rapport (PG RNICS, 2010 : 34), la RNICS créée en 1999, fait partie des trois premières aires protégées communautaires du Sénégal (Teunguène et Lac Ouye). L'objectif de gestion à long terme de la Réserve naturelle d'intérêt communautaire de la Somone est de préserver la biodiversité dans une perspective de développement communautaire durable. La création des réserves naturelles communautaires répondait au souci de responsabilisation des populations à la gestion des ressources naturelles dans leur terroir, le rôle de l'Etat ne se limitant qu'à un appui technique et juridique. Ainsi,

chaque RNC doit être gérée par un comité de gestion qui fédère l'ensemble des parties prenantes. Par conséquent, la RNC est gérée par un comité de gestion dont les missions et la composition sont fixées par arrêté n°32/ASD du sous-préfet de Sindia en date du 22 octobre 2008. Il faudrait cependant procéder à l'actualisation de cet arrêté au vu des nouveaux changements intervenus, surtout avec l'érection de Somone en commune.

Par ailleurs, le même arrêté, dans son article 3, crée le Comité d'Orientation composé des élus locaux, des services techniques, des autorités administratives, coutumières et religieuses, les ONG, les établissements scolaires et les privés du tourisme. Son rôle consiste à donner des orientations politiques et stratégiques au comité de gestion, valider le budget de fonctionnement du comité de gestion et assure le suivi-évaluation des activités du comité de gestion. Le plan de gestion (2010-2014) soulignait la nécessité de créer un Comité Scientifique (CS) qui aura pour rôle d'assurer la validation scientifique des propositions faites au Comité d'orientation. Il éclaire et appuie le Comité de gestion selon les besoins exprimés.

Au-delà des enjeux de gestion communautaire des ressources naturelles, la RNICS a une vocation à accueillir et suscite un intérêt pédagogique et scientifique.

L'intérêt pédagogique est multiple. La diversité biologique et écosystémique de l'aire est remarquable. Les randonnées en pirogue dans la lagune ou en véhicule dans la partie continentale permettent de découvrir différents types d'habitats et une avifaune très diversifiée. A cela s'ajoute une diversité culturelle importante (village peulh, village safène et lébou, puits de El hadj Oumar etc.). Les activités pédagogiques effectuées par les agents des parcs nationaux avec l'appui des écogardes dont certains ont suivi des formations associant la connaissance des espèces et les méthodes d'encadrement des groupes. Ces activités portent essentiellement sur la sensibilisation et l'éducation environnementale envers les pêcheurs et les élèves. Au niveau de la réserve, l'avifaune y est dénombrée périodiquement (le 01 et le 20 de chaque mois). D'autres espèces comme les tortues marines sont également suivies par les écogardes sous la supervision des agents. Il faut signaler que l'écosystème de mangrove fait l'objet aussi d'un suivi régulier. Sur le plan écologique, le repos biologique est appliqué annuellement sur la lagune du 10 juillet au 10 novembre. Le service local de la Conservation décompte 12864 oiseaux en 2008 contre 3598 oiseaux en 2006, toutes espèces confondues (FAYE et al., 2012). L'importance de l'avifaune est tributaire de la disponibilité permanente de l'eau de la lagune, du repeuplement de la mangrove par le reboisement et d'un environnement paisible assuré par le contrôle de l'accès, favorable au repos et à la reproduction des espèces. Au titre des pressions et menaces qui pèsent sur la RNICS figure la problématique de l'ensablement de la lagune.

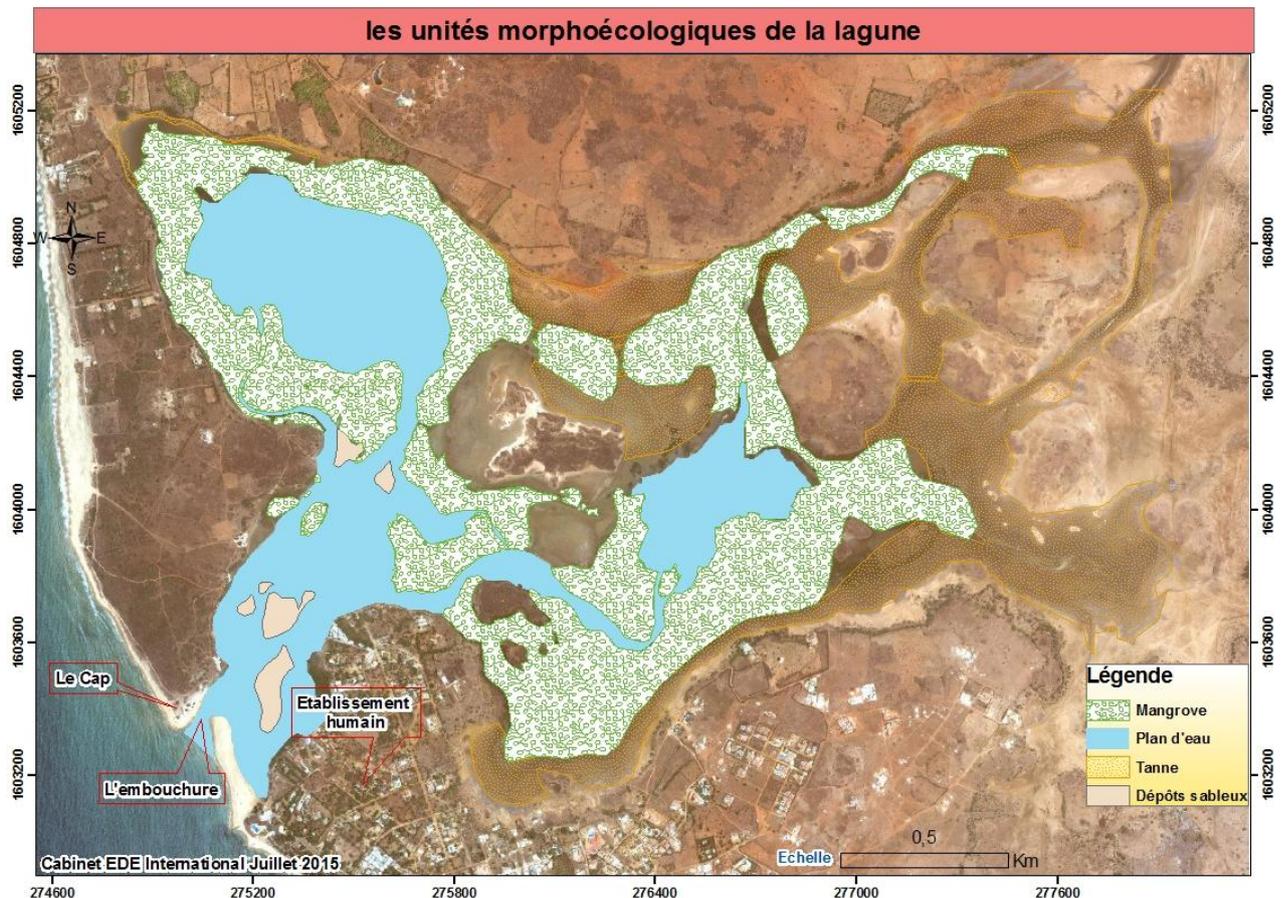
*« Depuis quelques années, on constate un ensablement important de la lagune due en partie à l'érosion côtière et causant ainsi une perte de superficie assez significative de plans d'eau libre. Ce phénomène combiné aux nombreux aménagements réalisés sur le bassin versant de la Somone risque à long terme de faire perdre à la réserve une partie de ses fonctions écologiques ainsi que la navigabilité au niveau de la lagune, principale source d'attraction touristique du site. De plus, Le développement croissant du tourisme dans les villages périphériques de la lagune combiné à la poussée démographique et agricole a beaucoup contribué à accroître les spéculations foncières dans la zone. Aujourd'hui, la réserve fait l'objet de beaucoup de pressions liées à sa position géographique, à ses richesses floristiques et faunistiques. Malgré les mesures déjà prises pour atténuer ces pressions, la réserve fait toujours l'objet de beaucoup de convoitises ce qui nécessite un état de veille permanent pour prévenir toute occupation dans les limites de l'aire (PG RNICS, 2010 : 34).*

Au plan hydrologique, l'estuaire de la Somone est tributaire des apports d'eaux douces provenant du ruissellement des versants et de la vallée Somone ainsi que l'eau salée venant de la mer. Ainsi, son fonctionnement est contrôlé par un cycle annuel (crue de la rivière) et journalier (marée semi-diurne). Cette diversité morpho-écologique lui confère un fonctionnement laguno-estuarien.

### 3.1.1. Analyse du fonctionnement actuel du système laguno-estuarien de la Somone

Les unités écologiques les plus caractéristiques de l'estuaire de la Somone sont : **le plan d'eau** (partie de la lagune constamment couverte d'eau), **les zones de vasières** qui supportent les pieds de mangroves (dominante *Rhizophora mangle*), **les zones des tannes** (plaine d'inondation entre Somone et Thiafoura), **les zones sableuses** qui incluent le cordon littoral qui sépare la lagune de l'océan, l'embouchure (qui relie les eaux de la lagune à l'océan) et les bancs sableux (accumulation de sable à l'intérieur de la lagune).

Figure 4 : Carte des unités morpho-écologiques de l'estuaire de la Somone



### 3.1.1.1. Dynamique actuelle du plan d'eau de la Somone : origine des apports et qualité des eaux

Somone proprement dite est un cours d'eau temporaire. Seul son estuaire en jonction constante avec la mer est permanent. Cette étendue d'eau qui s'étale sur environ 02 km à partir de Thiafoura jusqu'à l'embouchure (mer) constitue la lagune Somone. Pendant la saison des pluies, les écoulements de la Somone et les ruissellements des versants apportaient une quantité d'eau douce relativement importante à la lagune. Ces arrivées d'eau rendaient l'eau de l'estuaire saumâtre et favorisaient la reproduction des poissons et des crevettes. Ces écoulements produisaient un effet de chasse qui favorisait un curage naturel de la lagune.

Aujourd'hui, le plan d'eau de la Somone se résume presque toute l'année à une extension de la mer du fait de la baisse significative des apports continentaux. En effet, les aménagements hydrauliques (barrages de retenue) réalisés en amont du pont Bandia (à Kissane et à Bandia et en aval de Bandia) ont un impact sur le fonctionnement hydrologique de la lagune. Les axes hydrauliques qui régulent les écoulements vers la lagune sont ensablés. En effet, les aménagements ont un impact positif sur le ravinement, les activités agropastorales et sur la recharge de la nappe, mais engendrent un colmatage de la rivière qui ne joue plus le rôle d'effet de chasse au niveau de l'exutoire (lagune Somone). En aval du pont Bandia, jusqu'au niveau de la lagune, la salinisation est perceptible à l'œil nu. La tanne remonte en direction de Bandia. A partir du pont Bandia jusqu'au niveau du pont de Thiafoura (pont catholique), le chenal asséché est occupé par des pieds de mangroves, *Typha australis*, *Sporobolus spicatus*.

**Photo 1** : Végétation en amont du pont catholique de Thiafoura



*La salinité fossilisée dans le lit de la Somone ainsi que la présence de *Tamarix senegalensis* au-delà de la Réserve de Bandia et de reliques de mangrove à *Avicennia africana* à Thiafoura et bien au-delà du terroir de Sorokhassab en constituent une parfaite illustration. Au cours de ces dernières décennies cependant, la pluviométrie est déficitaire dans la zone d'étude. Cette situation a eu pour conséquence une faiblesse ou une absence d'écoulement de la Somone, donc un lessivage naturel du sel.*

Lors de nos missions de terrain, nous avons recueilli le témoignage d'un écocarde rencontré au pont catholique de Thiafoura.

*Les processus hydrologiques demeurent actuellement très bouleversés par l'anthropisation progressive du milieu : érection de ponts et de barrages. Les eaux sont de plus en plus retenues en amont par les multiples aménagements hydrauliques. Selon l'écogarde, deux aménagements sont plus problématiques. Il s'agit du barrage de M. Idrissa SECK (ancien Premier Ministre du Sénégal) à Nguékhokh et de la retenue d'eau dans la réserve de Bandia pour l'abreuvement des animaux. Ces aménagements sont à l'origine de l'assèchement et de la salinisation du lit de la rivière de la Somone. Elle se remplit temporairement pendant les marées de vives eaux et la saison des pluies.*

Des travaux portant sur une analyse chimique des eaux de la lagune ont permis de caractériser le pH et salinité de la lagune. En considérant le potentiel hydrogène, les estimations au laboratoire de KALY (2001) et SAKHO (2011) permettent de constater que les eaux de la Somone sont basiques donc des pH au dessus de la valeur 7,6. Le pH des eaux interstitielles de la vase montre une acidification progressive en fonction de la profondeur et de la saison. Selon le deuxième auteur, les variations sont relativement fortes entre 0 et - 12 cm et plus faibles à partir de - 12 jusqu'à 40 cm de profondeur dans le sédiment. Les mêmes résultats permettent d'affirmer que les concentrations en anions des eaux interstitielles (Cl<sup>-</sup> et SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) augmentent graduellement depuis le chenal vers la tanne, ce qui paraît logique au regard de la proximité avec la mer.

La distribution des taux de salinité est fonction de l'hydrodynamique marine et des apports en amont. Pendant la saison sèche, l'estuaire est essentiellement alimenté grâce à la remontée de l'eau de mer pendant la haute marée. Cette eau envahit naturellement les chenaux, inonde les vasières et les estrans suivant le flot et le jusant, ce qui permet le renouvellement de l'eau dans l'estuaire.

Les résultats de SAKHO (2011) montrent que pendant sept mois environ, de janvier à juillet, le gradient est inverse. Il est marqué par une augmentation de la salinité à partir de l'aval vers l'amont. Sur cette période, elle varie de 35 g/l à l'embouchure à 42 g/l à 4 km en amont. A partir d'août jusqu'au mois de novembre, le gradient devient normal avec une diminution de la salinité vers l'amont. Fort de ce constat, on peut affirmer que la Somone est un estuaire à double fonctionnement. Il est inverse 70 % du temps (de décembre à juillet) et normal 30 % du temps (août à novembre) pour la période étudiée par l'auteur.

Sur la base d'un suivi de la salinité de 2008 à 2010, corrélé à l'estimation des cumuls pluviométriques, on peut définir deux échelles de compréhension de l'évolution du phénomène. A l'échelle annuelle, le gradient de salinité est fonction de la quantité de pluies enregistrée pendant la saison humide. A l'échelle pluriannuelle, la durée de la période d'inversion du gradient de salinité est liée à la quantité annuelle de pluies enregistrées au cours de la saison humide précédente. Autrement dit, le temps pendant lequel l'écosystème laguno-estuarien de la Somone connaît un fonctionnement inverse est d'autant plus court que les quantités d'eau précipitées au cours de la saison hivernale sont importantes.

L'inversion du gradient de salinité est surtout exacerbée par l'absence d'apport d'eau douce de surface par la rivière de Somone. Les seuls apports en eau douce se font par l'intermédiaire de la pluie et de la nappe qui est sub-affleurante dans cette zone de cuvette. Les observations effectuées le 30 mai 2015 (mission de reconnaissance du site) sur certains secteurs de la lagune ont permis de constater qu'effectivement, que la lagune n'est pas aussi salée qu'elle devrait être pendant cette saison de l'année. Ce qui est probablement justifiée par la présence de la nappe subaffleurante, suivant des apports latéraux. Les puits des villages situés dans le secteur de la Somone (Somone, Guéréo, Thiafoura) captent cette nappe. Elle est affleurante sur la bordure nord-ouest de l'estuaire en face de la lagune et dans le lit mineur à hauteur du village de Sorokhassab. Dans les bas fonds, cette nappe est subaffleurante et sa profondeur est de l'ordre du mètre. La salinité est donc modérée par les résurgences phréatiques.

La salinité dans lagune de Somone est finalement contrôlée par les saisons, les apports du bassin versant et de la nappe phréatique.

Les eaux de ruissellement se déversent dans la lagune. Toutefois, au regard du fonctionnement du complexe laguno-estuarien, une partie de l'eau d'écoulement est rejetée par l'effet de renvoi de la mer. Ce qui provoque la remontée de la langue saline sur les terres cultivables. Cette situation est devenue de plus en plus préoccupante à Thiafoura et reste perceptible jusqu'au niveau du pont Bandia. Les observations in situ ont permis de constater d'importants dépôts de sel dans la rivière aux environs du pont catholique.

**Photo 2** : Traces de sels perceptibles sur le lit de la rivière entre Somone et Thiafoura



A la lumière des travaux de KALY (2001) et de TROPIS (2004), l'érosion et le colmatage de la lagune sont donc entretenus par la dynamique du cordon dans sa partie d'embouchure. Les apports détritiques des versants et la faiblesse de la profondeur des chenaux ne permettent plus de maintenir l'effet de chasse. Ce colmatage de la lagune est responsable de l'agrandissement des bancs sableux au détriment des zones de vasières.

#### *3.1.1.2. Fonctionnement sédimentaire de la lagune Somone*

Les formations sédimentaires les plus anciennes sont celles du Maëstrichtien avec un faciès gréseux et argileux. Les séries tertiaires présentent globalement des dépôts essentiellement chimiques et biochimiques avec prédominance de calcaires et de marnes (TESSIER, 1952). Les sédiments gréseux à grés-argileux du Continental Terminal sont coiffés de cuirasses ferrugineuses formées au Pliocène (MICHEL, 1973). Ces cuirasses affleurent largement dans la partie nord de la Somone.

#### *3.1.1.3. De l'origine des sédiments*

La sédimentation au niveau de la lagune somone est tributaire des apports continentaux et marins. Les débits massiques continentaux résultent du processus de ruissellement des versants, renforcé par les activités anthropiques au niveau des berges.

Les ruissellements des versants érodent les sols et déposent les éléments détritiques en bordure ou dans le lit et l'estuaire. La bande de végétation de bordure et la mangrove ralentissent la vitesse d'écoulement de l'eau de ruissellement et favorisent ainsi la sédimentation des matériaux détritiques. En l'absence d'obstacles, l'eau y gagne en énergie ; elle arrache plus facilement le sol en augmentant la taille de la ravine, transportant de grandes quantités de terres avec une vitesse importante. Le réseau hydrographique se transforme rapidement en réseau de ravines ; certaines peuvent même atteindre 10 m de large et 3 m de profondeur.

**Photo 3** : Ravinement et épandage de sédiments sur le lit de la Somone



La force de progression de l'eau peut ainsi causer de graves dégâts aux habitations (souvent construits en banco dans le milieu rural) et aux routes en terre qui deviennent impraticables. Ce mécanisme est à l'origine du décapage et du transport de matières solides provenant des collines de Kissane et de Mont-Rolland vers les zones basses : le lit de la Somone, du lac Tamna et du Diobass. Cela pose le problème du comblement progressif du lit des cours d'eau principaux.

De plus, les activités anthropiques fragilisent le sol et l'exposent davantage à l'érosion hydrique. Les populations déboisent pour exploiter des champs sur les versants de collines, qui sont des endroits propices au ruissellement sous l'effet de la pente. Entre le pont de Bandia et la localité de la Somone, les paysans cultivent en saison pluvieuse le mil, l'arachide et le sorgho sur les berges du cours d'eau de la Somone. Habituellement, la végétation atténue les écoulements et participe à la fixation du sol. Avec sa disparition et le développement de la pratique de la culture attelée, ses fonctions disparaissent et le processus d'arrachage des sédiments s'accélère.

En dehors, des apports continentaux, la lagune de la Somone reçoit une importante quantité de sédiments charriés par les courants à partir du cordon littoral. Dans le contexte actuel, le fonctionnement hydrosédimentaire de la lagune de la Somone ne permet plus de maintenir l'effet de chasse. La prédominance de la dynamique sédimentaire marine se manifeste par un enrichissement progressif de la fraction sableuse au détriment de la fraction vaseuse. Une telle dynamique remet en cause l'avenir de la Somone en tant qu'estuaire.

#### *3.1.1.2.1. Caractéristiques des unités morphopédologiques de l'estuaire de la Somone*

L'estuaire est une vallée remontée par la marée. PECH et REGNAULD (1996) estiment que le système hydrologique estuarien se définit par un contact en biseau entre les eaux salées et les eaux douces et que, théoriquement, il n'y a pas d'estuaire dans une zone sans marée. L'estuaire est le secteur du littoral, à faible relief, correspondant à l'embouchure d'un cours d'eau important, qui s'évase vers l'aval et dans laquelle pénètre amplement la marée (PASKOFF, 1985). Au plan sédimentologique l'estuaire se caractérise par une prépondérance des sédiments vaseux.

La vase est un dépôt caractéristique des estuaires, mais aussi de certains lacs et de nombreux fonds marins littoraux ou de grande profondeur (ELKBIR, 1998). Ce sédiment fin est formé de précollaïdes et

de colloïdes où **la fraction sableuse est réduite**. Les composants sont des minéraux argileux, du fer et de la matière organique.

Le dépôt ou envasement s'effectue par adhérence de vase floculée lors du jusant ou à la faveur de tourbillons sur le front et la partie immergée des berges. La vase abondante floculée et déplacée en suspension dans un estuaire par la marée est appelée bouchon vaseux, et la zone d'extension de la vase déposée, une vasière. En substance, deux critères sont fondamentaux pour qualifier un milieu d'estuaire : les échanges entre eaux douces et eaux marines (on parle de système hydrologique estuarien) et la fréquence des sédiments vaseux. Ainsi, les dynamiques en cours dans la lagune de la Somone sont-elles en train de remettre en cause un fonctionnement jadis laguno-estuarien ?

En tout état de cause, dans la lagune de la Somone, la différenciation des séquences morphologiques de l'estuaire n'est pas nette. L'ensablement est elle en train de prendre le dessus sur l'envasement ? On peut tout de même observer de façon hétérogène des vasières, des tannes et des dépôts sableux.

#### 3.1.1.4. Les vasières

Dans un estuaire, on y distingue deux types de vasières: les vasières recouvertes par une végétation herbacée appelée schorre et celles nues à efflorescences salines connues sous le nom de tanne. Le schorre se présente ici sous la forme de surfaces basses subhorizontales.

Il est régulièrement inondé par la marée et la crue selon qu'il se trouve sur le littoral ou abrité au niveau des estuaires. La surface du schorre dispose d'un réseau de chenaux plus ou moins dense. L'unité se compose d'une végétation halophyte qui supporte des inondations périodiques et une salure variable. L'espace soumis à la fluctuation de la marée forme précisément l'estran.

**Photo 4** : Echantillon d'une vasière dans la lagune de la Somone



La mangrove représente l'unité la plus caractéristique de cet écosystème côtier. Elle est dominée par les *Rhizophora*. Les *Avicennia* sont peu nombreux et sont à la lisière des tannes. Les tannes sont des terrains dénudés à efflorescences salines. Dans l'estuaire de la Somone, cette unité s'étend à perte de vue entre Thiafoura et Somone (cf. photo 2). Ces unités correspondent aux terrains recouverts par des eaux des marées de vives-eaux ou de la pluie.

Du point de vue pédologique, KALY (2001) observe dans l'estuaire de la Somone différents faciès. Sur les vasières récentes, les sols sont peu évolués d'apport hydromorphe sur vases argileuses. Sur les tannes vives, on observe des sols halomorphes généralement salins acidifiés. A l'arrière de tannes sableuses constituées de sols hydromorphes à gley, on rencontre des sols plus organiques semi-tourbeux de même que des sols de type ferrallitique. Sur les vasières dénudées, il existe des sols halomorphes salins acidifiés sur argiles dominantes. Ils ont une texture variable et présentent plusieurs horizons. Sous les palétuviers, les sols sont hydromorphes organiques moyennement tourbeux avec des sols halomorphes. Les dépôts sableux semblent dominer aujourd'hui le décor de la lagune de la Somone surtout dans les zones proches du littoral. Ces dépôts sableux d'âge quaternaire sont constitués par les bancs sableux qui forment des bouchons sédimentaires à l'entrée de la lagune et le cordon littoral vif qui sépare la lagune de l'océan.

#### 3.1.1.5. *Le cordon littoral vif et les bancs sableux*

La zone littorale de la Somone est caractérisée par un cordon sableux de faible épaisseur interrompu par une petite embouchure au niveau de laquelle s'est développée une flèche sableuse d'environ 350 m de long adossée au cordon littoral sud et dirigée vers le Nord-Est (SAKHO *et al.*, 2011). Cette orientation est spécifique à la flèche de Somone, car elle ne correspond pas à la direction générale de migration vers le Sud des flèches sableuses du Sénégal, comme la flèche de la Langue de Barbarie (Sall, 1982), la flèche de Sangomar (DIAW, 1997) ou la flèche de Mbodienne (TURMINE, 2001 ; NGAMI-NTSIBA-ANDZOU, 2007).

**Photo 5** : Vue de l'embouchure de la Somone



Du point de vue pédologique, KALY (2001) citant VIEILLEFON (1975) et MARIUS (1979) estime que le substrat de ces formations sableuses est constitué de sédiments sableux issus du "Continental terminal". Ce sédiment est composé de quartz, d'argile et de kaolinite ; alors que celui salé apporté par l'océan est constitué de sables et d'argile de type smectite. Le faciès du cordon vif adjacent à la haute plage est peu évolué d'apports parfois hydromorphes. La matière organique est souvent absente et on peut y observer un niveau à cuirasse. Ils sont sensibles à l'érosion (ISRI/DAT, 1983). Les travaux de SAKHO (2011) permettent de comprendre le transit sédimentaire du littoral de la Somone.

Bien que la dérive littorale N-S entraîne un transit sédimentaire dirigé vers le sud, le fonctionnement sédimentaire de la Petite Côte semble complexe. Elle présente deux modes de transports sédimentaires différents (DWARS *et al.*, 1979). Dans ses travaux, BARUSSEAU (1980) évoquait déjà, dans les années

1980, que la Petite Côte fonctionnait en cellules hydro-sédimentaires indépendantes. Dans la Somone, SAKHO (2011) a identifié six cellules hydrosédimentaires. Ces cellules, limitées soit par l'embouchure, soit par des caps présentent des fonctionnements hydrosédimentaires différents et autonomes. La migration au niveau de ces cellules se fait globalement vers le Sud sauf pour la flèche sableuse qui est dirigée vers le Nord. Ainsi, le fait marquant de la dynamique du littoral de la Somone est le double sens de migration de la flèche et la mobilité de la position de l'embouchure. Les gradients sédimentaires, observés sur la flèche de Somone, montrent que le transit sédimentaire se fait du Nord vers le Sud, donc dans le sens de la dérive littorale N-S. **La migration de la flèche sableuse de Somone, dans le sens contraire à la dérive littorale N-S, serait le résultat d'un fonctionnement en cellule hydrosédimentaire, avec des processus spécifiques.** Les processus d'érosion interviennent **pendant la saison des pluies**, entre juillet et septembre, et l'accrétion se fait **pendant la saison sèche**, entre décembre et février. Les plus fortes vitesses de vent (4 à 6 m.s<sup>-1</sup>) sont observées pendant la saison sèche. Combiné aux houles de Nord-Ouest, ce facteur semble favoriser l'engraissement de la flèche. Les houles de Nord-Ouest semblent apporter du sédiment à la flèche sableuse de la Somone. La saison des pluies, influencée par des houles de Sud-Ouest et des vitesses de vent inférieures à 4 m.s<sup>-1</sup>, est marquée par des phénomènes d'érosion côtière. Toutefois, l'importance des apports sédimentaires en saison sèche a entraîné un bilan sédimentaire annuel positif sur toute la flèche sableuse de la Somone.

L'analyse pluridécennale de la position de l'embouchure de la Somone montre trois périodes principales : 1974, 1987 et 1999. Ces trois années sont caractérisées par des apports sédimentaires importants qui ont conduit à **(i)** la formation, en 1974, d'une flèche de 250 m de long et surtout dirigée vers le Sud, dans le sens principal de la dérive littorale, N-S, **(ii)** la fermeture de l'embouchure en 1987 et **(iii)** un engraissement important (la plus grande superficie de la flèche a été mesurée en 1999), la formation d'un delta de jusant et d'une nouvelle flèche dirigée vers le Sud en 1999. La mobilité de cette embouchure microtidale est donc déterminante et son ouverture permanente est fondamentale pour le bon état écologique de l'écosystème. Les fermetures de la flèche ont eu un impact sur l'évolution des faciès internes notamment sur la régression de la mangrove au profit des vasières nues. Ces apports se traduisent parfois par une fermeture de la lagune. Ainsi, au niveau de la Somone, les courants tidaux, très forts au niveau des passes, favoriseraient le maintien de l'embouchure et la construction d'un appareil deltaïque de flot et de jusant. En substance, l'analyse de SAKHO (2011) montre que la migration de la flèche de Somone se fait vers le Nord, donc dans le sens contraire de la dérive littorale. Ainsi, la fréquence et l'agrandissement des bancs sableux dans la lagune résulteraient de la dynamique sédimentaire de la partie littorale exacerbée par l'absence de l'effet de chasse dont les conditions ont été décrites plus haut.

**Photo 6** : Bancs sableux à l'intérieur de la lagune de la Somone



Au plan écologique, la lagune de la Somone malgré les dynamiques de dégradation observée constitue un écosystème riche, une zone de piège de matières organiques, une écologie favorable à la prolifération de la mangrove. Elle constitue une zone favorable au développement d'une faune variée.

### 3.1.2. Caractéristiques biologiques de la lagune Somone

#### 3.1.2.1. Caractéristiques de la flore

Beaucoup d'espèces arborescentes sont observées dans la zone Thiafoura-Sorokhassab (TROPIS, 2004). Les plus communes sont *Adansonia digitata*, *Ficus platiphylla*, *Ficus sycomorus*, *Ficus ovata*, *Cordia senegalensis*, *Faidherbia albida*, *Acacia nilotica*, *Celtis toka*. Il existe aussi dans la même zone, d'autres espèces à affinité soudanaise (*Cordyla pinnata*, *Sclerocarya birrea*, *Diospyros mespiliformis*, *Morus mesozygia* et *Pterocarpus erinaceus*) et soudano-guinéenne (*Anthiaris africana* et *Ceiba pentandra*). Les formations déboisées sont rencontrées en aval de la Somone. L'estuaire de la Somone est essentiellement peuplé par des espèces comme : *Rhizophora mangle*, *Avicennia africana*, *Conocarpus erectus* (espèces de la mangrove), *Tamarix senegalensis*, *Commiphora africana*, *Phoenix reclinata*, *Elaeis guineensis*, *Neocarya macrophylla*, *Maytenus senegalensis*, *Combretum aculeatum*, *Euphorbia balsamifera*, *Acacia adansoni*, *Acacia seyal*, *Bauhinia rufescens*, *Ziziphus mauritiana*, *Cadaba farinosa*, *Calotropis procera*, *Balanites aegyptiaca* et *Piliostigma reticulatum*. Les espèces d'arbres sont représentées par *Adansonia digitata*, *Faidherbia albida*, *Celtis toka*, *Crateva adansoni*, *Tamarindus indica*, *Ficus sycomores*. Les espèces ligneuses exotiques observées sur le site sont : *Prosopis juliflora*, *Parkinsonia aculeata*, *Casuarina equisetifolia* et *Azadirachta indica*.

La flore herbacée naturelle est composée de : *Sesuvium portulacastrum*, *Philoxerus vermicularis*, *Paspalum vaginatum*, *Heleocaris mutata*, *Heleocaris caribea*, *Scirpus maritimus*, *Sporobolus spicatus*, *Sporobolus robustus* (espèces halophiles), *Cyperus maritimus*, *Tipha australis*, *Nimphaea lotus* (espèces d'eaux douces), *Opuntia tuna*, *Celosia trigyna*, *Ipomoea vagans*, *Andropogon gayanus*, *Aneilema paludosum*, *Leptadenia hastata*, *Raphionacme daronii*, *Bolbochoenus sp.*

Les espèces de la mangrove occupent les zones de vasières atteintes par les hautes marées. L'espèce *Rhizophora mangle* occupe la zone centrale la plus immergée, l'*Avicennia africana* moins tolérante à l'immersion reste sur la zone périphérique et en fin le *Conocarpus erectus* se situe plus en hauteur, sur l'interface entre le milieu marin et la terre ferme. C'est au niveau de cette zone d'interface que se rencontrent, sur une bande d'environ 2 à 5 m, la plupart des espèces de l'estuaire. Les versants limitrophes sont entièrement labourés. La tanne arbustive est composée de *Tamarix senegalensis* et d'*Avicennia africana*, auxquelles s'associent à certains endroits des individus floristiques comme : *Sesuvium portulacastrum*, *Philoxerus vermiularis*, *Paspalum vaginatum*. Le lit à plan d'eau permanent du cours d'eau présente en amont sur les bordures, une relique d'*Avicennia africana* associée à des *Tamarix senegalensis* plus périphérique. Cette espèce est rencontrée jusqu'au-delà du village de Sorokhassab.

Le cordon littoral est occupé actuellement par de nombreuses constructions, de telle sorte que la structure de la végétation est profondément perturbée. Il n'y a que des pieds de ligneux isolés ou qui se présentent en bandes fines le long de la bordure de l'estuaire. Le Cactus *Opuntia tuna* y est remarquable par son peuplement très dense.

### 3.1.2.2. Les espèces fauniques représentatives

Selon le rapport (PG RNICS, 2010), les unités morphologiques qui servent d'habitats dans la RNICS sont : Savane arbustive, Fourrés, Prairie arbustive, Cours d'eau temporaire, Cours d'eau permanent (cours pérenne de la Somone et chenaux), Lagune (plan d'eau), Forêt de Mangrove, Tannes nues, Tannes arbustives, Vasières nues, Estran et cordon littoral.

Ce rapport (PG RNICS, 2010), cite une faune diverse et abondante dans l'estuaire. Les groupes de faunes les plus représentés sont ceux des oiseaux, des crustacés, des mollusques des poissons et des insectes. Les mammifères et les reptiles sont peu représentés. Les mammifères retrouvés dans l'estuaire sont le Chacal (*Canis mesomela*), le Singe vert (*Cercopithecus aethiops*) et la Mangouste à queue blanche (*Ichneumia albicauda*). Les reptiles sont représentés par le varan du Nil (*Varanus niloticus*). Les espèces d'oiseaux sont nombreuses. La liste rapportée par HOUDE (2001) indique 172 espèces. Parmi ces espèces figure *Falcon peregrinus* considérée comme rare ou menacée au Sénégal. La Direction des Parcs Nationaux avait recensé 54 espèces inféodées à l'eau pour l'année 2004. La situation actuelle fournie par le Conservateur du Site de la RNICS renseigne sur la présence de 94 espèces inféodées à l'eau en 2006. Les espèces sont le Goéland railleur (*Larus genei*), les cormorans (*Phalacrocorax africanus*, *Anhinga rufa*), les aigrettes (*Ardeola alba*, *Egretta garzetta*, *Egretta gularis*), la Mouette rieuse (*Larus ridibundus*), le Héron cendré (*Ardea cinera*), le Héron garde boeuf (*Bubulcus ibis*), le Vanneau à tête noire (*Vanellus tectus*), le Pélican gris (*Pelecanus rufescens*), le Pélican blanc (*Pelecanus onocrotalus*), la Barge rousse, la Sterne caugek (*Sterna sandvicensis*), le Balbuzard pêcheur (*Pandion vocifer*), le chevalier aboyeur (*Tringa nebularia*), le Chevalier combattant (*Philomachus pugnax*), la tourterelle maillée (*Streptopelia senegalensis*), la Tourterelle des bois (*Streptopeli turtur*).

Les poissons sont représentés principalement par (*Tilapia guineensis*, *Eucinostomus melanopterus*, *Lysa sp.*, *Morone punctata*). Une autre espèce (*Periophthalmus kolrenteri*) commune dans les mangroves y a été observée par HOUDE (2001). Les espèces de crustacés recensées sur le site sont constituées par des crabes (*Uca tangei*, *Callinectes latimanus*, *Sesarma alberti* et *Ocypode sp*), des crevettes (*Penaeus notialis* et *Penaeus kerathurus*). Les mollusques sont représentés par des huîtres (*Crassostrea gasar*), des arches (*Anadara senilis*), de moules (*Natica marchiensis*), *Tympanotus fuscatus radula*, *Tympanotus fuscatus*, *Littorina angulifera*, *Tagelus angulatus* et *Tellina nymphalis*. Une espèce de mollusque triploïde a été introduite et cultivée au niveau du plan d'eau. Il s'agit de *Crassostrea gigas*. L'entomofaune est représenté principalement par les moustiques, les papillons, coléoptères, etc. On peut noter la présence de fourmis. Ce site est aussi favorable à l'installation des abeilles et d'autres insectes qui s'alimentent de produits de fleurs.

En définitive, le bassin versant de la Somone est un milieu qui abrite d'importantes ressources naturelles (eaux, végétaux, animaux, sols, etc.) cette diversité de ses ressources fait qu'il est un lieu favorable à une multitude d'activités socio-économiques (agriculture, élevage, pêche, cueillette, tourisme, etc.). Ainsi, dans cette zone, les activités socio-économiques menées sont très dépendantes des potentialités écologiques existantes. Elles sont étroitement liées aux atouts et contraintes que présente le bassin versant.

### 3.1.3. Dynamique des activités socio-économiques

La lagune est bordée par des villages (Thiafoura, Somone, Guéréo, Thiérokassap) qui effectuent essentiellement diverses au niveau de la lagune. La population des trois villages et de la commune de Somone se répartie comme suit : Sorokhassap : 1500 ; Thiafoura : 1500 ; Guéréo : 8000 et Somone 4376 soit un total de 15.376 habitants (estimation CR, 2009). La Réserve Naturelle d'Intérêt Communautaire de la Somone (RNICS) du fait de son écosystème de mangrove et de sa proximité avec Saly constitue un moteur pour le développement des activités économiques de la zone.

#### 3.1.3.1. Les activités halieutiques dans la lagune de la Somone

La pêche regorge de réelles potentialités surtout à Guéréo où l'écosystème est favorable à la reproduction de certaines espèces (Rochers de Guéréo) et aussi en raison de son caractère d'abri, peu accessible aux embarcations. Dans ce village l'activité regroupe plus de 2000 pratiquants. La pêche pratiquée essentiellement par les Lébus constitue l'activité prépondérante et la principale source de revenus des villages comme Guéréo. Elle se pratique toute l'année et mobilise les hommes et les jeunes pour les sorties en mer. Les femmes assurent la transformation et l'écoulement des poissons.

**Photo 7 :** Habitants pratiquant une pêche à hameçon dans les chenaux de marées



La Réserve de la Somone a pour principal atout sa côte navigable et sa lagune. Sur la lagune, seule la pêche à l'épervier et à la ligne sont autorisées et de nombreuses femmes y prélèvent des huîtres et des arches. Une pêche non motorisée s'effectue à pied sous le contrôle des agents de la DPN avec des engins traditionnels (épervier) au niveau de la lagune. Cependant le nombre d'acteurs est négligeable. Les quelques acteurs rencontrés lors de la mission de terrain, regrette une activité en déclin et renvoie la cause à l'ensablement de la lagune.

*A la suite de l'entretien avec le vieux Djibril Sadjji, pêcheur de son état, il a été fait mention d'une baisse drastique des mises à terre. En effet, par le passé, l'existence d'un volume d'eau assez important offrait une plus grande opportunité de déplacement des poissons de la mer vers la lagune. Cela donnait lieu à une pêche très florissante. Les pêcheurs n'avaient même pas besoin d'aller très loin dans la lagune pour chercher les poissons, dont plusieurs variétés (yakh, silinka, wass) étaient pêchées. D'ailleurs, quand le plan d'eau était assez relevé, un requin à dents de scie se reproduisait dans un trou dans la lagune (plusieurs personnes ont signalé cette présence du requin dans la lagune). Aujourd'hui, à cause de la*

*baisse du plan d'eau, les poissons n'entrent plus. Ainsi, la pêche à l'épervier, à l'hameçon et la pêche sportive se font tous à la mer.*

Dans la lagune de la Somone, on note aussi la présence d'un Parc ostréicole appartenant à Monsieur Norbert Jan. Norbert Jan est arrivé au Sénégal en 1991 pour s'investir dans l'élevage des huitres sur la lagune de Somone en 2000. Il amène du Japon et de l'Europe des huitres d'un millimètre et fait de l'élevage sur place au bout de 8mois. Son activité secondaire ce sont les murex, moules, bilots, pagne, coq, etc, de petites tailles qu'il achète auprès des pêcheurs, les stocks et les laisse grandir avant de les commercialiser.

**Photo 8** : Parc ostréicole de Norbert Jan sur la Lagune de Somone



Son marché d'exportation touche la Côte d'Ivoire, le Mali le Burkina et la Gambie. Il a commencé par une phase test qui l'a vu produire en 2000, une (01) caisse avant de porter la production à aujourd'hui à 100 caisses. Ce qui lui fait une production totale estimée à 30tonnes/an. Il emploie en permanence 06 personnes, mais peut s'attacher les services de tâcherons si l'activité tourne en plein régime. Il est présent dans la lagune depuis 15 ans. Son activité a besoin du soleil et de l'oxygène. La salinité de la mer est de 35‰ et celle de la lagune 28‰, pour lui c'est dire que dans la lagune, il existe des sources d'eau douce. Pour la biodiversité sur la lagune, il mentionne sans être exhaustif, les espèces existantes, constituées de juvéniles de poissons (mérrou jaune, baliste, poulpe, langouste, sompath, sar, gambas, crevettes,). Avec l'élevage des huitres, il ya une présence importante des aliments, ce qui a poussé à une arrivée massive de tous ces juvéniles.

Sur la rive gauche de la Somone, en face de la maison de feu Fara Ndiaye, sur la berge, s'est installé un marché des fruits de mer. Il est tenu par un Groupement du nom de ASC Dekh Gui, constitué par 35 femmes venues essentiellement du village de Guéreo. A l'exposé des motifs de notre présence, elles ont tenu à présenter les activités qu'elles mènent, dont le calendrier se présente comme suit :

- la récolte de petites huîtres qui sont ensuite rangées à même la vase pour accélérer le grandissement, la lame d'eau étant très faible actuellement à cause de l'ensablement. La maturité est atteinte au bout de trois 3 mois contrairement à celle des guirlandes qui peut aller jusqu'à 6 mois.
- elles font également de la cueillette de coquillage et offrent des dégustations d'huîtres et d'oursins aux touristes.

- elles vendent aussi des coquillages à usage d'embellissement.
- par ailleurs, elles vont aussi du côté de l'océan, où elles font de la plongée pour la cueillette de fruits de mer (Oursin bleu, escargot de mer, les moules (Djandy en wolof et des bilots)
- d'autre part, pour étoffer leurs étales, elles vont chercher des fruits de mer séchés à Joal, Palmarin, Djiffère et dans les îles du Saloum (yokhoss, pagne, touffa, yete).

Selon les écogardes de Thiafoura rencontrés sur le site, auparavant la pêche était une activité très dynamique au niveau de la lagune. Deux types de pêches étaient pratiqués : la pêche à la ligne et la pêche à l'épervier. Des espèces de poissons tels que les carpes, les mullets pullulaient dans la lagune. Les poissons on pouvait même les voir en faisant la balade. En 1987, ils ont constaté une diminution drastique des plans d'eau qui s'est traduite par un tarissement total de la mangrove de Somone à Thiafoura, avec comme conséquences la disparition des crabes violonistes. La lagune de la Somone joue également un rôle important dans le tourisme. Elle offre des possibilités de balades dans les chenaux de marées.

### 3.1.3.2. Les activités touristiques

La zone recèle d'importants atouts et potentialités en matière de tourisme balnéaire, de tourisme de résidence et d'écotourisme. Les facteurs qui concourent au développement de cette activité sont :

- un climat relativement doux en raison des influences marines ;
- une durée d'ensoleillement supérieure à 9h par jour en moyenne ;
- une existence d'infrastructures d'accueil (hôtels, campements touristiques, cabanons et résidences secondaires) ;
- des zones écologiques bien entretenues (réserves, forêts classées, etc.) ;
- lagune de la Somone avec des formations de mangrove riches en oiseaux.

L'écotourisme est un créneau porteur au niveau de la RNICS, avec des recettes qui tournent autour de 16 millions en moyenne par an. Ce sous-secteur est organisé par une tarification entrée en vigueur depuis 2007.

Au plan organisationnel, la RNICS compte cinq postes de contrôle dont deux à Thiafoura, un à Somone, un Guéreo et à un Sorokhassap. Pour accéder à la réserve, les personnes étrangères sont tenues de payer un ticket d'entrée. Pour s'assurer de la pérennité de la mobilisation collective, une valorisation économique est décidée par la tarification de l'accès au périmètre de la réserve : la plage, les balades en pirogue et promenades dans le paysage forestier environnant. La taxation concerne aussi le stationnement de pirogues, de voitures et la pêche dans la lagune. En 2009, les recettes collectées aux postes de contrôle des villages riverains ont atteint 20 762 500 FCFA (FAYE et *al.*, 2012). La situation de la RNICS dans la station balnéaire et la présence d'établissements touristiques surtout à la Somone représentent des avantages comparatifs certains pour la localité. Les recettes recouvrées sont redistribuées entre les différents acteurs du Comité de gestion selon une clé de répartition consensuelle, qui se présente comme suit : 40 % sont versés dans les fonds destinés à l'aménagement du site et aux investissements ; 20 % pour motiver les Ecogardes ; 20 % aux quatre GIE ; 10 % pour la Collectivité locale ; et 10 % dédié au fonctionnement de la RNICS. En 2009, les fonds qui servent à l'aménagement du site et aux investissements locaux (40 % des recettes) ont permis de contribuer à l'accès aux services sociaux de base pour les populations des quatre (04) villages.

Certains acteurs du tourisme rencontrés lors de la mission de prospection insistent sur le fait que la lagune constitue l'identité de la Somone. L'entretien a été fait avec Monsieur Mohamed Ba plus connu sous le nom de Rasta, tenancier d'un Bar-Restaurant sur les flancs de la Lagune (photo 9) et de Monsieur Saliou Mbodj président du comité de gestion de la RNICS.

Photo 9 : Emplacement du Bar Restaurant de Rasta



Ce restaurant accueille de nombreux touristes sur les confins de la lagune de Somone. Le constat fait est que la lagune est un label à préserver, car il s'agit d'un patrimoine national qui fait rêver beaucoup de personnes. Toutefois, la préservation de ce label s'accommode mal avec les pratiques de bradage du littoral noté au niveau de Somone. En effet, la lagune est en train de disparaître en raison de la formation de plus en plus des bancs de sable. Auparavant le plan d'eau de la lagune était à un niveau assez élevé, il y avait même des activités de pêche qui s'y faisaient. Mais désormais nous constatons une baisse drastique des poissons due simplement au rétrécissement du plan d'eau de la lagune. Il faut souligner que les hôteliers qui se sont installés à proximité de la lagune ont une part de responsabilité sur l'ensablement de la lagune qui se traduit par une multiplication des bancs de sable. Ce phénomène est observé depuis l'année 1987, et si des actions ne sont pas faites, la lagune de Somone risque de connaître le même sort que celui connu par les plages de Saly et de Ndayane.

Pour préserver la lagune, des actions environnementales sont entreprises par le comité de gestion de la lagune à travers des activités de reboisement des mangroves pour promouvoir le développement. Toutefois, une meilleure capacitation des membres du comité de gestion à travers un accompagnement dans l'élaboration des projets environnementaux et de requêtes de financement permettrait une meilleure prise en charge des problèmes de lagune. Par ailleurs, les acteurs du tourisme ont également mis en garde sur l'impérieuse nécessité de prendre en compte la cosmogonie locale avant d'envisager des actions sur la lagune, dont l'idée reconnue et acceptée par les usagers est qu'elle est habitée par un génie qui exige souvent des sacrifices et des offrandes. De ce point de vue, la prise en compte des pratiques et connaissances locales permettrait d'impliquer les gardiens de ces rites et traditions dans le cadre d'une démarche systémique.

A ce propos FAYE et *al.*, (2012 : 3) dans un article intitulé « Gestion communautaire durable et décisions nationales d'aménagement administratif et territorial, le cas de la réserve communautaire : la Somone » revient sur la dimension culturelle de la lagune de la Somone. Dans ce contexte, l'auteur rappelle que selon la légende locale, le génie créateur et protecteur, *kër Sang* confère une origine supranaturelle à la lagune. En effet, un homme du nom de Boucar Ndagane du patricien des Ciss de Guéréo se serait porté volontaire pour servir de bouc émissaire et se serait sacrifié à l'embouchure entre la lagune et l'Océan Atlantique au moment de l'institution de l'autel « Sang ». Cette représentation accorde une importance religieuse à la lagune et place sa gestion sous le contrôle des lignées maternelles fondatrices : *yokam* et

*yandol*. Chaque village connaissait les limites de l'étendue de la lagune qui était sous son contrôle, appelée *kal*. L'ensemble des *kal* composaient la lagune et cette composition en faisait un système interdépendant de tenures différentes, mais bénéficiant d'une reconnaissance mutuelle entre les ayant droits de part et d'autre des quatre villages. Cette situation rendait obligatoire une coopération pour une gestion communautaire entre les villages. Autour de ces sous entités socio-foncieres se développaient des activités culturelles et coutumières. Pendant l'hivernage, les populations organisaient des campagnes de pêche collective, appelées traditionnellement « *Niif* » avec l'utilisation de « *iss* ». <sup>1</sup>Le caractère culturel de la lagune est très ancré dans la mémoire collective de cette communauté. En effet, au début de chaque hivernage, des sacrifices et offrandes sont faits pour implorer le ciel pour une pluviométrie abondante.

La gestion communautaire a été renforcée pendant la période coloniale lors du règlement d'un conflit entre deux maîtres fonciers (Lamanes) des villages de Somone et Guereo, situés sur les deux rives de la lagune. Lamdou Diouf de Somone, à l'époque, avait décidé d'exclure le lamane de Guereo, Mbagnick Diouf, de ses droits coutumiers sur la lagune. Pour éviter la bagarre collective programmée entre les ressortissants des deux localités, le Chef de la division du Cercle de Mbour Mbakhane Diop fut informé et saisit d'urgence le Gouverneur de l'Afrique Occidentale Française (AOF) à Saint Louis. Celui-ci prit un arrêté le 14 février 1949 pour consacrer l'institutionnalisation d'une gestion communautaire et partagée de la lagune entre les villages riverains ; aucune localité ne pouvant plus se permettre de revendiquer des droits d'exclusivité pour le contrôle de la lagune et alentours immédiats (forêt de mangrove riche en coquillages, arches et poissons). Cette nécessaire coopération s'enracine ainsi sur une double légitimité : d'abord traditionnelle, puis de droit colonial avec l'arrêté du Gouverneur de l'AOF.

### 3.1.3.3. Les autres activités économiques

Il existe d'autres activités économiques pratiquées dans la zone. Ces activités n'ont pas un impact direct sur la lagune mais elles jouent un rôle important dans l'attractivité de la zone. Il s'agit essentiellement de l'artisanat, du commerce, de l'agriculture et de l'élevage.

Le développement du tourisme a plus ou moins favorisé le développement de l'artisanat de services surtout la sculpture d'objet d'art, tissage, menuiserie (métal et bois), la maçonnerie, la charpenterie, la tapisserie et l'électricité bâtiments. L'artisanat d'art se développe également progressivement, notamment la sculpture et la peinture. L'habillement est relativement développé, mais il est concurrencé par les marchés de Mbour, Saly et Nguékhokh. De manière générale, les artisans sont confrontés à un manque d'équipements modernes ; à des difficultés d'accès au crédit ; à un manque d'organisation ; à la faiblesse de la demande ; à un manque de formation et de qualification. Pour le commerce, dans la zone prospèrent les boutiques des détaillants et les étalages des femmes vendeuses en l'absence de marchés villageois organisés. Le commerce des fruits et des produits de cueillette (mangues, kinkéliba, etc.) effectué par les femmes sur la route nationale n° 1 au niveau du village de Sindia est par contre très dynamique. Au niveau de la lagune, les femmes exercent un commerce grandissant de fruit de mer (huîtres, coques, etc.). Dans la zone, le commerce est surtout limité par l'absence de magasins de ravitaillement en gros et demi-gros ; l'absence de marchés villageois organisés ; l'absence de marchés hebdomadaires dynamiques.

L'agriculture est la principale activité des habitants surtout en milieu rural. Elle occupe environ 63 % de la population (PG-RNICS, 2010). Elle repose essentiellement sur l'agriculture sous pluie, le maraîchage et l'arboriculture. L'agriculture sous pluie est aléatoire et la production varie d'une année à une autre selon la quantité et la durée des pluies et selon l'existence ou non d'attaques des cultures par les insectes notamment les sauterelles et l'apparition de certaines maladies assez fréquentes comme la rosette et les pucerons. Les principales spéculations sont par ordre d'importance le mil (souna, sorgho), l'arachide et le niébé. Elles sont principalement destinées à la consommation. L'agriculture sous pluie connaît quelques contraintes liées à la péjoration climatique des années 1970, à la surexploitation des sols, aux pertes des terres cultivables consécutives à la pression démographique pour l'habitat et le tourisme et à l'exploitation de carrières. Le maraîchage reste encore timide et se résume à l'exploitation de petites superficies par les groupements de femmes autour des puits villageois. Les spéculations portent sur les melons, les pastèques, courges, gombos, aubergines, laitues, tomates, etc. Les contraintes qui fragilisent le secteur du maraîchage dans la zone sont la cherté et l'insuffisance des facteurs de production, l'importance du parasitisme des cultures, l'insuffisance des unités de conservation des produits horticoles. L'arboriculture

<sup>1</sup> En Sérère du Sine (nom du royaume des Sérère correspondant plus ou moins aux limites administratives du département de Fatick, au centre du Sénégal), « Mbanguone », filet artisanal fabriqué à partir de feuille de rônier.

est plus développée dans la zone saffène (Thiafoura et Soro Khassap) mais timide vers Guéréo et Somone. Elle est freinée par la culture sous pluie dans la zone *diorgui* à l'Est. La production peu diversifiée est dominée par les mangues. La variété produite est facilement périssable donc difficile à conserver et à exploiter.

L'élevage qui est surtout extensif dans la CR concurrence fortement l'agriculture, en atteste les conflits récurrents entre ces acteurs. Ce n'est pas une zone à vocation d'élevage, mais elle bénéficie de potentialités diverses, capables d'offrir des possibilités réelles de développement du secteur : conditions climatiques favorables à l'intensification de certaines espèces, existence de forêts classées constituant un potentiel fourrager important, proximité de centres urbains pour l'écoulement des produits de l'élevage, variété des espèces et taux de croissance positifs (3% pour les bovins, 6% pour les ovins /caprins, 2% pour les porcins et 25% pour les volailles). Trois modes de conduites coexistent : l'élevage de case qui concerne les petits ruminants, l'élevage semi-intensif concernant les bovins. Il est caractérisé par une mobilité tributaire des saisons et des pâturages et connaît un regain d'intérêt avec le développement de l'embouche, l'élevage transhumant concerne aussi les bovins, mais il reste l'apanage des peulhs contrairement aux deux autres variantes pratiquées par les ethnies locales. Le secteur de l'élevage dans la zone connaît quelques contraintes qui bloquent le développement du secteur: absence de parcours de bétail et de zones de pâturages délimitées, élevage encore extensif, insuffisance des points d'eau, insuffisance des parcs de vaccination, insécurité du bétail (fréquence des vols de bétail). Les activités de cueillettes sont également fréquentes dans la zone.

Les activités de cueillette concernent les mollusques marins (huitres, coques, etc.) de celles des produits forestiers. Les produits tirés de la brousse sont multiples. Ils concernent alimentation humaine et animale, le combustible, le bois de service et la pharmacopée traditionnelle. L'alimentation humaine constitue l'une des pressions les plus importantes exercée sur les ressources naturelles se trouvant dans des aires protégées (forêts, réserves) ou non protégées. Elle concerne les feuilles, fruits ou écorce de différentes espèces : *Andersonia digitata* (baobab), *Zizyphus mauritiana* (jujubier), *Balanites aegyptiaca* (sump). Le bétail bénéficie en plus des pâturages terrestres constitués de graminées de certains arbres utilisés comme pâturage aérien. Cette pratique, ainsi que la recherche de bois de service et surtout de bois de chauffe, sont à l'origine de l'émondage des arbres, voire de la destruction du couvert végétal surtout dans les zones non protégées

## 3.2 Enjeux environnementaux et sociaux du milieu récepteur

Plus qu'un label touristique, la lagune de Somone remplit plusieurs services écosystémiques et constitue une importante source de revenus pour les usagers (tourisme, pêche, cueillette). Donc, sa conservation doit être une priorité pour les gestionnaires (RNICS) et autorités locales (collectivités locales et autorités coutumières).

### ❑ Enjeux de conservation de l'écosystème de la lagune

Les enjeux de cette conservation peuvent se lire à travers les points suivants :

- **la promotion d'une gestion intégrée du bassin versant de la Lagune.** Pour asseoir une gestion durable de la lagune, les actions doivent être envisagées au de là du micro-bassin stricto sensu de la lagune. Cela suppose une prise en compte des aménagements en amont identifiés comme les principales sources des externalités négatives en aval. Ces aménagements sont essentiellement constitués des ouvrages hydrauliques situés à l'intérieur de la réserve de Bandia, des carrières ouvertes dans le Diobass, de l'autoroute à péage Mbour-Diamniadio et de la Digue réalisée sur le lit du marigot en aval de Bandia par l'ancien Premier Ministre Monsieur Idrissa Seck. Ces différents aménagements réduisent et/ou retardent le ruissellement naturel des eaux en direction de la lagune, ce qui participe à son ensablement qui met en péril la pérennisation de son exploitation. il y a donc, un enjeu de gestion intégrée des intérêts divergents entre des usagers situés à des échelles d'intervention différentes.
- **la gestion des nuisances :** il s'agit de la gestion des fuites accidentelles d'hydrocarbure en provenance des bateaux en stationnement dans la lagune. Même s'il s'agit de fuites jugées mineures, il n'en demeure pas moins que ces polluants, peuvent être emprisonnés par les particules solides des bancs de sable lors de leur sédimentation pour les concentrer dans les sols. Pour le moment, très peu significatives, voire marginales, ces fuites, par un processus de bioaccumulation dans la lagune, n'en présentent pas moins un réel enjeu environnemental. Sa

prise en charge efficace passe par une pérennisation du processus de veille par le comité de gestion de la RNICS chargé de la surveillance des plages.

- **la conservation d'une faune aviaire diversifiée** : la démultiplication des bancs de sable à l'intérieur de la lagune a donné lieu à l'apparition d'une faune aviaire diversifiée sur les milieux sableux de faibles profondeurs et à une intense activité ostréicole. Le maintien de cette diversité dans la lagune est quelque peu<sup>2</sup> corrélé à l'existence des bancs de sable. Toutefois, l'enjeu lié au maintien concerne plus la survivance de l'activité ostréicole que la fréquentation proprement dite de la lagune par les oiseaux qui peuvent se redéployer sur les autres parties de la lagune. Ainsi, l'enjeu est socio-économique et reste essentiellement lié aux mécanismes d'accompagnement des exploitants à la réinsertion socio-économique avec la perte de leurs activités.

#### ❑ Enjeux de prise en compte de la cosmogonie locale

Parallèlement aux enjeux environnementaux, il existe des enjeux sociaux qui s'entrevoient à travers :

- **la prise en compte de la cosmogonie locale (Rites, Symboles et Croyances)** qui imprègne fortement les pratiques et usages sur la lagune. Il s'agit dès lors d'un enjeu sociologique lié à l'intégration de cette cosmogonie locale qui doit être perçue comme une sorte de grille de lecture codée, dont le décryptage permet une meilleure compréhension des zones sensibles à l'intérieur de la lagune et sur lesquelles une attention particulière est requise avant toute opération d'aménagement. Ceci est d'autant plus important que la perception que les populations se font de la lagune semble s'appuyer sur des normes et de valeurs qui encadrent les actions, fixent les sens et orientent les pratiques locales (existence d'un génie protecteur dans la lagune). La prise en compte de cette cosmogonie est dès lors déterminante d'autant plus qu'il existe à l'intérieur de la lagune de Somone, des lieux sacrés (photo ci-contre), porteurs de symboles dans l'imaginaire collectif des populations.

**Photo 10** : Baobab au coquillage où se rendent chaque jour touristes et populations pour formuler des prières



<sup>2</sup> Pour la faune aviaire, la lagune pourrait toujours continuer à enregistrer des flux d'oiseaux, lesquels recherchent avant tout la tranquillité. Or, la configuration actuelle de la lagune offre à la faune aviaire des possibilités de se redéployer vers d'autres endroits alliant à la fois tranquillité et présence de bancs de sable. Donc, la disparition de la faune aviaire n'est pas envisageable. Tout au moins, les zones actuelles faisant office de reposoir des oiseaux en marée basse, peuvent perdre, avec la disparition des bancs de sable, leur statut de réceptacle des oiseaux.

## 4. METHODOLOGIE

La méthodologie utilisée dans le cadre de cette étude combine des approches topobathymétriques (i), sédimentologiques (ii), hydrologiques et cartographiques (iii). Les résultats obtenus ont permis de caractériser la configuration topobathymétrique dans la lagune et sur une partie de la rivière Somone, d'analyser les caractéristiques granulométriques et chimiques des unités morphopédologiques, d'analyser le fonctionnement hydrologique de l'estuaire de la Somone, de faire une cartographie diachronique de l'évolution de la mangrove à l'échelle de la lagune de la Somone. La combinaison des informations issues des diverses approches a permis de faire des recommandations en perspective du dragage de la lagune de la Somone.

### 4.1. La topobathymétrie

Des levés bathymétriques et topographiques du site ont été effectués le 30 et 31 mai 2015. L'approche a consisté à réaliser des relevés topobathymétriques selon un semis de points répartis sur toute l'étendue de la lagune (zones navigables et parties exondées) et sur une partie de la rivière Somone. La lagune de la Somone se singularise par une topographie de fond assez plate avec des profondeurs ne dépassant pas **02 IGN**. Les zones les plus profondes correspondent à la section de l'embouchure et aux chenaux principaux de marées. Le reste de la lagune est occupé par des bancs sableux à faible topographie et des aires à mangrove. Ainsi, pour permettre une couverture satisfaisante de la zone du projet, des relevés topographiques (topographie terrestre) et bathymétriques (topographie de fond) sont couplés à divers endroits pour ressortir conformément aux Termes de Référence de l'étude, les structures topobathymétriques dans la lagune et sur une partie de la rivière Somone.

#### 4.1.1. Les levés topographiques terrestres

Ce travail est réalisé sur les zones généralement de très faibles profondeurs ou exondées. Les sites couverts concernent les bancs sableux, le cordon dunaire y compris la partie aérienne de l'embouchure, les estrans qui se raccordent aux bancs sableux, les tannes adjacentes au cordon et les tannes nues à efflorescences salines. Pour les levés terrestres, deux appareils topographiques sont utilisés.

La station totale a été généralement utilisée dans les zones exondées et non accessibles par l'opérateur qui contrôlait le DGPS. L'outil a permis de réaliser des sections topobathymétriques transversales au niveau du cordon et sur les bancs sableux. La station totale utilisée est de la marque **LEICI TCR 803 (précision +/- 2 mm sur 500 m)**.

Le DGPS (GPS différentiel) a été utilisé pour couvrir des zones plus vastes (superficie plus grande des bancs sableux et des tannes) pour recueillir le maximum de points et garantir la qualité des cartes topobathymétriques. Les incertitudes annoncées par le constructeur du GPS différentiel TRIMBLE sont d'environ **± 1 cm en horizontal et ± 1 cm en vertical pour le récepteur GPS du mobile et le récepteur GPS de la base**. Lors des **mesures à pied**, les lignes de rupture au niveau du pied des bancs, les formes sédimentaires (barres sableuses, croissants de plages) et les points d'inflexion des unités sont minutieusement levés de façon à ce que le profil mesuré s'ajuste parfaitement à la topographie observée. Lors des **mesures en quad (levé motorisé)**, un point est relevé tous les deux mètres, soit toutes les deux secondes.

Figure 5 : Outils utilisés pour les levés topographiques



#### 4.1.2. Les levés bathymétriques (topographie de fond)

Les relevés bathymétriques ont été effectués dans les zones navigables (chenaux de marées, embouchure, et autres plans d'eaux navigables). Les relevés ont été réalisés avec un échosondeur. L'échosondeur couplé à un **GPS GRAMIN S526** permet de créer de façon automatique un fichier comprenant en plus de l'enregistrement du temps, les données de longitude, latitude, et la profondeur du lit. La latitude et la longitude ont été définies sur l'ellipsoïde WGS 84. Pendant les opérations de sondage automatique, le niveau du plan d'eau a été suivi par un observateur au niveau d'une échelle de contrôle de la marée. Le niveau du plan d'eau en côtes IGN est tiré de la relation suivante : Côte hydrographique = Côte IGN + 0,90 m. Les profondeurs mesurées ont été ensuite corrigées par addition de la constante d'immersion du sondeur.

Figure 6 : Outils utilisés pour les levés bathymétriques



Les levés topobathymétriques ont été exécutés en utilisant la borne géodésique RRS 20 située dans le camp de la gendarmerie de Mbour, liés au réseau topographique local, pour le géoréférencement des données acquises et pour le contrôle qualité planimétrique et altimétrique des levés. En détail, les outils utilisés pour l'exécution des relevés topobathymétriques sont :

- une barque motorisée
- un combiné échosondeur-GPS de marque GARMIN 526 S
- un jeu de GPS (Base et Rover);
- Une station totale **LEICA TCR 803**
- Un DGPS (GPS différentiel) Trimble R3
- 1 micro-ordinateur portable de terrain
- Divers logiciels (Surfer, ArcGis, AutoCAD, TBC, TDF, etc.)

Au total, **19500 points** sont relevés dans la lagune et sur une partie de la rivière. Le raccordement de l'ensemble des données (avec corrections nécessaires) relevées a permis d'obtenir **des MNT en 02 D et 03D**. Ce qui a permis aussi à l'équipe d'experts de mieux visualiser les zones qui doivent faire l'objet de dragage et les sites de rechargement.

## 4.2. La récolte des échantillons de sédiments

La diversité des unités morphopédologiques de l'estuaire de la Somone autorise une technique d'échantillonnage qui en tient compte. Le traitement des sédiments révèle leur origine par rapport à la section mesurée (parenté génétique des populations de grains). Dans ce milieu, les espèces reposent sur un substrat dont la composition physique et chimique évolue en fonction des dynamiques sédimentaires. Cette évolution conditionne le comportement biologique de la flore (mangrove) et de la faune aquatique. Les résultats des analyses de sol déterminent les conditions sédimentaires actuelles du complexe lagune-rivière de la Somone. Cette information oriente le choix du type d'aménagement avec la géographie des apports sédimentaires.

Les échantillons sont prélevés dans la zone d'embouchure, au niveau du cordon, de la vasière, des bancs de sable, des tannes adjacentes au cordon et des tannes nues, soit un total de 65 échantillons : 5 dans l'embouchure, 5 sur le cordon, 40 dans la vasière et 15 échantillons dans les carottes effectuées sur

les bancs sableux et les tannes. Quelques 50 échantillons sont prélevés en surface et divers endroits caractéristiques de la lagune et 15 échantillons sont extraits sur divers horizons du profil pédologique.

#### 4.2.1. Les prélèvements de surface

En surface, les sédiments sont prélevés sur une limite maximale de 30 cm et codés suivant les différentes unités ciblées (BS = banc de sable; V = vasière; TAC: tanne adjacente au cordon; TNU: tanne nue)

Photo 11 : Récolte d'échantillons dans la lagune de la Somone



Sur les parties immergées de la vasière, **un tube plastique rigide d'une longueur de 2 m a permis de récolter le poids souhaité**. La longueur du tube a été déterminée à partir de la profondeur maximale de la lagune, testée lors de la mission de prospection. Dans les secteurs immergés et essentiellement sableux, des plongées en profondeur ont été nécessaires puisque le tube est plus adapté à un substrat colloïdal. Dans l'embouchure et sur le cordon adjacent au chenal principal de la lagune, le choix des points de prélèvements est aléatoire, mais respecte la **toposéquence de la mer vers la lagune**. **Dans la vasière, l'échantillonnage est de type aléatoire stratifié et distant de moins de 100 m**. Les points sont choisis à l'intérieur de **six transects** qui ceinturent l'ensemble de la vasière. Chaque transect comporte cinq points, dont quatre extrémités et un cinquième choisi au milieu du transect, correspondant effectivement au milieu du chenal. L'ensemble des points géoréférencés à l'aide d'un GPS Garmin *Etrex* servira à cartographier les paramètres d'analyse: granulométrie, pH, CE et C.

#### 4.2.2. Les carottages

Le carottage concerne essentiellement les bancs de sables et les tannes. L'idée était d'observer les variations verticales de faciès et de déterminer le type de grain suivant le profil creusé. Chaque horizon a ainsi fait l'objet de prélèvement. La profondeur des puits a été déterminée par l'atteinte de la nappe qui constituait la limite d'échantillonnage au niveau des carottes. Cette limite n'a pas excédé 80 cm puisque la nappe est subaffleurante au niveau de la lagune.

Photo 12 : Echantillonnage par carottage sur les bancs sableux et les tannes



Les carottes sont creusées à l'aide d'une pelle carrée puis homogénéisée pour une meilleure lecture des horizons (succession des couches). Sur chaque horizon délimité à l'aide d'un centimètre, un prélèvement d'environ 150 grammes a été effectué en perspective du traitement granulométrique.

Le carottage s'est déroulé sur trois bancs de sable les plus significatifs, soit 5 échantillons. Les deux profils présentent un seul horizon, essentiellement sableux jusqu'à 1.50 m. Le troisième banc de sable situé plus à l'intérieur de la lagune présente un profil à trois horizons. La carotte creusée au niveau de la tanne adjacente au cordon est caractérisée par trois horizons bien distincts. Enfin, trois carottes ont concerné les tannes nues identifiées surtout dans le secteur de Thiafoura. Trois horizons ont été identifiés dans la tanne nue 1 et deux horizons respectivement dans la tanne nue 2 et la tanne nue 3. L'analyse de laboratoire a porté sur ces échantillons.

### 4.2.3. Les analyses de laboratoire

Le traitement des échantillons au laboratoire porte sur la granulométrie, le potentiel hydrogène (pH), la conductivité électrique (CE) et le carbone organique (C). Les analyses chimiques ont concerné un total de 25 échantillons issus des différentes unités géomorphologiques de l'estuaire et divers horizons de profils pédologiques.

**Détermination du pH :** le potentiel hydrogène du milieu est déterminé par une analyse du taux de concentration en ions  $H^+$ . Il contrôle ainsi la teneur relative des éléments chimiques pouvant déterminer l'alcalinité ou l'acidité du sol. Le sol est acide s'il est caractérisé par la prédominance des ions  $H^+$ ; il est basique si les ions  $OH^-$  prédominent. A l'Institut National de Pédologie (INP) du 04 au 09 juin 2015, le pH a été déterminé à partir d'une solution de dilution au 1/5 d'eau distillée (50 ml) étalonnée à un pH neutre de 7. La lecture au pH-mètre est faite après 120 minutes d'agitation. Les valeurs sont lues sous une température ambiante de 22°C.

**La conductivité électrique (CE) :** ce paramètre contrôle la minéralisation des solutions. Il augmente en fonction de la teneur en ions et de la nature des sels dissous. Elle est indicatrice de la salinité et de l'environnement géologique. Elle est mesurée en micro Siemens par centimètre ( $\mu S/cm$ ) et permet de mieux estimer la salinité. A l'Institut National de pédologie (INP), la conductivité électrique est mesurée par un conductimètre à une température ambiante de 25°C après réagitation de 30 minutes dans une solution de dilution à l'eau déminéralisée. Ainsi, 150 ml d'eau distillée sont rajoutés aux 50 ml qui ont servi à déterminer le potentiel hydrogène (pH). L'appareil est également étalonné et l'eau distillée est déterminée par une valeur de CE de 2 microns.

**Le Carbone (C) :** les tests carbonés sont effectués à l'INP du 04 au 09 juin 2015. Avant la détermination du carbone, les 25 échantillons ont été séchés à l'ombre durant trois jours puis broyés et tamisés à 2 mm. Après tamisage, un prélèvement de 0,5 à 1 gramme de sédiments est mesuré avec une balance électrique en fonction du minéral prélevé. Après pesage, 10 ml de bichromate de potassium sont versés dans chaque échantillon contenu dans un erlenmeyer de 250 ml puis 20 ml d'acide sulfurique concentré a été apporté pour permettre l'oxydation sous hotte pendant 30 minutes. Après la réaction, le dosage de la quantité de bichromate qui n'a pas réagi avec l'échantillon permet d'établir la concentration de carbone organique total. Une fois l'oxydation terminée, 150 à 250 ml d'eau distillée sont versés dans chaque tube

puis 10 ml d'acide phosphorique pour préciser le virage et 10 à 15 gouttes de ferroïne pour déterminer la coloration finale au virage. Ce processus de détermination se termine par un titrage avec une solution de sel de Mohr puis la limite de virage est notée et calculée selon le rapport suivant:

$$C = (A - B) \cdot 10 \cdot 0,004 \cdot 100 / P \cdot A ;$$

C= concentration de carbone organique (en %);

A= Volume de sulfate ferreux utilisé pour le témoin (ml);

B=Volume de sulfate ferreux utilisé pour l'échantillon (ml);

10= Volume de bichromate ajouté initialement;

0,004: nombre de grammes de C par ml de bichromate;

P= Poids de l'échantillon titré exprimé en base sèche (g);

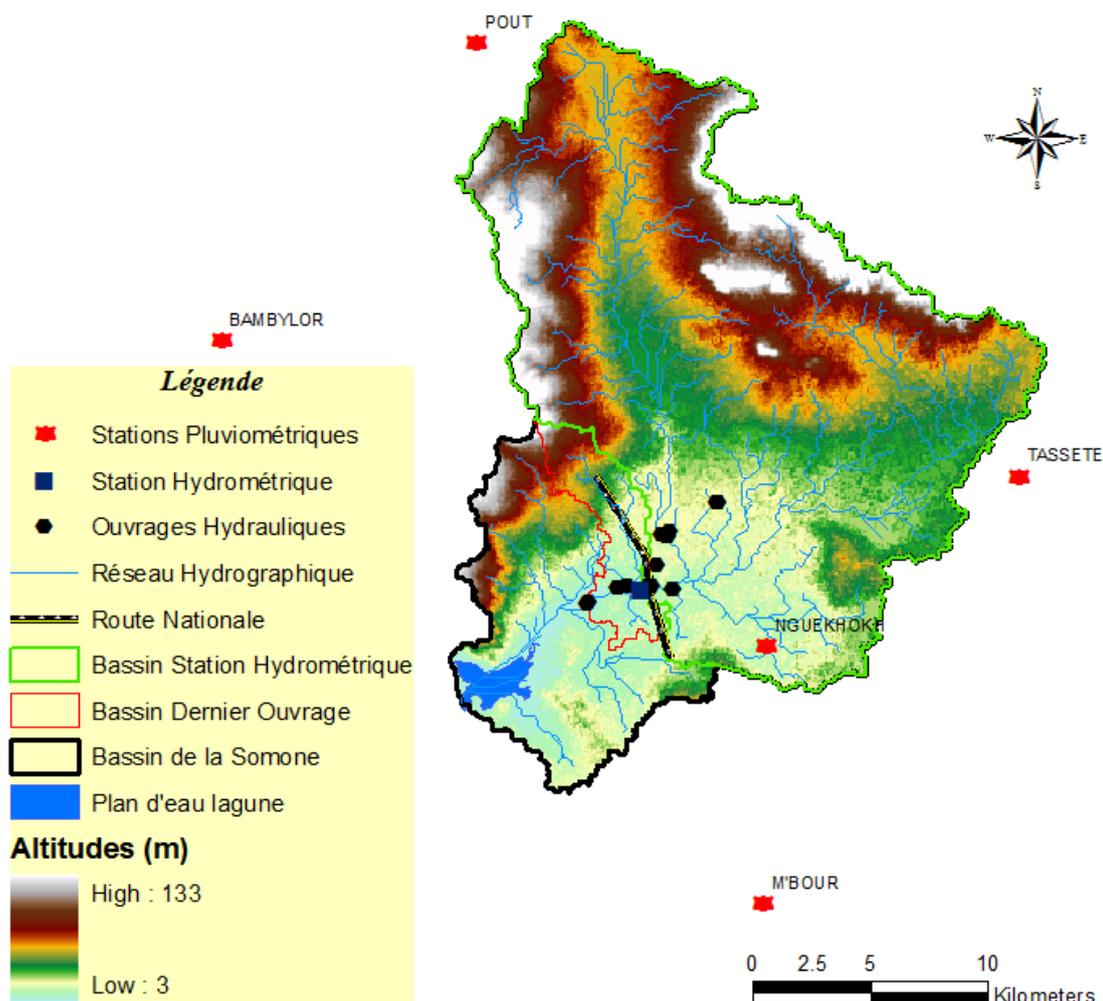
100= Facteur pour obtenir un pourcentage

**Analyses granulométriques:** 40 échantillons ont subi un traitement granulométrique par tamiseuse à sec au Laboratoire Sol/plante de l'Institut de Recherche Agronomique du Sénégal (ISRA-Saint-Louis du 11 au 30 juin 2015). **La granulométrie** détermine la taille des populations de grains. Elle détermine la répartition des particules et donne des fréquences statistiques des différentes tailles de grains dans l'ensemble étudié. Au laboratoire, les échantillons ont subi une préparation à 1mm (étalage puis séchage à l'air libre pendant une semaine, séchage à l'étuve pendant 18 h à 105 degrés). Le tamisage est effectué sur une colonne de tamis à 11 fractions qui repose sur un agitateur électrique vibrant pendant 5 min avec une amplitude 10. Pour la granulométrie, les outils suivants sont utilisés: Colonne de tamis à 11 fractions (maille de 3,15 mm à inférieur à 0,02 mm), balance électrique de précision METLER portée 220 g, agitateur, étuve JOUAN, plateaux en bois (20 X 20 cm), boîtes à pétrie.

### 4.3. Traitement des données hydroclimatiques

Une mission de terrain a permis de s'imprégner des réalités du milieu, mais aussi de collecter toutes les informations nécessaires à la réalisation de l'étude hydrologique. Les données hydrologiques disponibles sont extraites de la base de données de la DGPRES. Ces données couvrent la période 1975-1992. Cependant, elles sont très lacunaires. Les données pluviométriques proviennent de l'ANACIM et concernent 5 stations pluviométriques dont la répartition spatiale est donnée au niveau de la figure 7.

Figure 7 : Ouvrages hydrauliques dans le bassin de la Somone



#### 4.3.1. Méthode d'analyse physiographique du bassin versant de la Somone

La délimitation des bassins versants est faite avec SWAT (implémenté sous ArcGis). La surface et le périmètre des bassins versants sont obtenus directement dans le logiciel MapInfo. Ces deux paramètres permettent de connaître la forme et le relief des bassins versants à savoir : l'indice de compacité de Gravélius (Kc), la longueur du rectangle équivalent L (km), la largeur du rectangle équivalent l (km), l'indice de pente globale IG (m/km). Dans ce qui suit, nous donnons une brève présentation de ces paramètres et les relations qui permettent de les obtenir.

**Indice de Gravélius :** l'indice de Gravélius compare le périmètre P du bassin à celui d'un cercle qui aurait la même superficie S que le bassin considéré. L'équation de ce coefficient est la suivante :

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}} = 0.28 * \frac{P}{\sqrt{S}}$$

Avec :

Kc : l'indice de compacité de Gravélius,  
 S : surface du bassin versant [km<sup>2</sup>],  
 P : périmètre du bassin [km].

Un bassin parfaitement rond a un coefficient de compacité ou de Gravélius égal à 1, un bassin quelconque a une valeur supérieure à 1.12 et un carré une valeur de 1,12.

**Longueur et largeur du rectangle équivalent des bassins versants :** La longueur L et la largeur l du rectangle équivalent ont été déterminées à partir des formules suivantes :

$$L = \frac{K_c \sqrt{S}}{1,12} * \left[ 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{1,12}{K_c} \right)^2} \right]$$

$$l = \frac{K_c \sqrt{S}}{1,12} * \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1,12}{K_c} \right)^2} \right]$$

Où :

(Kc) : représente l'indice de compacité de Gravélius,  
 P : le périmètre,  
 S : la superficie du bassin versant.

**Indice de pente Global (I<sub>g</sub>) :** Une valeur approchée de I<sub>g</sub> est donnée par la relation suivante :

$$I_g = \frac{\Delta H}{L}$$

Avec :

I<sub>g</sub> : exprimé en m/km

Δ H : représentant la dénivelée définie directement sur la carte topographique et exprimée en mètre ;  
 L : longueur du drain principal en km ;

**Dénivelée spécifique : I<sub>g</sub>** est corrigé de l'effet de surface par l'utilisation de la dénivelée spécifique, notée (D<sub>s</sub>) et donnée par la formule :

$$D_s = I_g * \sqrt{A}$$

I<sub>g</sub> = indice de pente global  
 A = superficie du bassin

La dénivelée spécifique dépend de l'hypsométrie (D= h 5% - h 95%) et de la forme des bassins (1/L).

### 4.3.2. Méthode d'analyse des données climatiques

L'étude climatique est principalement axée sur l'analyse de la pluviométrie qui constitue l'un des paramètres clés du bilan hydrologique. Elle est faite à partir des données des 6 stations pluviométriques. La variabilité temporelle des précipitations est analysée à partir des données de la station de Mbour (qui présente moins de lacunes dans les séries) en calculant les indices pluviométriques annuels définis comme une variable centrée réduite (Lamb, 1982; Ali *et al.*, 2008) :

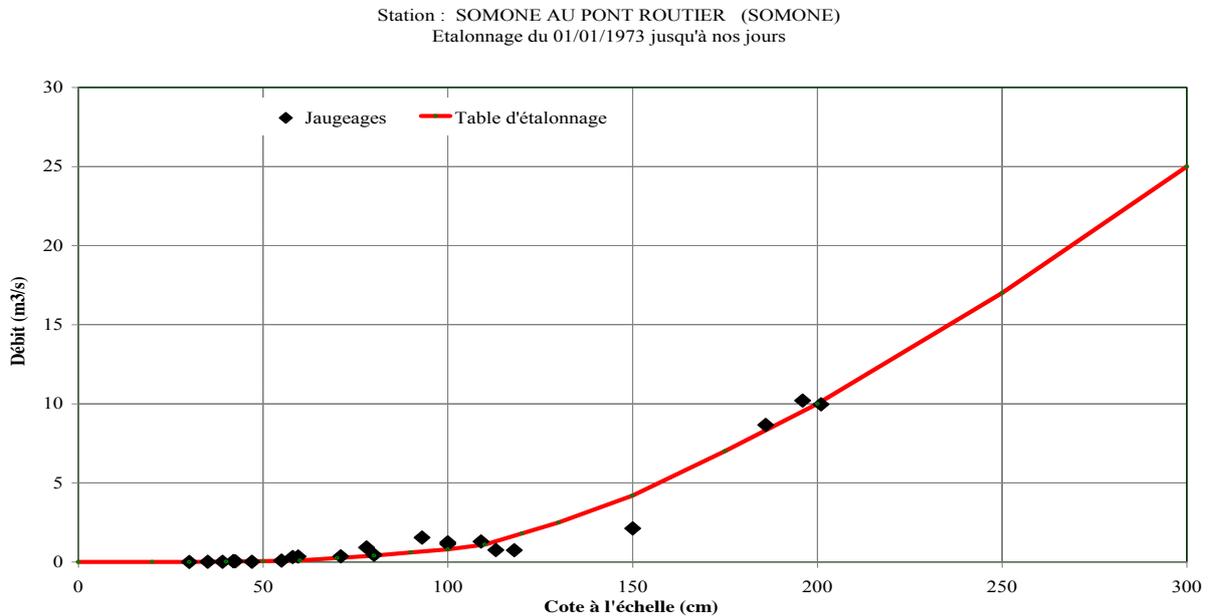
$$IPS_t = \frac{P_t - \bar{P}}{\sigma_p}$$

Avec  $IPS_t$  Indice de pluie standardisé de l'année t,  $P_t$  pluviométrie de l'année t ;  $\bar{P}$  pluviométrie moyenne sur la période de référence 1930-2013 et  $\sigma_p$  écart-type de la pluviométrie sur la même période de référence.

### 4.3.3. Méthode d'analyse des données hydrologiques

L'analyse hydrologique consiste à l'évaluation des écoulements sur la base des données disponibles. Les hauteurs d'eau de la station hydrométrique ont été converties en débits en utilisant la courbe de tarage (figure 8).

**Figure 8** : Courbe de Tarage de la Somone au pont routier



Un aspect important de l'étude hydrologique est l'évaluation des disponibilités en eau de la Somone par l'analyse des volumes écoulés par an. Cette analyse des disponibilités est faite à travers l'analyse du bilan hydrologique et permet de déterminer les apports en eau à la Lagune et de calculer les volumes correspondants. Le bilan hydrologique de par sa formulation traduit la relation existant entre les volumes d'eau précipités sur le bassin et ceux écoulés à son exutoire (GOMIS, 2000). Autrement dit, il se fonde essentiellement sur les entrées constituées en domaine tropical par les pluies, les sorties et les stocks. Il permet d'évaluer les ressources en eau de surface disponible dans un bassin versant donné. Il est donné par la formule :

$$P \text{ (mm)} = Q \text{ (mm)} + DE \text{ (mm)} + \Delta R$$

P (mm) représente la lame d'eau moyenne ou pluie moyenne reçue par le bassin ;  
 Q (mm) = la lame d'eau moyenne écoulée en mm égale au volume divisé par la superficie du bassin et est déduit à partir du module moyen annuel par la formule :

$$Q \text{ (mm)} = \frac{Qm^3 / s * 31,6.10^3}{S(km^2)} \quad \text{ou}$$

Q m³/s = module moyen annuel.

S ou A (km²) = superficie du bassin versant.

DE (mm) = déficit d'écoulement lame d'eau qui retourne à l'atmosphère

$\Delta R$  = la différence entre les lames d'eau mises en réserve dans les nappes souterraines et celles restituées par ces mêmes aquifères.

Cependant à l'échelle d'une longue période, elle s'annule. De là, on peut calculer le déficit d'écoulement DE qui n'exprime plus que l'évapotranspiration réelle (ETR)

$$DE \text{ (mm)} = P - Q$$

Connaissant P (mm) = précipitation, et Q (mm) = lame d'eau écoulée, on a calculé la quantité d'eau que peuvent écouler les bassins à savoir le coefficient d'écoulement à l'aide de la formule suivante :

$$Ke(\%) = \frac{Q}{P} * 100$$

L'autre paramètre du bilan est le volume total de l'eau écoulé pendant une année ou un mois (appelé indice d'écoulement). Il donne une idée sur la disponibilité moyenne annuelle et mensuelle en eau de surface par la relation suivante :

$$V \text{ m}^3/\text{an} = Q \text{ m}^3/\text{s} * T \text{ (s)}$$

$$\begin{aligned} V \text{ m}^3 &= \text{indice d'écoulement} \\ Q \text{ m}^3 &= \text{module moyen annuel} \\ T &= \text{temps en seconde} \end{aligned}$$

Tous ces paramètres évoqués sont des termes du bilan hydrologique et définissent ce qu'on appelle l'abondance moyenne annuelle. Naturellement chacun des termes du bilan peut être pondéré par divers paramètres climatiques et géographiques.

## 4.4. La collecte et le traitement des données cartographiques

Dans cette partie, il s'agit de faire le point sur les différentes séquences méthodologiques notamment les outils d'analyse spatiale qui ont abouti à la réalisation des cartes illustratives de ce rapport.

### 4.4.1. Délimitation du BV et MNT de la Somone

Pour la délimitation du bassin versant de la Somone, la méthodologie a consisté à la mise en contribution de deux logiciels cartographiques à savoir ArcGIS 9.3 Global Mapper v 15.0.

Sous Global Mapper, les courbes de niveau de l'emprise du site ont été générées grâce aux images raster de type SRTM (Shuttle radar topographic mission) avant que l'option « Generate contours » qui se trouve dans l'outil « Analysis » ne soit utilisée pour représenter les courbes de niveau de la zone d'étude.

Sous Arc map, les courbes de niveau importées de Global Mapper sont utilisées pour générer une surface raster au format img (Imagine image). Cette image raster a été traitée en utilisant l'outil « reclassify » puis interpolée pour représenter les différentes valeurs altimétriques. Le traitement de l'image s'est fait en deux étapes :

- la détection et la correction des erreurs du MNT dont la manipulation est effectuée en utilisant l'option « Préparation ».
- le traitement des analyses hydrologiques assurées par les fonctions de l'option « Hydrologie ».

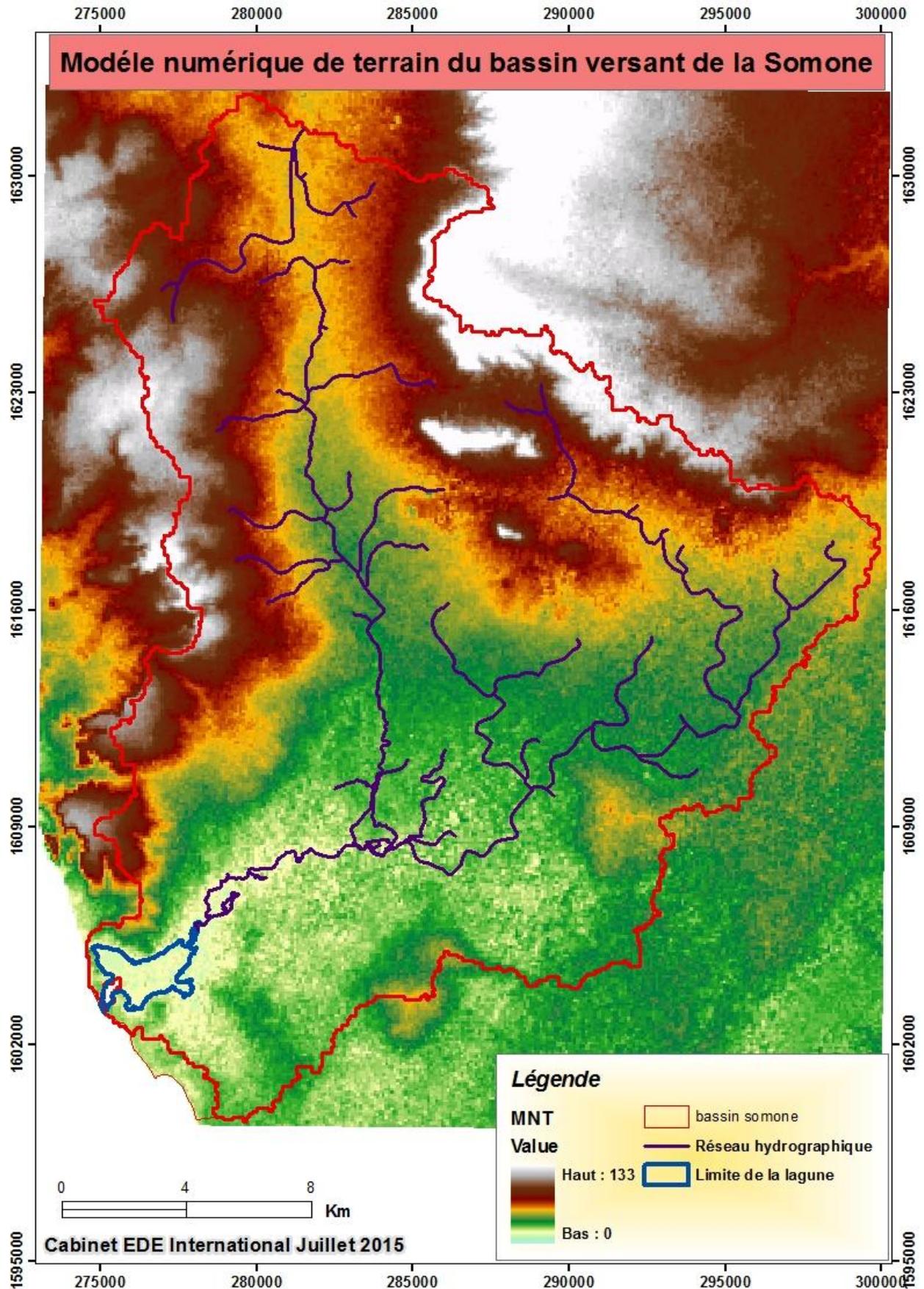
Ce qui a conduit à générer un modèle numérique de terrain (MNT). L'interpolation est réalisée grâce à l'outil "Topo to raster" qui se trouve au niveau de l'extension spatiale « analyst tool ». Elle a permis de déterminer le profil topographique de la zone avec une altitude comprise entre 113 mètres à 0 mètre (la partie la plus basse du bassin versant).

Concernant la représentation du réseau hydrographique, deux fonctions de l'outil « hydrologie » ont été utilisées :

- la fonction « Flow Accumulation » calcule l'accumulation totale d'eau du MNT en fonction de la direction d'écoulement. Elle présente la grille de l'accumulation d'eau qui est établie sur la base d'écoulement unidirectionnel à partir du plateau de Thiès jusqu'à la lagune de Somone.
- la fonction « flow direction » permet d'obtenir d'une part, des réseaux de rivières plus cohérents et d'autre part, le sens de l'écoulement des eaux.

Cette approche a donné le résultat consigné dans la figure 9.

Figure 9 : Modèle numérique de Terrain du bassin versant de la Somone



Toutefois, cette démarche comporte un certain nombre de limites. En effet, il importe de souligner que le maillage du MNT utilisé pour la délimitation du bassin versant de la Somone n'est pas très précis pour des objectifs de modélisation spatialisée de cette taille ayant une superficie estimée à 33,83 km<sup>2</sup>.

En effet, la maille du MNT génère une très grande densité de drainage ce qui amène un creusement du MNT qui crée des artefacts par exemple débordement du réseau hydrographique.

Par conséquent, le réseau des rivières qui caractérise le bassin versant n'est pas net. Il a été opéré une correction pour ramener le réseau hydrographique.

#### 4.4.2. Cartographie des aménagements hydrauliques dans le BV de la Somone

Pour cartographier les aménagements hydrauliques, une visite de terrain a été effectuée dans la partie amont et aval de la réserve naturelle de Bandia. L'objectif de cette visite était de prendre les coordonnées GPS des différents points d'eau notamment les marres, les digues, les barrages de retenue ainsi que la rivière. Le tableau 2 présente les points (X, Y) relevés :

**Tableau 2** : Coordonnées GPS dans la partie amont et aval de la réserve de Bandia

Sites visités	Coordonnées X	Coordonnées Y
Digue 1	283906	1610744
Marre 1	285976	1611995
Forage alimentant marre	285966	1612038
Marre 2	283615	1610645
Ruisseau	283780	1610527
Rivière	283833	1610541
Marre 3	283144	1608448
Marre 4	284091	1608261
Point d'adduction d'eau	284089	1608246
Rivière à côté chantier 1	280405	1607680
Rivière à côté chantier 2	280484	1607709
Digue Idrissa Seck1	281725	1608323
Digue Idrissa Seck2	281739	1608321
Champs Idrissa Seck 1	281703	1608350
Champs Idrissa Seck 2	282149	1608426

**Source : Enquêtes de terrain EDE, Mai 2015**

La cartographie a permis de faire une représentation spatiale d'une part, du réseau hydrographique dans la réserve de Bandia et d'autre part, de l'occupation spatiale dans la partie aval de la réserve de Bandia.

Figure 10 : Réseau hydrographique dans la réserve de Bandia

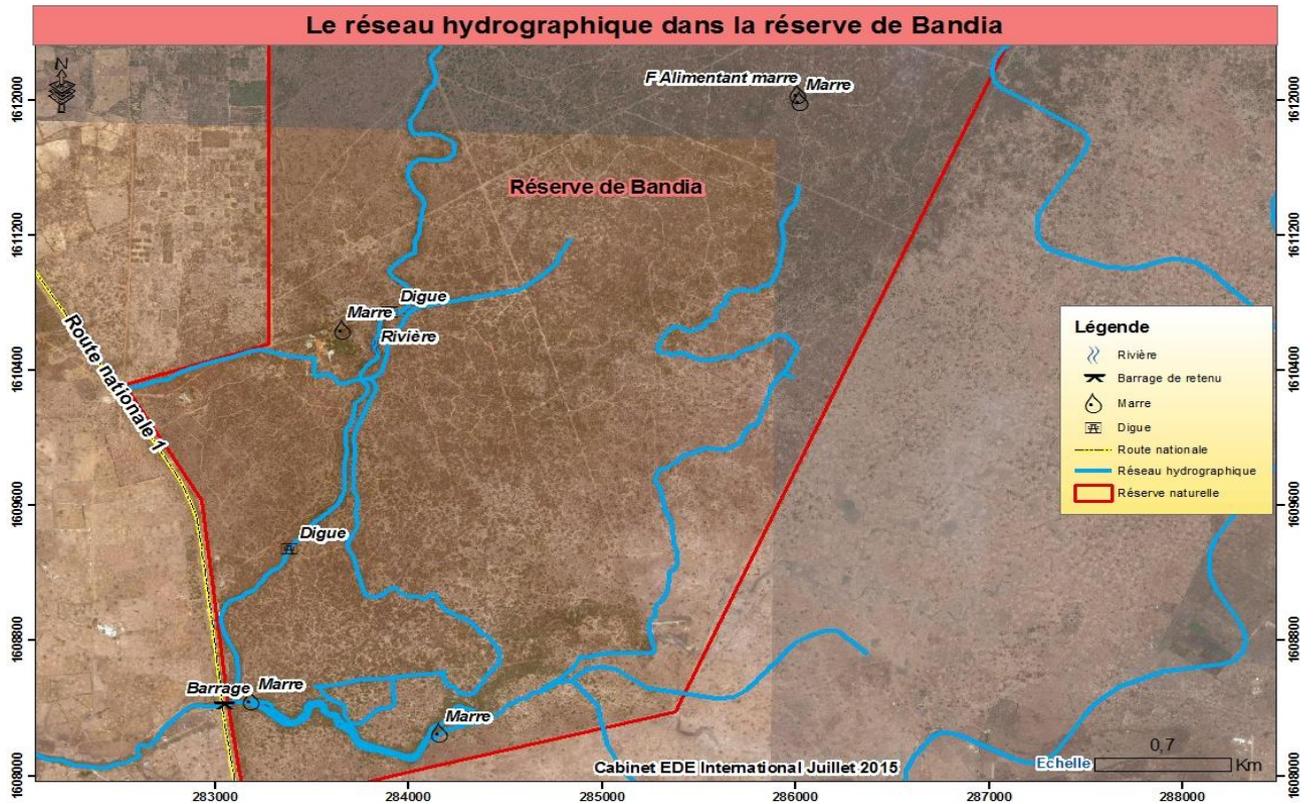
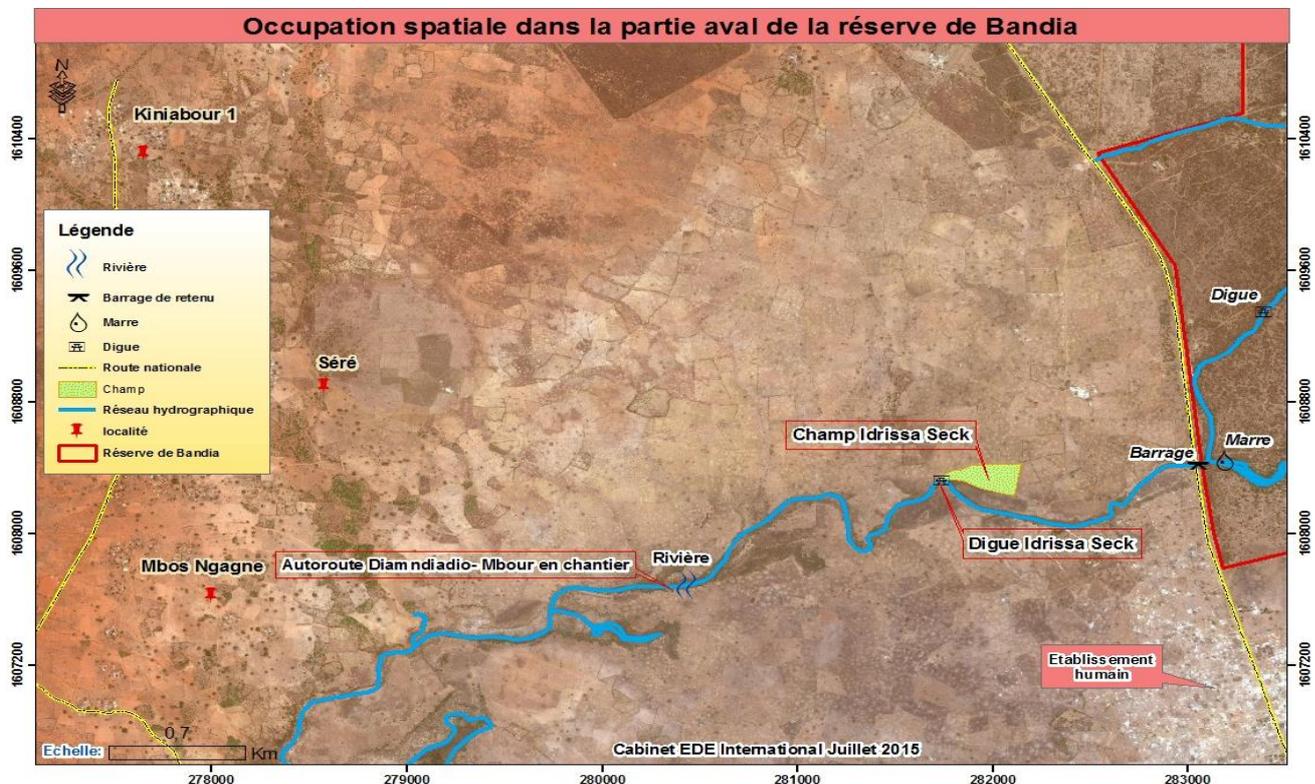


Figure 11 : Occupation spatiale dans la partie aval de la réserve de Bandia



Il a été constaté que les digues construites ont impacté négativement sur l'écoulement des eaux dans le lit du marigot de la Somone car ils obstruent le passage des eaux vers la lagune. De ce fait, des espèces végétales qui devraient être alimentées en eau par la rivière sont en voie d'assèchement.

Dans la partie aval, il a été observé également la présence d'une digue qui a été construite en 2012 par Monsieur Idrissa Seck (photo 13). Cette digue est la principale source d'arrêt de l'écoulement de l'eau vers la lagune de la Somone.

**Photo 13** : Digue construite par M. Idrissa Seck



#### 4.4.3. Cartographie diachronique (2003-2015) de la mangrove

Il s'agit d'une cartographie de l'occupation des sols dont l'objectif est de représenter et de caractériser toutes les entités géo spatiales qui se trouvent dans la lagune et aux environs. Il s'agit notamment la mangrove, du plan d'eau de la lagune, des tannes, des bancs de sable ainsi que les villages environnants et les parcelles.

L'analyse diachronique de la lagune est réalisée à partir des produits cartographiques issus d'un traitement SIG de deux images satellites de type Landsat 7 prises à des dates différentes (2003, 2015).

Le choix des deux dates prises pour faire l'analyse diachronique de la lagune est motivé par deux raisons :

- la première : l'année 2015 est la date de réalisation de l'étude et une mission de terrain a été effectuée pour mieux cerner l'organisation du milieu naturel et de comprendre les phénomènes et les enjeux environnementaux qui tournent autour de cette zone.
- la seconde : l'année 2003 est le seul référentiel temporel passé dont nous disposons des images aériennes pour montrer une diachronie de l'évolution de la mangrove.

La méthodologie a consisté à faire une analyse et une confection des cartes en utilisant deux logiciels à savoir Envi 4.2 et ArcGIS 9.3.

La technique d'analyse utilisée repose sur une démarche de traitement des données de télédétection: Pré-traitement, géo-référencement, numérisation des unités et mise en page des cartes.

- **Le pré-traitement** : il repose tout d'abord sur la connaissance de l'ensemble des unités morphologiques de l'écosystème et de leur distribution spatiale. La mission de terrain effectuée à

la date du 26 au 31 Mai 2015, a permis non seulement d'identifier et de savoir les différentes caractéristiques morphologiques de la lagune, mais de faire une pré-légende. Au total, six unités morphologiques ont été recensées : mangroves (*Rhizophora et Avicennia*), tannes, bancs de sable, plans d'eau (chenaux, lagune) et la terre ferme. De plus, les villages, les parcelles et les routes sont aussi identifiés.

- **Le géo-référencement** : il s'agit d'effectuer des corrections géométriques sur les photographies aériennes de 2003 et de 2015 et de les renseigner dans un même référentiel cartographique.

Toute la base de données est rattachée dans le système WGS84 avec la projection UTM en Zone 28 Nord.

Cette étape est d'autant plus importante en cartographie numérique qu'elle permet la superposition des objets afin de discerner des évolutions diachroniques.

- **La numérisation** :

Le logiciel Arc GIS 9.3 dispose d'une application appelée « Géodatabase » qui permet de créer pour chaque image aérienne (i) une couche « *polygone* » pour représenter les entités surfaciques : mangrove, plans d'eau, bancs de sable, tannes, village, parcelles, (ii) une couche « *polyligne* » représentant des entités linéaires : routes et enfin (iii) une couche « *point* » pour marquer les entités ponctuelles : des indications (le cap, l'embouchure).

Les principales limites de l'approche diachronique se situent à l'analyse de l'évolution de la mangrove montre axée sur seulement deux dates (2003-2005). Ce pas de temps ne permet que de dégager des tendances et l'analyse aurait été plus intéressante si des dates de la phase de régression avaient été intégrées dans la diachronie pour montrer des tendances inverses en termes d'évolution.

#### 4.4.4. Cartographie des zones sensibles de la lagune

Afin d'établir la carte des zones sensibles dans la lagune de Somone, les coordonnées (X, Y) des sites sensibles ont été prises à l'aide d'un GPS de poche de type Garmin 76 lors d'une balade en marée haute au moyen d'une pirogue motorisée. Le relevé GPS a permis de prendre les coordonnées latitudinales et longitudinales de certains bancs de sable, des sites sacrés et des zones de nidification. Les points pris sont représentés dans le tableau 3 :

**Tableau 3** : Coordonnées GPS des zones sensibles de la lagune

Sites visités	Coordonnées X	Coordonnées Y
BS <sup>3</sup> 1	275181	1603365
BS 2	275156	1603656
BS 3	275192	1603740
BS 4	275242	1603793
BS 5	275241	1604595
BS 6	275511	1604502
BS 7	275654	1604416
BS 8	275815	1604276
BS 9	275965	1604097
BS Tanne herbu	275290	1604254
BS Arches	276259	1604088
BS Sterne	275497	1603753
BS à côté Mirador	276041	1603874
Site de Nidification 1	275816	1603785

<sup>3</sup> Banc de sable

Site de Nidification 2	275816	1603746
Parc ostréicole	275559	1603734
Keur sang	275312	1603281
Armérou Samba Yorokh Lane 1	276585	1604126
Armérou Samba Yorokh Lane 2	276520	1604184
Armérou Samba Yorokh Lane 3	276423	1603745
Gouye Ndiouka	275569	1604413
Mbouroukh digue	274826	1605190
Kouré Gua	275120	1603532

**Source : Enquêtes de terrain EDE, Mai 2015**

Les points relevés sont saisis dans une feuille Excel et importés vers Arc Map ; ensuite ils sont intégrés dans une base de données géo référencée à partir de laquelle la carte a été produite.

## 5. RESULTATS DE L'ETUDE

Ce chapitre présente et analyse les résultats issus des mesures *in situ* (données de terrain), relatives à la bathymétrie (topographie de fond), à la topographie terrestre, à la sédimentologie. Les traitements issus de ces différents travaux sont complétés par les analyses des paramètres hydrologiques et une cartographie des zones d'intervention susceptibles de subir un dragage. Les résultats de ces différentes analyses ont permis d'entrevoir des tendances lourdes qui risquent à terme de compromettre l'avenir de la lagune.

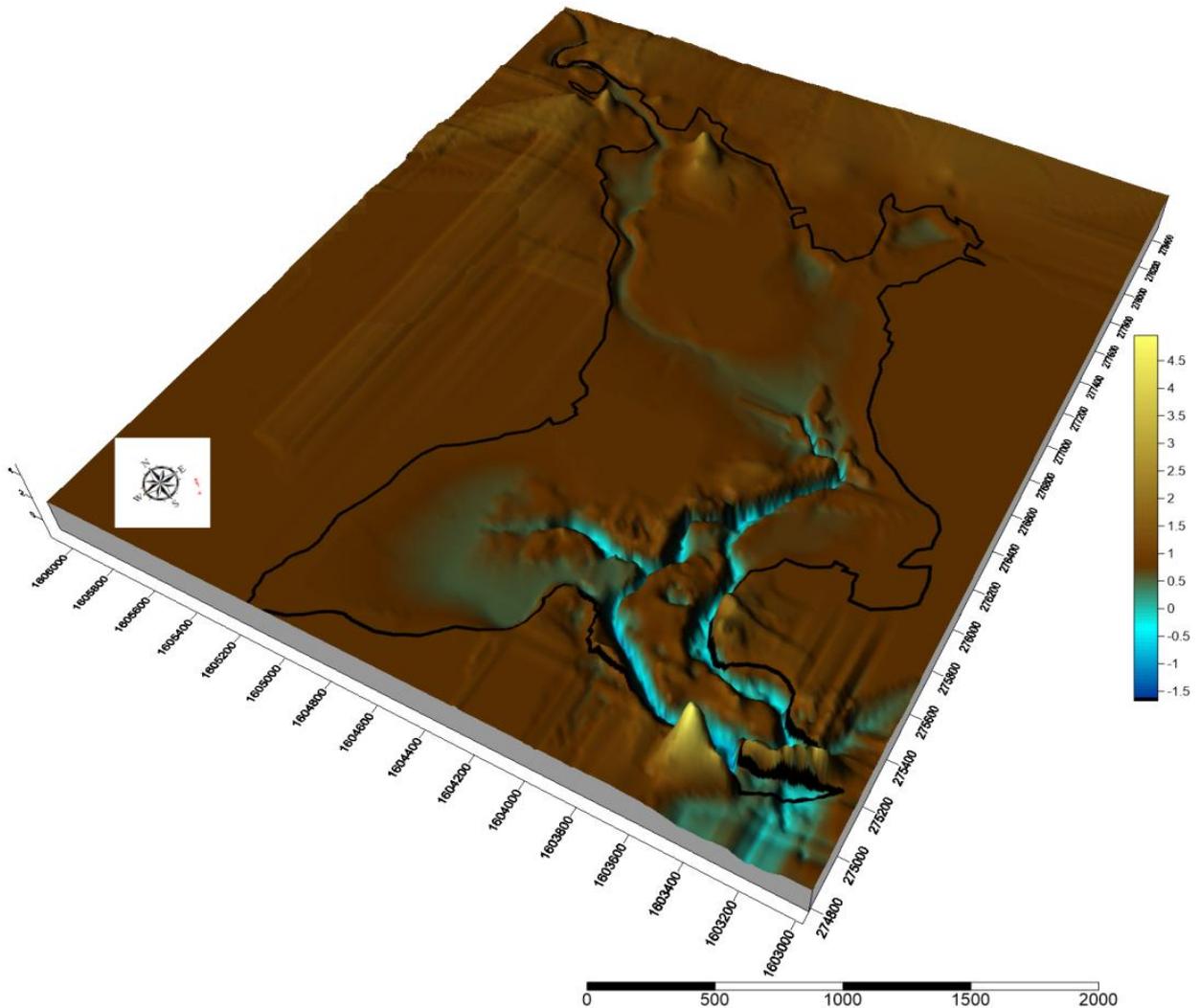
### 5.1. Analyse des données topobathymétriques

Les relevés bathymétriques et topographiques sont réalisés sur l'ensemble des superficies accessibles de la lagune (chenaux de marées, bancs sableux, chenal d'embouchure, lit de la rivière). L'approche utilisée a permis d'obtenir la configuration topobathymétrique globale de la lagune et une partie de la rivière Somone

#### 5.1.1. Description in situ de la configuration topobathymétrique de la lagune de la Somone : un rehaussement considérable des profondeurs

Les relevés ont permis d'obtenir le modèle numérique de terrain (MNT) sur la lagune et sur une partie de la rivière. Les résultats montrent une nette tendance au rehaussement des profondeurs des chenaux. Sur l'ensemble des sections mesurées, les altitudes varient entre **4,5 m et -1,49 m IGN**. La configuration de la morphologie de détail indique un morphotype évolué, où les profondeurs ne sont perceptibles que dans les axes hydrauliques (chenaux de marées).

Figure 12 : Configuration topobathymétrique de la lagune et une partie de la rivière Somone



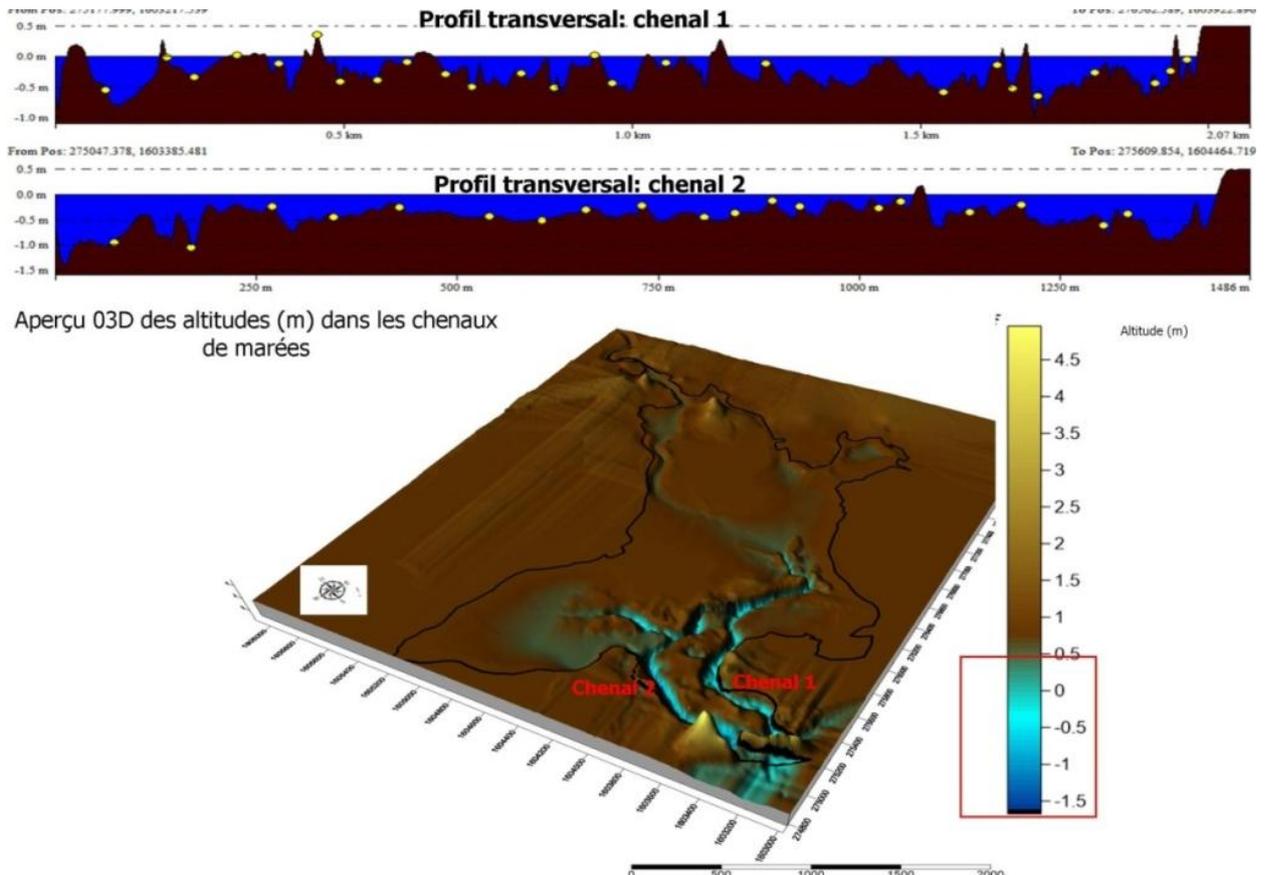
#### 5.1.1.1. Configuration topobathymétrique des chenaux d'alimentation et de drainage de la lagune

Les observations portent sur les chenaux de marées fonctionnels et non fonctionnels et la zone de la rivière qui correspond au secteur d'extension des marées de vives-eaux. Il apparait de l'analyse des niveaux topographiques, que les valeurs (considérant les moyennes) décroissent d'amont en aval, mais avec une pente faible qui ne permet pas un remplissage correct de la lagune.

##### 5.1.1.1.1. Les chenaux de marées à l'échelle de la lagune

En observant, le MNT (03D) de la lagune de la Somone, généré à partir des relevés *in situ*, on peut observer deux axes hydrauliques principaux (axes fonctionnels). Les chenaux fonctionnels (perceptible sur la figure 12) se localisent dans la zone amont, en direction de l'embouchure. Les profondeurs y varient entre **0,5 et -1,49 m IGN** suivant un profil souvent interrompu par des seuils sableux qui peuvent remonter jusqu'à **-0,5 m IGN**. Ces chenaux fonctionnels (actuellement utilisés par les piroguiers lors des ballades dans la lagune) se raccordent à un ancien chenal ensablé qui remonte jusqu'à la rivière. A l'intérieur de ce chenal, les altitudes varient entre **1 et 0,5 m IGN**. La figure 13 présente de façon plus détaillée, les caractéristiques bathymétriques des chenaux principaux et secondaires.

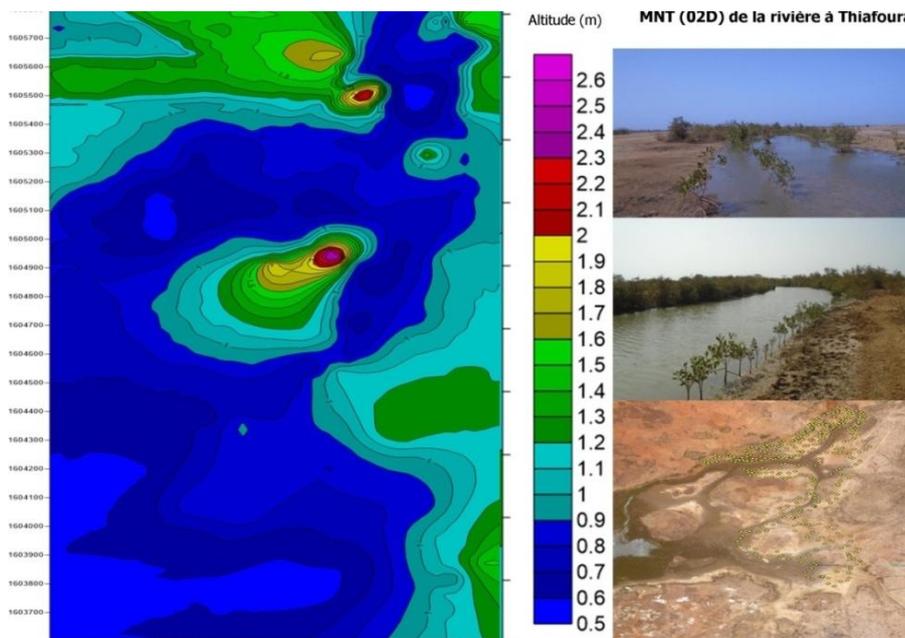
Figure 13 : Structure bathymétrique des chenaux d'alimentation et de drainage de la lagune



5.1.1.1.2. Caractéristique topographique de la rivière à hauteur du village de Thiafoura

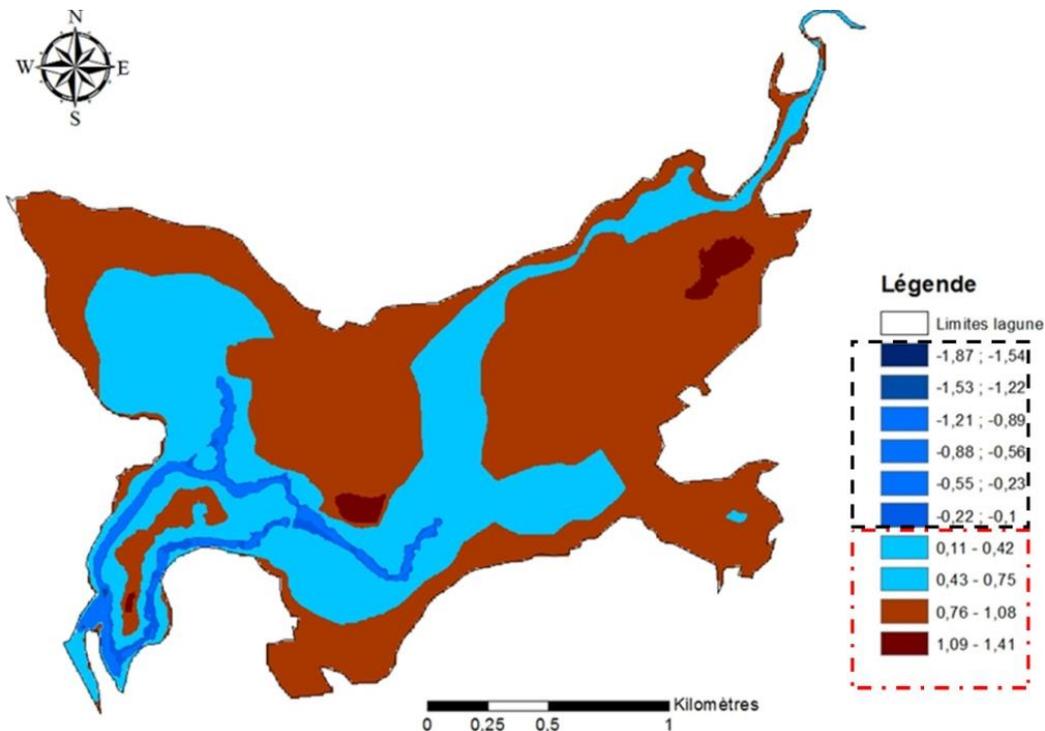
Sur la section de la rivière (zone de tanne entre le village de la Somone et le village de Thiafoura), les altitudes varient entre 2,6 m et 0,5 m IGN (figure 14). La moyenne obtenue sur l'ensemble des valeurs est de l'ordre de 0,89 m IGN.

Figure 14 : Configuration topographique de la rivière à hauteur du pont catholique (Thiafoura)



L'observation de la structure topobathymétrique de la lagune laisse apparaître un relief globalement plat où les altitudes varient entre **4, 5 m IGN** sur les zones exondées (cordon et rivière) et **-1,49 m IGN** dans les chenaux de marées. La carte de distribution des altitudes (figure 15) permet de voir leur localisation. La projection des résultats générés par les outils utilisés à l'intérieur des limites de la lagune conforte alors les résultats du MNT 03D (figure 15).

**Figure 15** : Distribution spatiale des altitudes (m) à l'échelle de la lagune

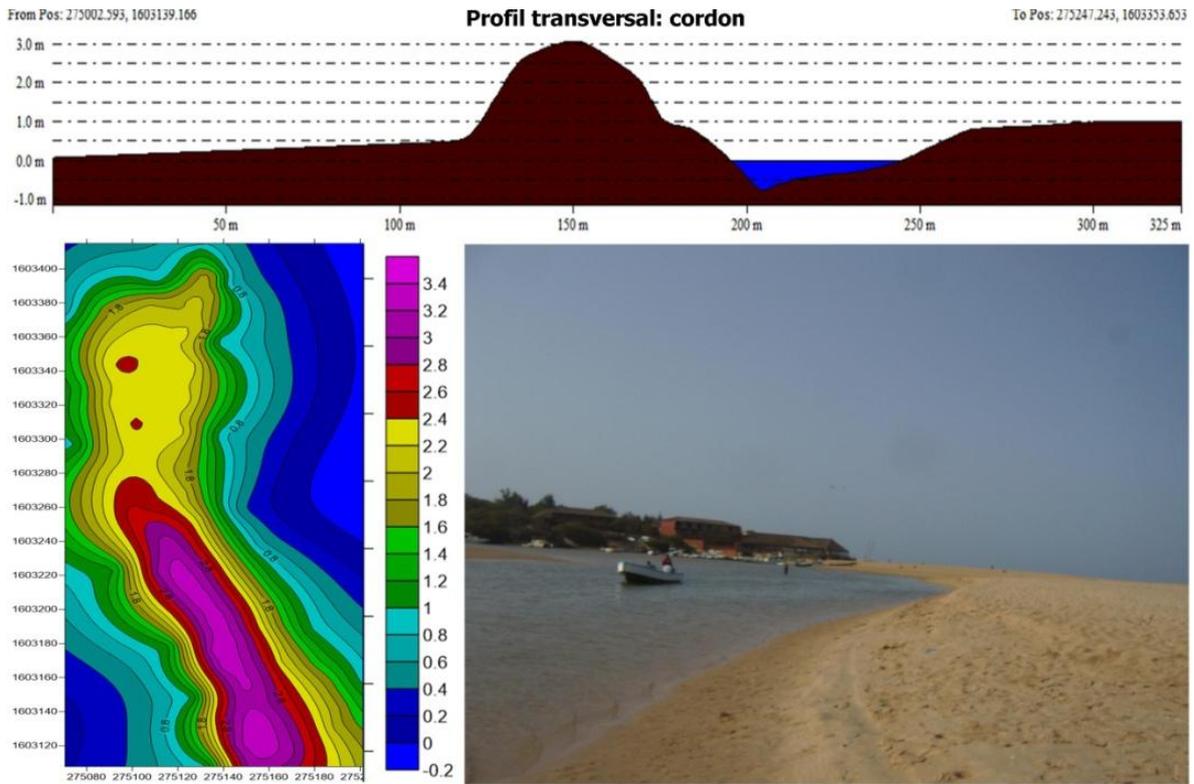


On peut observer sur la base de la carte de distribution des altitudes (**figure 15**), deux zones topographiques. Des zones exondées (attestées par des valeurs positives) qui correspondent aux dépôts sableux avec des altitudes qui varient entre **1, 41 et 0,42 m IGN**. Ces dépôts correspondent au cordon, aux estrans sableux inondés à marée haute et exondés à marée basse et aux îlots sableux. Des zones de faibles profondeurs (attestées par des valeurs négatives) avec des niveaux qui varient entre **-01 m et -1,54 m IGN**. Les dépôts sableux constituent aujourd'hui, le décor le plus perceptible à l'échelle de la lagune.

#### 5.1.1.2. Caractéristiques topographiques des dépôts sableux

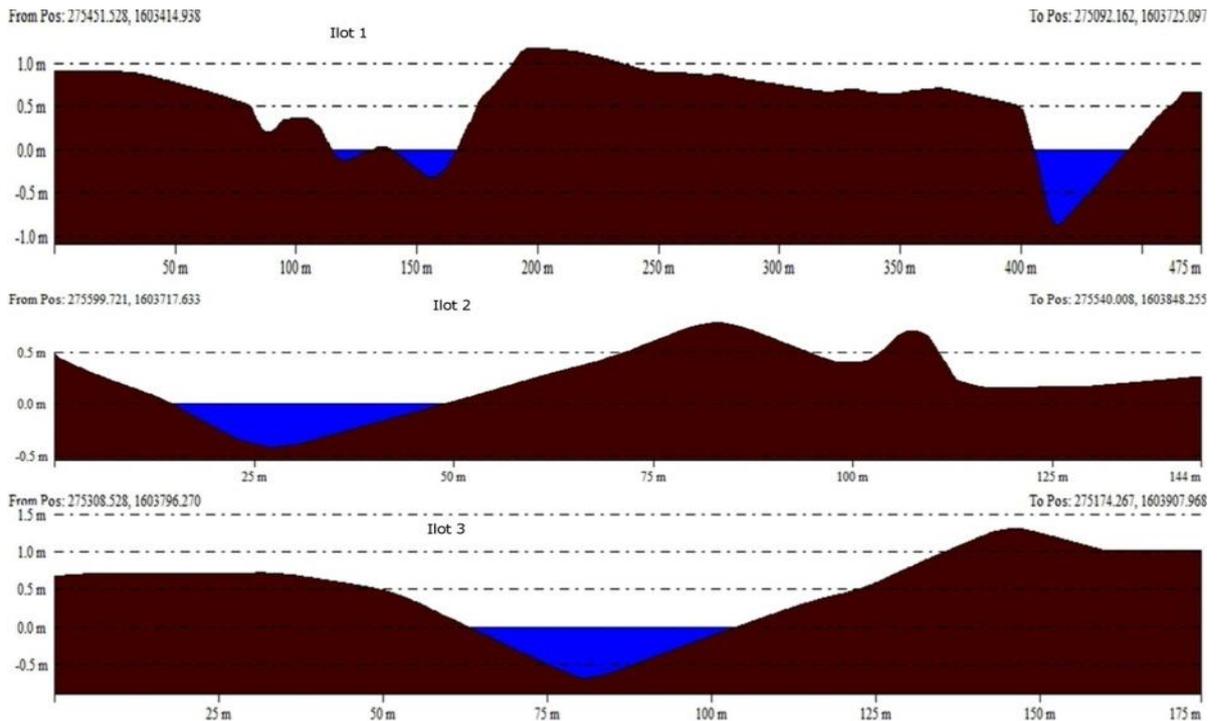
Les dépôts sableux correspondent au cordon littoral qui sépare la lagune de l'océan et aux bancs sableux qui se trouvent à l'entrée et à l'intérieur de la lagune. Au plan topographique, les altitudes au niveau du cordon varient entre **-0,2 m et 3,4 m IGN (figure 16)**. Ces derniers constituent un bourrelet côtier et se prolongent par la plage sur son côté sud. Ce bourrelet borde la lagune et constitue une importante barrière contre les eaux marines (visible en bleu sur la figure 16).

Figure 16 : Caractéristique topographique du cordon littoral



Pour les bancs sableux à l'entrée de la lagune (figure 17), l'observation de détail indique une vaste zone exondée à marée basse, où le niveau du terrain varie entre **0,5 m et 0,9 IGN**. Ces dépôts correspondent aux estrans sableux qui constituent morphologiquement, une transition entre les bancs sableux et les chenaux à faible profondeur. Si la dynamique sédimentaire se poursuit, ces séquences morphologiques de la lagune sont susceptibles d'évoluer par accumulation pour intégrer les bancs sableux.

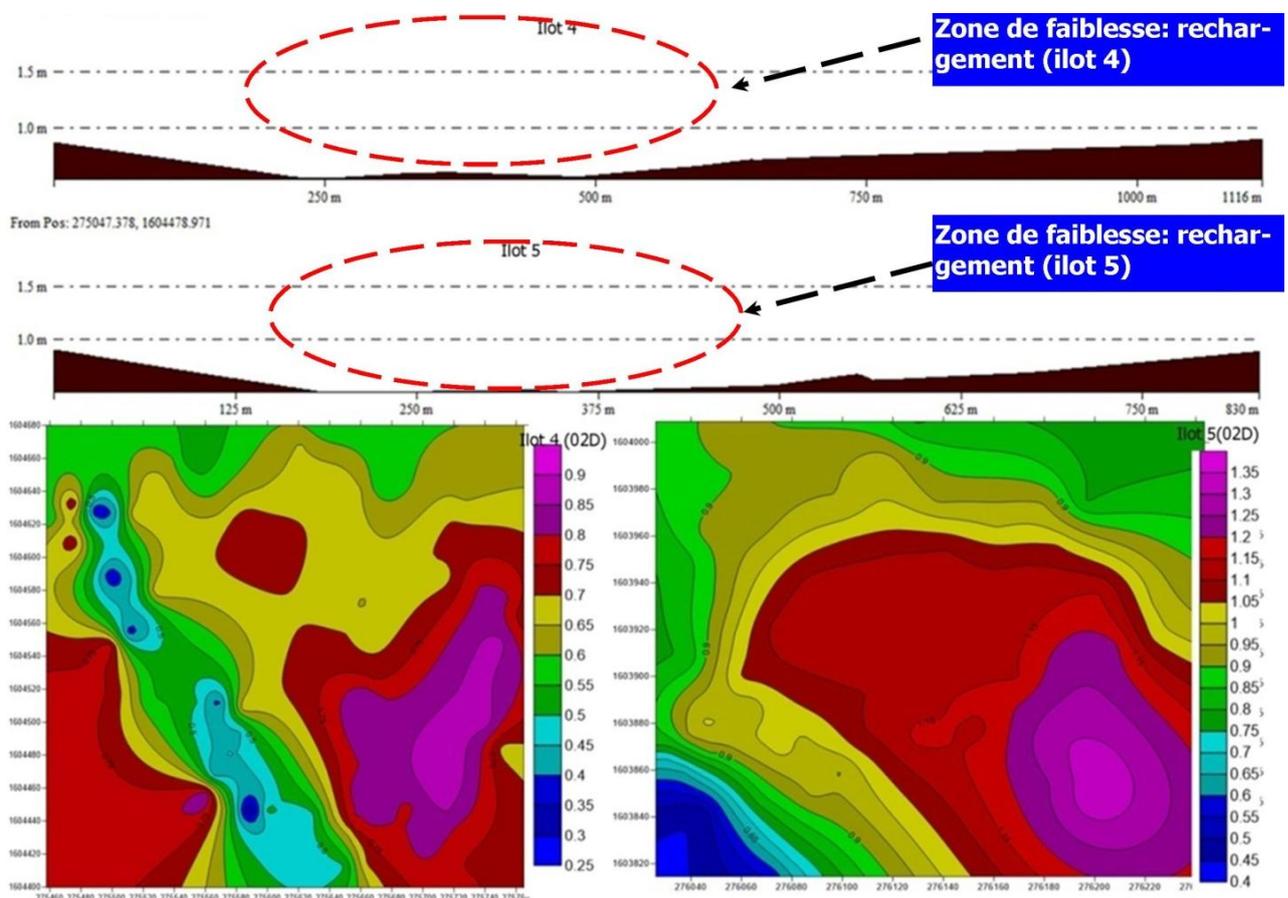
Figure 17 : Profils topobathymétriques des trois îlots sableux à l'entrée de la lagune



Ces îlots sableux (figure 17) forment un bouchon sédimentaire entre le débarcadère et l'embouchure de la Somone. Les profils topobathymétriques transversaux indiquent des altitudes qui varient entre **1 m et -0,5 m IGN**. Les valeurs négatives correspondent aux estrans sableux qui se raccordent aux îlots. Ils sont en partie inondés à marée haute (plan d'eau visible en bleu sur les profils topobathymétriques). Entre le cordon (figure 16) et le premier îlot sableux (figure 17), **la dénivellation est de l'ordre de 02 m IGN**.

En perspective du dragage, les îlots sableux à l'entrée de la lagune sont d'une importance capitale, car ils constituent un écran contre l'assaut des vagues en période de forte houle. Ils jouent ainsi un rôle de régulateur des apports sédimentaires à partir de la mer. En substance, ils ne devraient pas être concernés par le dragage. Par contre, les îlots de l'intérieur de la lagune présentent des zones plates dont l'altitude ne dépasse pas **0,5 m IGN (figure 18)**. Ils peuvent être utilisés comme des zones de recharge à partir des sédiments extraits lors des travaux de dragage.

Figure 18 : Profils topobathymétriques des deux îlots sableux à l'intérieur de la lagune



### 5.1.2. Que retenir des résultats obtenus de l'analyse topobathymétrique en perspective du dragage ?

Sur l'ensemble des sections mesurées (lagune et une partie de la rivière), les altitudes varient entre **4,5 m et -1,49 m IGN**. Les analyses de détails **et en rapport avec le projet de dragage donnent les conclusions ci-après : Zones de dragage/ Zones de rechargement**

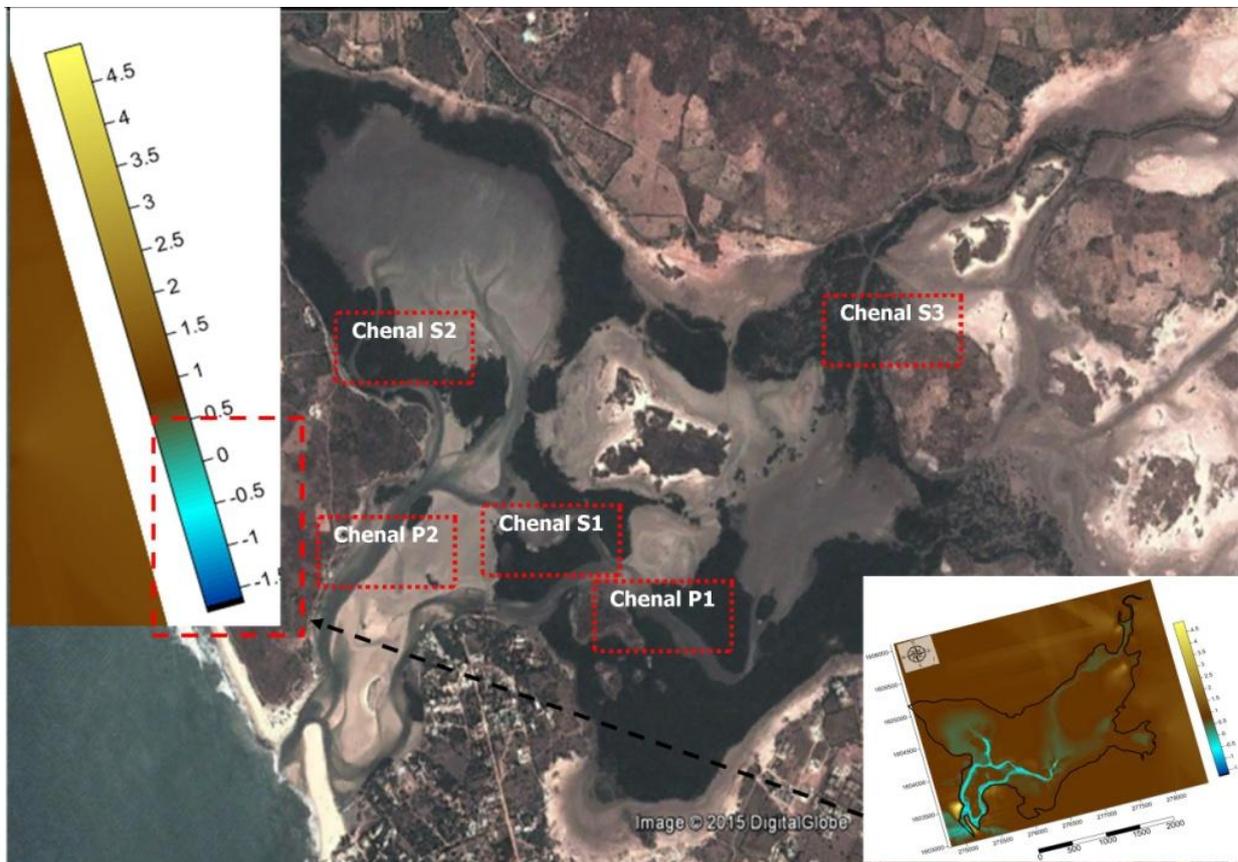
- En fonction des résultats obtenus, un réseau de drains se dégage. Il correspond aux chenaux d'alimentation et de drainage de la lagune. Nous avons hiérarchisé ces chenaux en fonction de la distribution de leur niveau topobathymétrique. Les chenaux fonctionnels (cf. figure 19 CP1-CP2-CS1-CS2) se localisent dans la zone aval de la lagune en direction de l'embouchure. Les

profondeurs y varient entre **0,5 et -1,49 m IGN** suivant un profil interrompu par des seuils sableux qui peuvent remonter jusqu'à **-0,5 m IGN**. Ces derniers, notamment le chenal principal 1 (**CP1**) se raccorde à un troisième et ancien chenal secondaire (**CS3**) où les altitudes varient entre **1 et 0,5 m IGN**. **Ce résultat oriente le choix du tracé du dragage.**

- Les zones dont les altitudes sont plus importantes (valeurs positives) correspondent au cordon littoral et aux bancs sableux où les altitudes varient entre **0,5 et 4, 5 m IGN**. Les îlots sableux à l'intérieur de la lagune concentrent des altitudes qui varient entre **1 m et -0,5 m IGN**. Ces îlots présentent des zones plates dont les altitudes ne dépassent pas **1,5 m IGN**. **En raison du rôle important qu'ils jouent dans la morphodynamique du complexe laguno-estuarien de la Somone, ces « îlots bouchons » pour parler des bancs sableux à l'entrée de la lagune ne doivent pas faire l'objet de dragage. Par contre, les îlots centraux peuvent être retenus comme zones de recharge pour en faire des « îlots de reproduction ».**

Ainsi, les résultats obtenus permettent de proposer une cartographie des zones de dragage et de rechargement avec une indication des cotes de déblaiement et de remblaiement (figure 19).

Figure 19 : Tracé du dragage proposé sur la lagune de la Somone



- **Tracé du dragage de la lagune de la Somone**

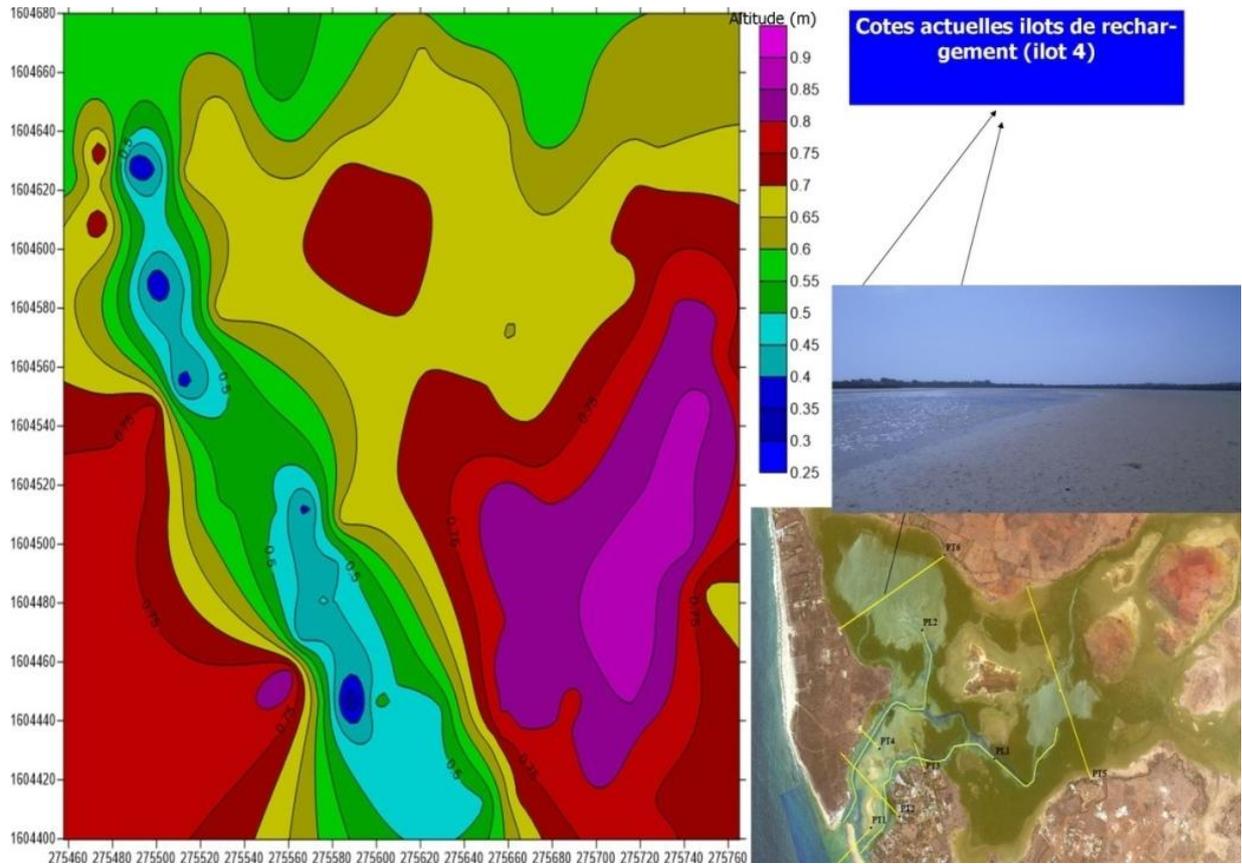
A la lumière des résultats obtenus, le tracé du dragage devrait suivre les chenaux de marées. Ainsi, l'étude cible **deux chenaux principaux portant les codes CP1 et CP2** (signifie chenal principal 1 et 2) et trois chenaux secondaires (**CS1-CS2-CS3**). Sur le terrain, le chenal principal 1 correspond à l'axe hydraulique qui descend de l'Est vers l'Ouest, passant par le Mirador et le parc Ostréicole de Monsieur Norbert Jean pour aboutir au débarcadère. De l'intérieur de la lagune, le chenal principal 1 rejoint le chenal principal 2 à travers un axe secondaire de longueur plus petite (CS1= code chenal secondaire 1). Quant au chenal CP2, il constitue l'axe hydraulique en direction du village de Guéréo (Nord-Est de la lagune) et bute sur un banc sableux (îlot 4 figure 20). Cet axe se prolonge par un chenal secondaire plus ensablé (CS2= code chenal secondaire 2) qui bifurque à hauteur du « baobab sacré » pour

rejoindre le chenal de l'embouchure. Ces quatre chenaux constituent le réseau d'alimentation de la lagune pendant les marées hautes. Mais en marée basse, une bonne partie devient impraticable par les pirogues. Ce réseau ramifié vers l'aval de la lagune devient lâche au fur et à mesure qu'on remonte vers la rivière (amont) à travers un axe secondaire (chenal unique) très ensablé (0, 5- 1m IGN) portant le code CS3 (chenal secondaire 03). Il correspond à un ancien chenal qui alimente la lagune à partir de la rivière. Il joue un rôle important dans l'approvisionnement de la lagune en eau douce (ruissellement). Cet axe doit constituer une des sections prioritaires pour le dragage, car l'aménagement devrait raccorder ces deux réseaux en maintenant une pente douce qui permet le remplissage de la lagune à partir des apports amont- aval (amont =pluie, ruissellement et aval= marées). Ainsi, en fonction de la distribution actuelle des altitudes dans le réseau d'alimentation et de drainage de la lagune, pour le dragage, l'étude propose les cotes ci-après :

1. le chenal de l'embouchure est le seul axe hydraulique qui subisse actuellement un curage naturel par les marées dynamiques. Les côtes actuelles (maximum 1, 5 m IGN) peuvent être maintenues. Ainsi, le dragage peut commencer d'aval en amont ( mer vers la rivière) en maintenant une pente qui permet un remplissage correct de la lagune, mais aussi une altitude minimale pour un tirant d'eau compris entre 1, 5 et 2 m IGN pour permettre une activité continue des ballades dans la lagune même à marée basse. Cependant, de tels travaux nécessitent une bathymétrie de contrôle à la fin du dragage. Ceci pourrait être intégré dans le cahier de charge de l'entreprise en charge du dragage.
2. sur les axes principaux et secondaires à l'intérieur de la lagune (04 axes : SP1-CP2-CS1-CS2), les cotes de déblaiement devraient se situer entre 1m et 1,5 m IGN.
3. sur le chenal secondaire (CS3) qui remonte vers la rivière, les cotes devraient se situer entre 2 m et 2,5 m IGN.

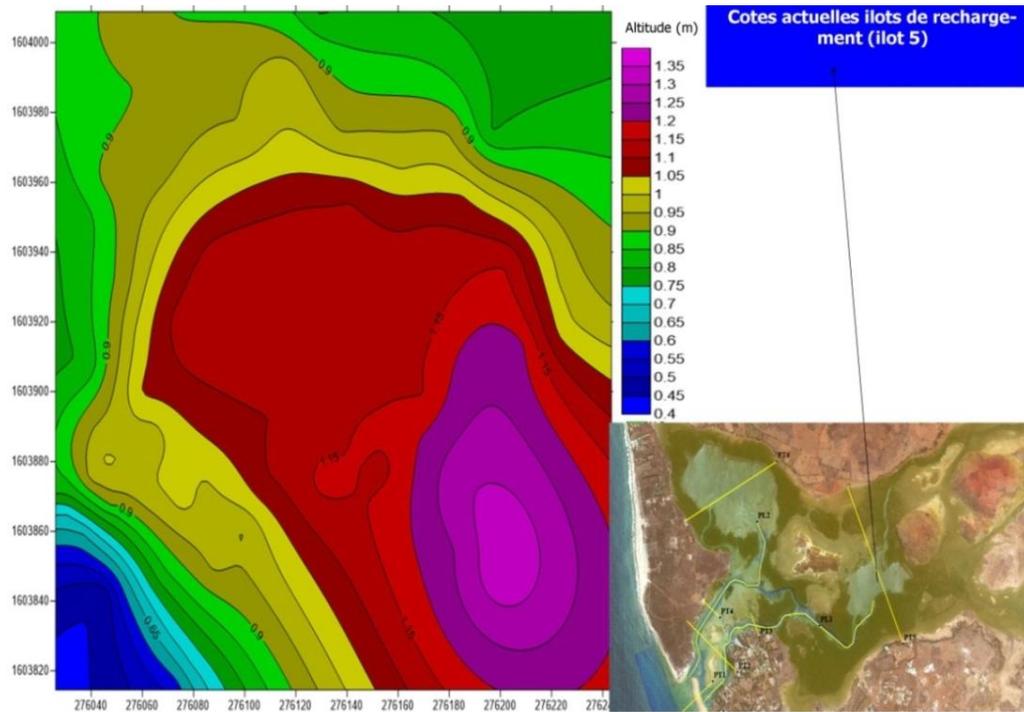
Au regard des analyses sédimentaires (cf. partie sédimentaire), les sédiments qui seront issus du dragage seront essentiellement du sable (faiblesse des matières fines), des quartz issus des apports du littoral. Ce type de sédiments présente une même parenté génétique que ceux analysés sur les bancs sableux. Ainsi, ces sédiments peuvent être utilisés pour le rechargement des sites de nidification, principalement les îlots 04 et 05 qui présentent des caractéristiques plus vaseuses que les bancs situés à l'entrée de la lagune. Ils peuvent constituer des sites de reproduction la faune aviaire.

Figure 20 : Caractéristiques topographiques des zones pouvant faire l'objet de rechargement (Ilot 4)



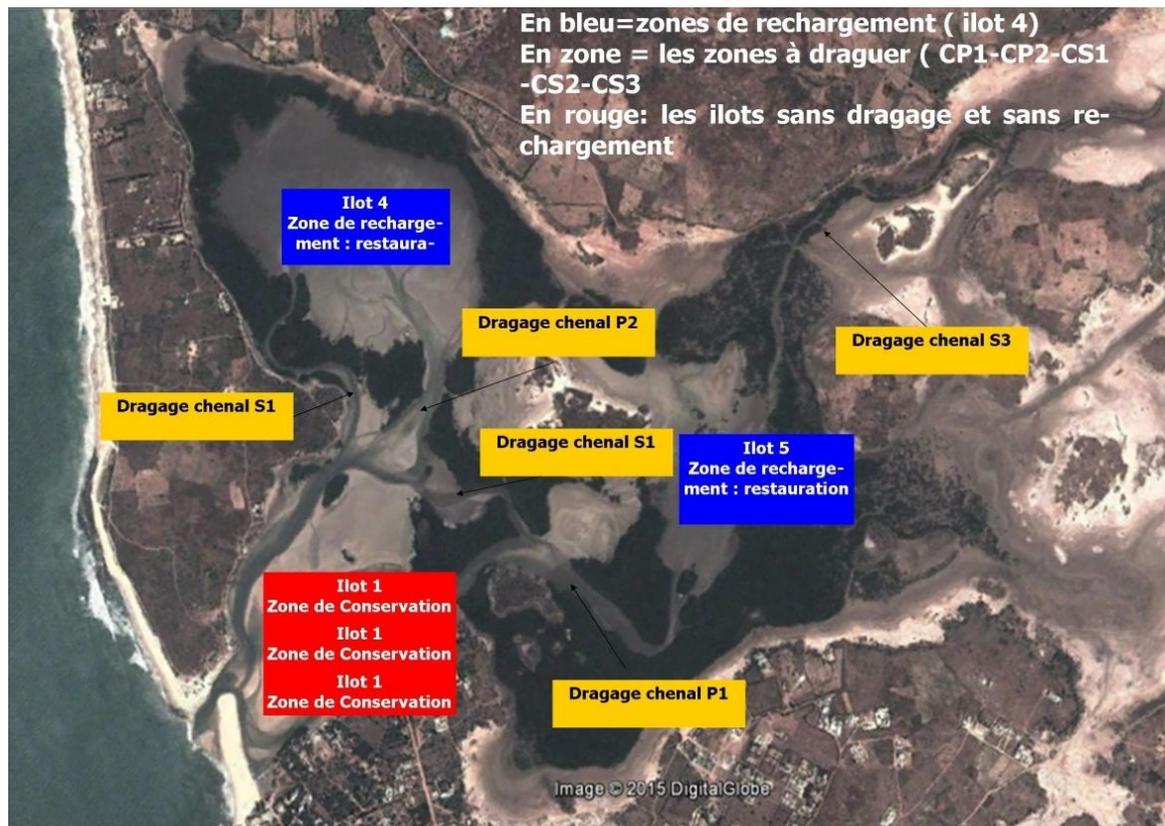
Au regard des résultats obtenus, les zones exondées à marée basse et inondées à marée haute se situent à une côte maximale de 1,5 m IGN. Afin, d'éviter une submersion totale des ilots de nidification pendant la période des marées de vives-eaux, une côte sensiblement égale à celle du cordon littoral devrait être appliquée. Ainsi, la présente étude propose une côte de remblaiement entre 02 m et 03 m IGN. Pour l'ilot 4 par exemple, la cote maximale actuelle se situe à 0,9 m IGN. Pour l'ilot 5, la cote maximale actuelle se situe à 1,35 m IGN.

Figure 21 : Caractéristiques topographiques des zones pouvant faire l'objet de rechargement (Ilot 5)



Cependant, les bancs aménagés devraient être protégés par **une ceinture de cordon pierreux** pour éviter une redistribution rapide des sédiments, le temps que le compactage naturel s'effectue au contact de la vase. De plus, des espèces herbacées devraient être plantées sur ces sites pour protéger le revers des bancs des effets de la pluie directe et constituer un site de ponte pour la faune aviaire. La figure 22 présente les zones les chenaux à draguer et les bancs sableux à recharger.

Figure 22 : Identification des zones de dragage et de rechargement



## 5.2. Analyse des données sédimentaires

Les analyses sédimentaires concernent les paramètres de formes (analyse du diamètre des particules) et chimiques. Les résultats sont projetés à l'échelle de la lagune et montre la distribution spatiale des paramètres analysés. Les résultats obtenus ont permis de faire la géographie des apports sédimentaires. Ces résultats sont utiles dans le cadre du dragage en ce sens qu'ils permettent de mieux comprendre la nature du substrat à draguer ainsi que les caractéristiques granulométriques des sédiments qui seront utilisés dans le cadre du rechargement des bancs sableux.

### 5.2.1. Analyse granulométrique: un estuaire pauvre en matières fines?

#### □ Sur le cordon littoral et l'embouchure

Sur le cordon littoral et la section de l'embouchure, les pourcentages de matières fines (**0,02-0,05 mm**) évoluent entre **0,3 et 0,09%**. La fraction sableuse (**0,063-1,5 mm**) couvre en moyenne **94,05%** des échantillons. Les particules grossières (**2-3,15 mm**) concernent en moyenne **4,75%** des échantillons. **Un tel résultat est une caractéristique typique des cordons littoraux sableux holocènes sénégalais qui contiennent essentiellement de particules de quartz.** Sur le cordon littoral de la Somone, les traces de matières fines de la taille des limons et des argiles (**0,2 et 0,09 %**) résulteraient des échanges sédimentaires entre le cordon adjacent *en sus* des apports hérités de la vallée de la rivière Somone et des fractions en suspension issues de l'interaction des courants marins.

#### □ Au niveau des vasières

Sur les échantillons prélevés au niveau des vasières, les matières fines (**diamètres 0,02-0,05 mm**) se concentrent entre **0,05 et 4,42 %**. Sur l'ensemble des échantillons traités, le pourcentage moyen des matières fines se situe à **0,39 %**. **De tels résultats, issus du traitement des échantillons prélevés dans les chenaux de marées, ne reflètent pas les caractéristiques sédimentaires d'une vasière, car le pourcentage de vase est très faible.** Ces résultats dénotent un échange sédimentaire intensif avec le cordon et les mouvements de marée notamment : un fort apport en fraction

**grossière (diamètre 0,063-1,5 mm) dont la moyenne mesurée sur les vasières est de l'ordre de 86,60%.** De plus, on y décèle une fréquence assez forte de particules grossières (diamètre 2-3,15mm) dont la moyenne se situe à **10,84 %**. Et pourtant, la caractéristique principale de la vase est la faiblesse de la fraction sableuse. Au total, **dans l'estuaire de la Somone, les facteurs de dégradation entretiennent une dynamique sédimentaire contradictoire à tendance sableuse.**

#### ❑ Sur les bancs sableux

Sur le premier banc sableux entre «*l'embouchure et le débarcadère*», le pourcentage de matières fines sur un puits de plus **1,5 m** de profondeur est nul (valeur 0). La nappe se situe ici à **138 cm** (période marée basse). Sur l'échantillon prélevé dans le puits effectué (**carottage sur 95 cm de profondeur**) sur le banc de sable qui se trouve en face de «*l'île aux pélicans*», les matières fines constituent **0,18 %**. Par contre, sur le banc sableux situé en face du «*mirador*», on observe trois horizons différenciés où la nappe se situe à **60 cm** (période de marée basse). Sur l'horizon 1 d'une épaisseur de **21 cm**, la texture est argilo-sableuse, les matières fines concentrent **2,31%** de l'échantillon. Sur l'horizon 2, d'une épaisseur de **25 cm**, on observe une texture sableuse à concrétion ferrugineuse. L'échantillon prélevé sur cet horizon contient **1,1 %** de matières fines. L'échantillon de l'horizon 3, prélevé à partir de 25 cm sur fond de texture sableuse, contient **0,09%** de matières fines. Ainsi, on note à ce niveau, une décroissance des éléments fins de la surface vers la profondeur. **Les traces des éléments fins qu'on retrouve dans les faciès des bancs sableux sont issues des échanges sédimentaires entre les vasières et les bancs sableux. Les organismes vivants tels que les crabes jouent aussi un rôle important dans ces échanges. Les caractéristiques granulométriques des bancs sableux et du cordon littoral sont presque identiques.**

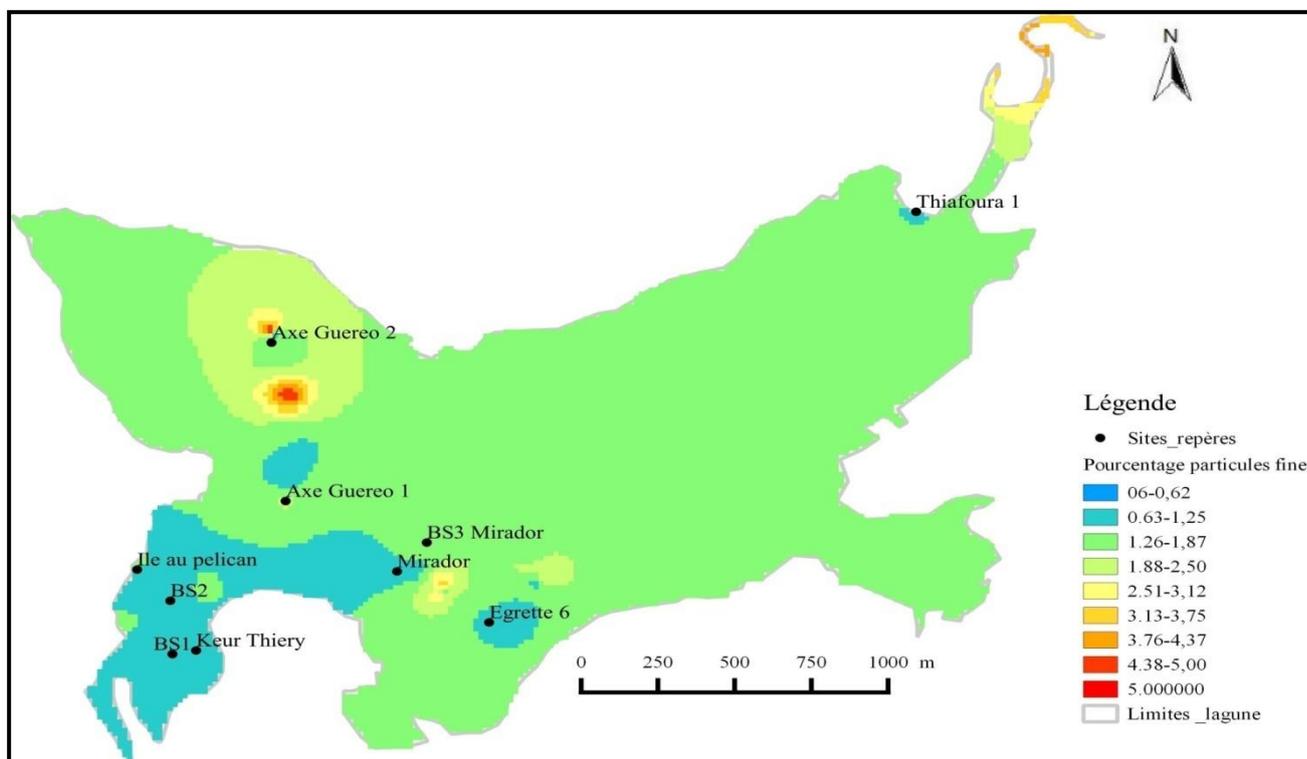
#### ❑ Sur les tannes (tannes adjacentes au cordon, tannes à efflorescence saline)

Sur une tanne adjacente au cordon littoral situé devant le «*campement île au pélican*», le carottage réalisé indique trois horizons différenciés où la nappe se situe à **59 cm**. L'horizon 1, d'une épaisseur de **10 cm** à une texture sableuse. L'échantillon qui y est prélevé concentre **0,25%** de matières fines. L'horizon 2, d'une épaisseur de **17 cm** présente une texture sablo-argileuse et concentre **0,9%** de matières fines. L'horizon 3 (à partir de 17 cm), donne une texture argilo-sableuse. **Ainsi, la stratification des faciès indique une unité en nette décomposition granulométrique. Les échanges sédimentaires entre le cordon et la tanne justifient cet enrichissement important de la tanne en fraction sableuse.**

Les carottes creusées sur la tanne nue à efflorescence saline sur une partie de la rivière (zone de Thiafoura, amont et aval du pont catholique) contiennent une teneur plus importante en matières fines, se situant même au-dessus de celles obtenues dans les vasières (lagune). Dans le premier puits (creusé en amont du pont catholique), les pourcentages en matières fines varient entre 0,79 et 1,06%. Le long du puits, une mince pellicule argilo-sableuse de 11 cm s'adosse à un faciès d'accumulation de texture sablo-argileuse de 16 cm, reposant à son tour sur une roche à structure compacte (argileuse) à partir de 16 cm. Ici, la nappe se situe à 86 cm (saison sèche: mois de juin). Sur un second puits en aval du pont catholique, nous avons décelé deux horizons dont les échantillons contiennent respectivement 2,34 % (sur une épaisseur de 14 cm) et 2,63% (à partir de 14 cm) de matières fines. A cet endroit, la nappe se situe à 71 cm (saison sèche: mois de juin). Sur le troisième puits, deux horizons se superposent et dont les échantillons contiennent respectivement 3,46% (argileux-sableux-ferrugineux sur une épaisseur de 26 cm) et 3,6% (argilo-ferrugineux à partir de 26 cm) de matières fines. La nappe se situe à cet endroit à 85 cm (saison sèche: mois de juin).

**En substance, les matières fines sont constituées par les limons et les argiles. Sur la colonne de tamis utilisée, ces fractions concernent les particules dont le diamètre se situe entre 0,02 et 0,05 mm. Sur l'ensemble des échantillons traités à l'échelle de la lagune et sur une partie de la rivière (cordon, embouchure, bancs sableux, vasières, tannes), les pourcentages des matières fines sont extrêmement faibles pour un écosystème estuarien. Les valeurs obtenues varient entre 0,2 et 4,42%.**

Figure 23 : Distribution des matières fines dans la lagune et rivière Somone



## 5.2.2. Analyse granulométrique : un enrichissement élevé en particules sableuses et grossières

### □ Sur le cordon et dans l'embouchure

Au niveau de l'embouchure, la fraction sableuse varie entre **88,37 % et 98,86 %**. Les sables très fins (STF) couvrent **0,09 à 0,65 %** des échantillons. Le sable fin (SF) varie entre **0,4 et 87,49 %**, contre **0,11 à 89,78%** de sable grossier. Sur les échantillons prélevés sur le cordon littoral, la fraction sableuse varie entre **86,43 % et 99,6 %**. Le calibre du sable très fin (STF) couvre **0,5 à 2,29 %** des échantillons. Le sable fin (SF) évolue entre **43,71 et 90,66 %** et le sable grossier (SG), entre **2,91 et 45,55 %**. **Sur les unités morphopédologiques du littoral (cordon et embouchure), les populations de grains sont essentiellement représentées par le sable fin (diamètre compris entre 0,16 mm et 0,25 mm). Cependant, on note une tendance vers un grossissement granulométrique du profil pédologique, attestée par des valeurs assez élevées (diamètre compris entre 0,5 mm et 1,5 mm). Un tel résultat indique une dynamique érosive sur le cordon et l'embouchure de la Somone. Les éléments plus fins sont ainsi propulsés vers l'intérieur de la lagune où règnent des conditions hydrodynamiques plutôt calmes, justifiant la formation d'imposants bancs sableux.**

### □ Sur les vasières

Sur l'ensemble des échantillons prélevés au niveau des vasières, la fraction sableuse varie entre 54,45 % et 99,26 %. **Ainsi, les parties constamment immergées par les eaux de marées, y compris les chenaux servant de circuits pour les balades en pirogues, sont fortement ensablées. Si les données topobathymétriques peuvent donner des ordres de grandeur sur les épaisseurs du colmatage des axes hydrauliques, les analyses granulométriques indiquent déjà un fort enrichissement de ces unités jadis fonctionnelles en sables. Aussi spectaculaire que cela puisse paraître, les caractéristiques granulométriques observées sur le cordon et l'embouchure sont peu différentes de celles rencontrées au niveau des vasières.** Le calibre du sable très fin (STF) évolue entre 1,07 et 55,93 %, celui du sable fin (SF) varie entre 5,67 et 69,08 %. Le sable gros (SG) couvre 3,45 à 29,08 % du poids des échantillons.

### ❑ Sur les bancs sableux

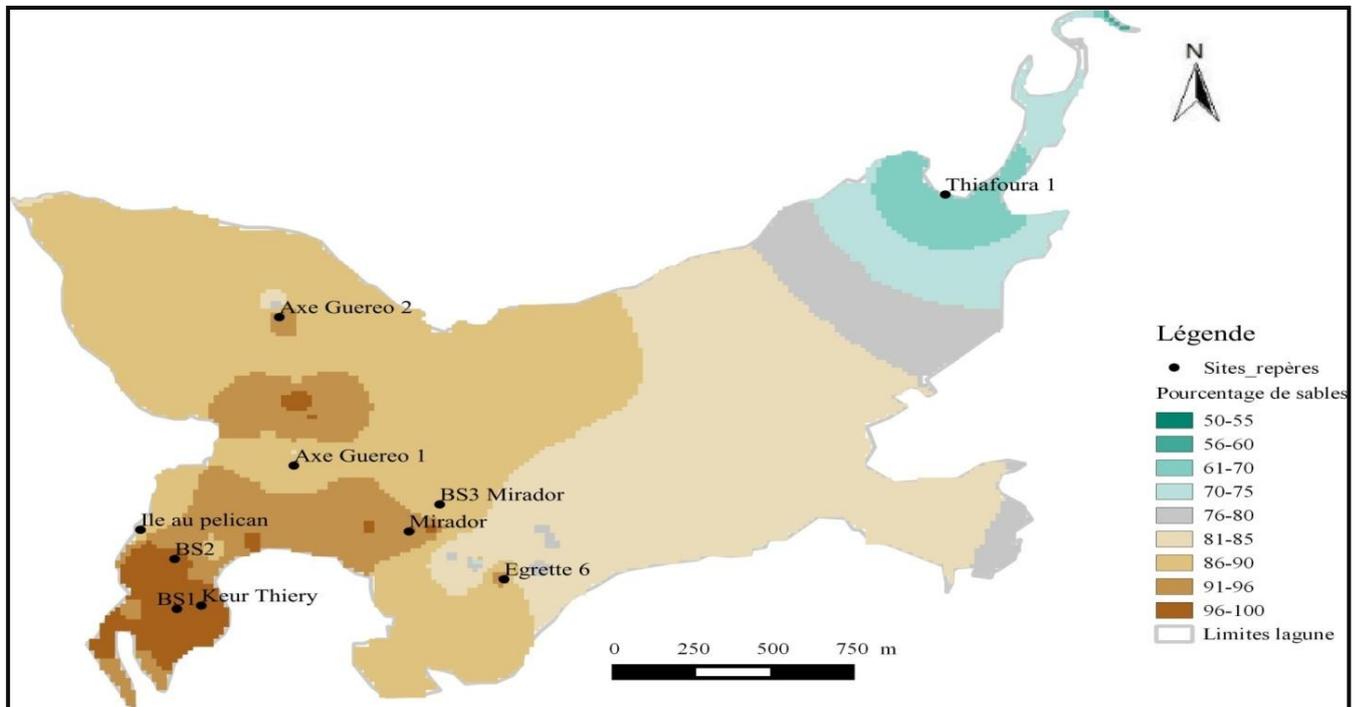
Le banc sableux, bouchon sédimentaire entre l'embouchure et le débarcadère est constitué à 97,68 % de sable sur une épaisseur de plus de 1,5 m d'après le carottage effectué à ce niveau. Les particules grossières (diamètres entre 2 mm-3,15 mm), couvrent 1,2 % de l'échantillon. Un peu plus à l'intérieur de la lagune, le banc sableux en face de l' « *île au pélican* » est constitué à 99,09 % de sable et 0,37 % de particules grossières. Le banc sableux en face du « *mirador* » est constitué à 80,52 % de sable sur l'horizon 1 contre respectivement 76,04 % et 96,16 % sur les horizons 2 et 3. **Sur les bancs sableux de la lagune, on note une prédominance du sable fin (calibre 0,16 mm-0,25 mm) et des particules grossières notamment du calibre 2 mm.**

### ❑ Sur les tannes adjacentes au cordon et les tannes à efflorescence saline

Les échantillons prélevés sur un puits creusé au droit du campement « *île au pélican* », l'horizon de surface est composé à 73,79 % de sable contre 25,24 % en particules grossières. Les horizons 2 et 3 sont respectivement composés de 76,04 et 70,84 % de sable contre 22,16 et 27,11 % en particules grossières. **Ainsi, la tanne reçoit des apports de quartz très élevés à partir du cordon. Les agents qui transportent ces sédiments sont essentiellement les marées (marées de vives eaux surtout) et le ruissellement des versants sableux.** Sur les tannes observées dans la zone de Thiafoura, le puits creusé à l'arrière du pont catholique indique un horizon de surface constitué à 51,97 % de sable contre respectivement 73,56 et 50,77 pour les horizons 2 et 3. Les puits observés en aval du pont et sur les parties hautes de la lagune, les proportions en sable sont de 56,94 % et 61,63 % pour respectivement les horizons 1 et 2 du second puits. Le troisième puits concentre 77,54 de sable sur son horizon de surface contre 64,46 % sur l'horizon 2.

Sur l'ensemble des échantillons traités (cordon, embouchure, vasière, tannes) les fractions sableuses varient entre 86,43 % et 99,6 %. Les fractions de sable très fin (STF) varient entre 0,09 et 2,29 %, le sable fin (SF) entre 0,06 et 99,66 %, le sable grossier (SG) entre 0,19 et 45,55%. Ainsi, les résultats indiquent un ensablement très avancé de la lagune avec une prédominance du sable fin (calibre 0,16 mm-0,25 mm). Cependant, le profil granulométrique à tendance à grossir, laquelle tendance est attestée par des pourcentages assez élevés de sables grossiers.

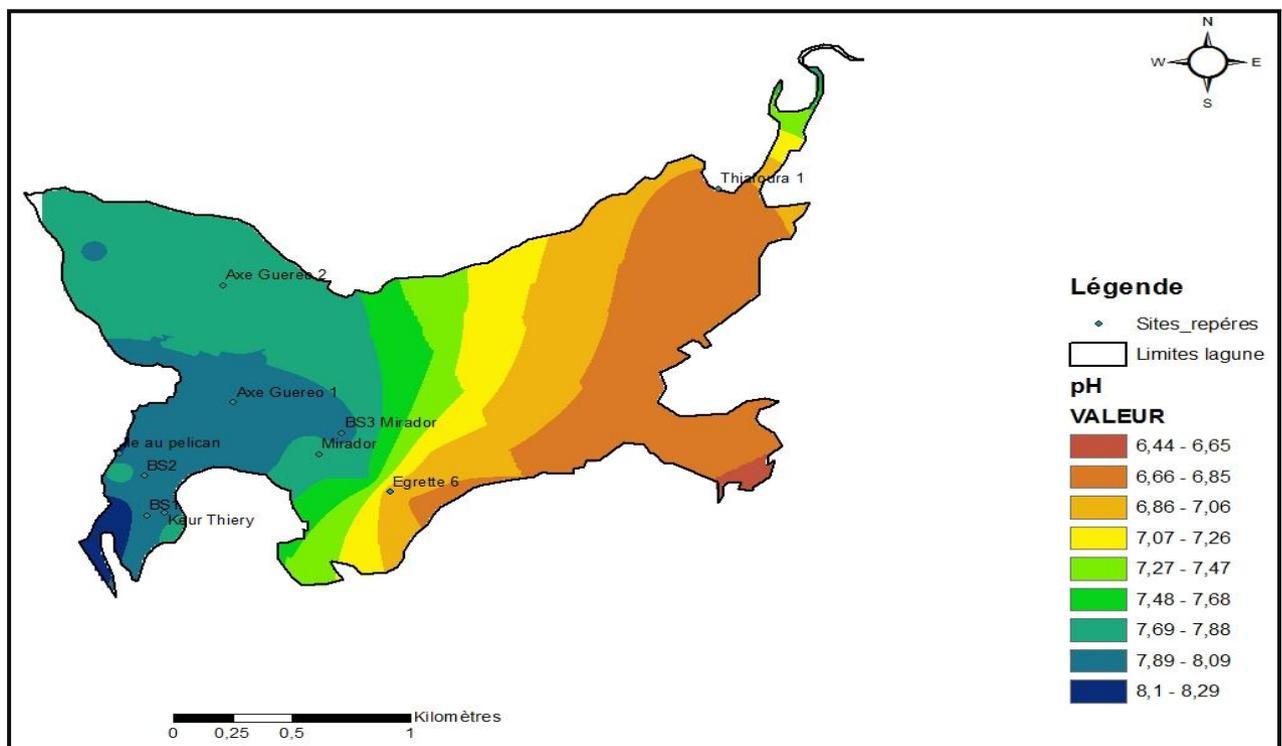
Figure 24 : Distribution des fractions sableuses sur la lagune et rivière Somone



### 5.2.3. Analyse du pH : une lagune à forte influence marine ?

L'analyse du potentiel hydrogène sur les échantillons de surface et sur les carottes, démontre un pH neutre, alcalin et basique sur les vasières, îlots sableux, tanne adjacente au cordon littoral et un pH acide sur les tannes nues à efflorescence saline. Sur les vasières, les îlots sableux, tannes adjacentes au cordon, les intervalles de pH sont compris **entre 6,9 et 8,1**, mais l'eau de mer semble tamponner les pH sur **une valeur de 7**. De telles valeurs de pH supposent un milieu sous fortes influences marines. Les eaux sont alors basiques et inhibent les sédiments de l'estuaire. L'estuaire est essentiellement alimenté grâce à la remontée de l'eau de mer pendant la haute marée. Cette eau envahit naturellement les chenaux, inonde les vasières et les estrans suivant le flot et le jusant et leur donne son caractère basique (**pH supérieur à 7**). Les îlots sableux présentent les mêmes valeurs que le cordon dunaire, ce qui suppose un lessivage par infiltration des eaux de la mer. La tanne adjacente au cordon s'apparente à ce dernier puisqu'elle est constamment inondée en marée haute et reste toujours mouillée en marée basse. **C'est pourquoi elle acquiert les mêmes propriétés chimiques que le cordon à pH alcalin**. Au niveau des carottes à pH alcalins, il n'y a pas spécifiquement de changement de valeur entre horizons. Les différences sont de l'ordre de **0 à 0,1**. Toutefois, le banc de sable 3 situé plus à l'intérieur de la lagune présente à **21 cm** un horizon basique **d'une valeur de 8** mais à **des tendances acides plus en profondeur**. La présence de **dépôts ferrugineux** peut expliquer cette variation du potentiel hydrogène en plus des conductivités élevées de l'ordre de **5550 à 6660  $\mu$ s**. La tendance acide est fortement remarquée sur les tannes nues, ce qui témoigne de la prépondérance du sel. La forte minéralisation occasionne des pH acides et des tendances à des profils sulfatés. Les différences entre horizons observés sont de l'ordre de **0,1 à 0,5**. Les résultats indiquent (**figure 25**) que, le pH décroît et devient acide de l'embouchure vers la rivière. Aux environs de Thiafoura, la tanne s'étale à perte de vue et présente un pH acide. Il se forme ainsi de véritables sebkhas littorales dans la partie arrière exondée de la lagune. Un tel résultat est indicateur de l'importance des dépôts salins choruro-sulfaté-sodique. La fréquence de ces dépôts dans les horizons supérieurs de la tanne, montre l'acuité de l'assèchement de la rivière au regard de la distribution spatiale des valeurs du pH dans la lagune et dans une partie de la rivière Somone (figure 25).

Figure 25 : Distribution spatiale des valeurs du pH (lagune et rivière Somone)

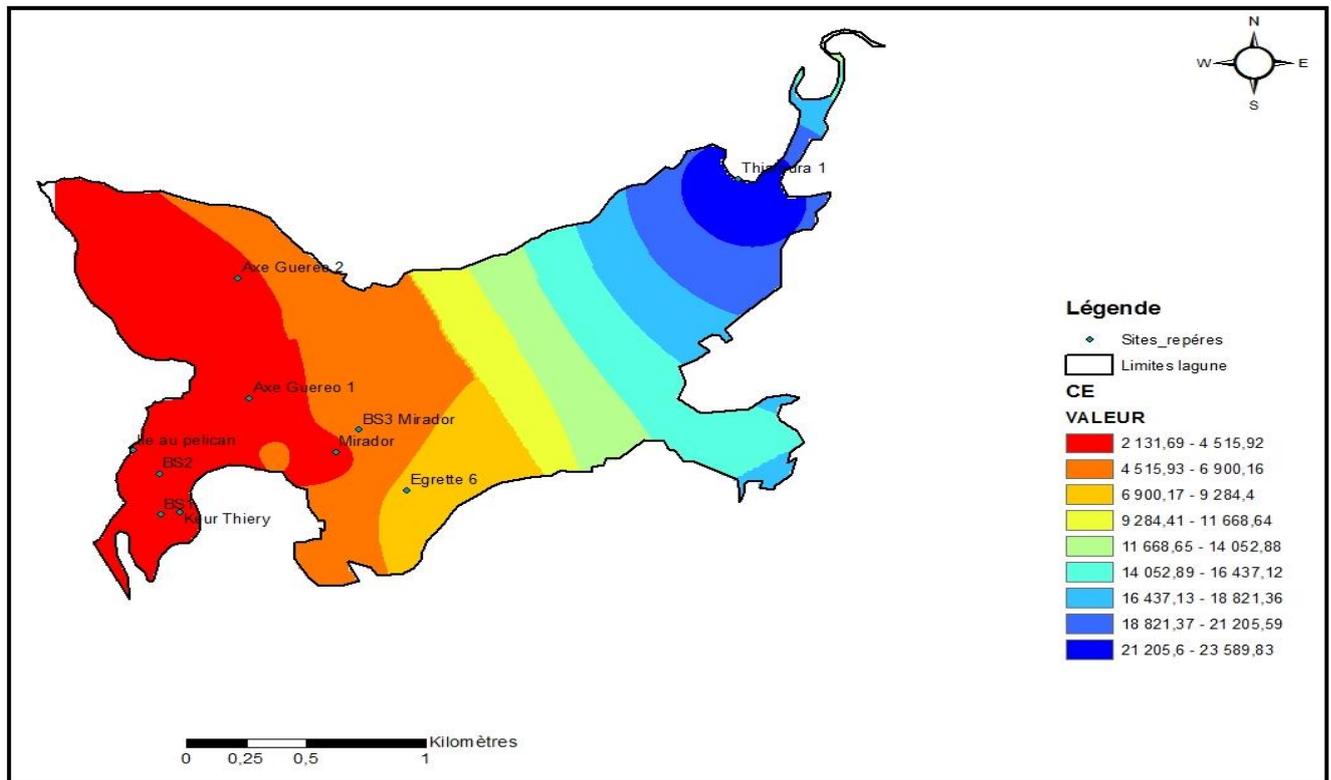


#### 5.2.4. Analyse de la conductivité électrique: une salinité plus prononcée sur la lagune?

Les échantillons de surface et des carottes présentent des conductivités électriques très élevées, ce qui renseigne sur les caractéristiques d'un milieu lagunaire. Dans l'ensemble, les résultats montrent que la salinité des sédiments augmente de la lagune vers la rivière (figure 26). Au niveau de la vasière comme au sein des autres unités observées dans la lagune, les conductivités augmentent de l'embouchure vers l'intérieur de l'estuaire. Toutefois, aucun échantillon ne présente une valeur similaire à l'eau de la lagune estimée à 35 g/l. Même si l'analyse des bases échangeables et du bilan ionique n'a pas été effectué, les résultats du pH et de la CE permettent également de considérer qu'il y a une augmentation des cations et des anions à l'amont de l'embouchure, sur une partie de la rivière où il est observé des tannes à efflorescences salines. Les échantillons de la vasière sont compris entre **2260 à 8580  $\mu/s$ , soit 1,72 à 6,51 g/l de sels dissous**. Les bancs de sable à l'entrée de la lagune sont déterminés par des valeurs de **2100 à 2800  $\mu/s$** . Toutefois, le banc le plus à l'intérieur est beaucoup salé et les valeurs augmentent de la surface en profondeur avec respectivement **5950, 6240 et 6660  $\mu/s$** . La tanne adjacente au cordon présente presque les mêmes valeurs obtenues dans la vasière. Les intervalles sont compris entre **3100 et 4510  $\mu/s$** . Comme pour les valeurs du pH, la conductivité de la tanne adjacente est fonction des caractéristiques physico-chimiques de la vasière. Les valeurs les plus fortes sont notées au niveau des tannes nues (**figure 26**) avec des intervalles compris entre **5140 et 23800  $\mu/s$ , soit 3,90 à 20,3 g/l** de sels dissous dans les horizons. Les horizons supérieurs sont très élevés, soit 23800  $\mu/s$  pour la première tanne nue, **20200  $\mu/s$**  pour la deuxième tanne nue et **13100  $\mu/s$**  pour la troisième tanne nue. La présence de la pouidière saline explique ces fortes valeurs de conductivité dans les échantillons.

**Ces efflorescences sont très répandues à la sortie du secteur du village de Somone (sur la route menant vers Thiafoura) mais également dans le secteur Supratidal exondé de Thiafoura avec des concentrations plus fortes dans la partie amont du pont catholique. Ceci est matérialisé par une forte colonisation de l'espèce *Tamarix senegalensis* dans la zone. On peut toujours considérer que c'est l'absence d'inondation due à l'assèchement de la rivière qui constitue la cause principale des dépôts de surface dans cette partie du lit de la Somone transformé en tanne nue ou véritablement en une large sebkha littorale. Ce sont les chlorures plus les sulfates qui constituent l'essentiel de ces efflorescences salines au niveau de cette partie de la rivière exondée comme le montre la distribution spatiale des valeurs de la CE dans la lagune et dans une partie de la rivière Somone (figure 26).**

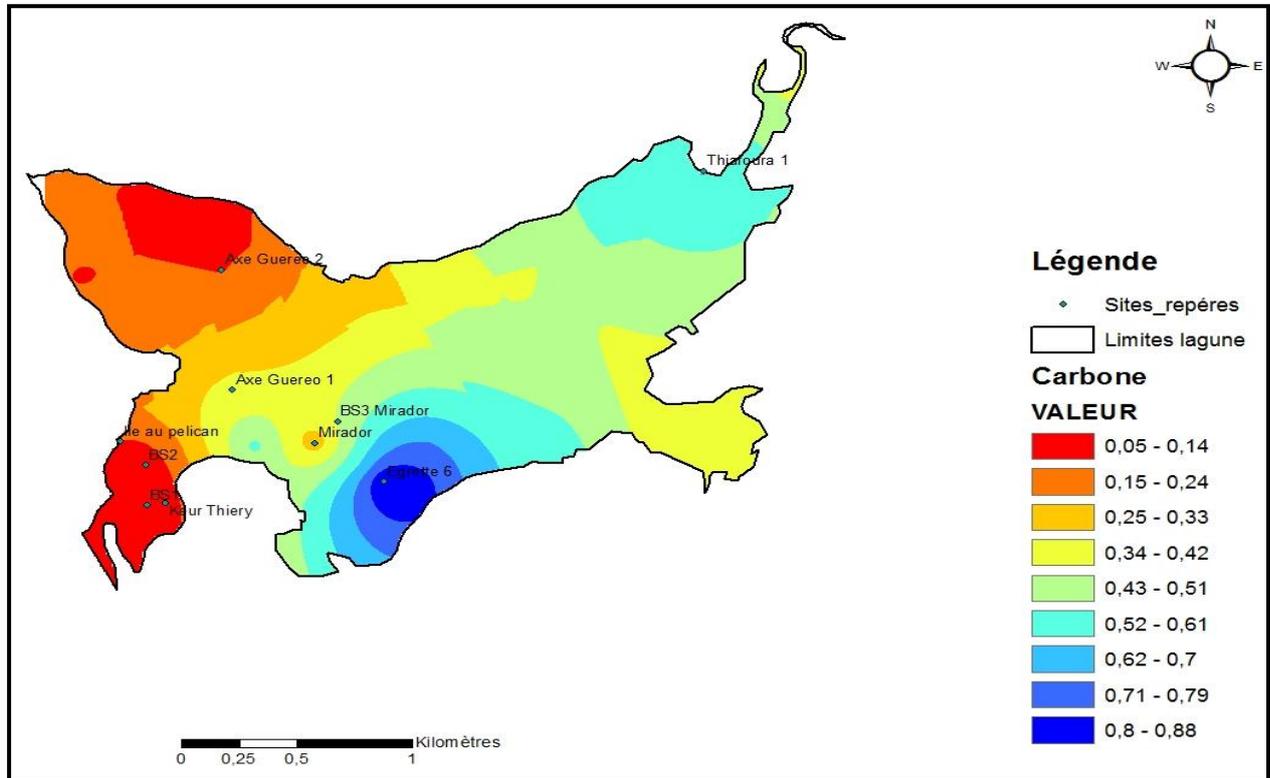
Figure 26 : Distribution spatiale des valeurs de la CE (lagune et la rivière)



### 5.2.5. Analyse du Carbone organique total : des taux de carbone plus importants dans les zones à forte concentration de mangrove ?

Les échantillons de surface et des carottes montrent que dans l'ensemble, le pourcentage de carbone organique dissous est compris entre **0,05 et 0,89 %**. Comme pour la CE, les valeurs de carbone augmentent de la lagune vers la rivière (figure 27). Elle atteint les valeurs les plus élevées dans la tanne adjacente à la mangrove et dans les pieds de mangrove de la partie vasière. Les bancs de sables présentent des taux de carbone très faibles ce qui est caractéristique d'une formation récente et non stable héritée des mouvements sédimentaires du cordon vers le chenal principal. La faible présence des crabes qui enfouissent la matière organique en profondeur (20 cm environ) et l'absence notée de microorganismes *in situ* expliquent la quasi absence de carbone et des taux de matières très faibles compris entre **0,09 et 0,12** dans les bancs de sable situés à l'entrée de la lagune de Somone. Le banc de sable 3 en face du Mirador est plus riche en carbone avec respectivement **0,43 %, 0,21 % et 0,11** pour les horizons argilo-sableux, sablo-ferrugineux et sableux. Il constitue un banc de sable avec des dépôts coquillers et un horizon sablo-ferrugineux. Il y a donc une plus grande concentration du carbone en surface. Le même constat est observé dans les tannes nues qui présentent tout de même des valeurs de carbone total plus élevées comprises entre **0,28 et 0,61%**. Les valeurs de carbone les plus importantes sont localisées au pied de la mangrove en face Egrette avec des valeurs autour de **0,64 et 0,89 %**. Ces faibles pourcentages de carbone montrent que les processus de décomposition de la matière organique sont faibles autour de la lagune et que les sédiments de cette mangrove ont une faible capacité de stockage du carbone organique. Dans la zone des mangroves, les faibles valeurs de carbone s'expliquent par la jeunesse de ces formations. Ceci est aussi attesté par les valeurs faibles à moins de 20 cm dans les bancs de sable comme dans les tannes nues. Même si globalement, les valeurs élevées sont notées à proximité de la mangrove, cette dernière est caractérisée, tout de même, par de faibles teneurs en carbone organique dissoutes, inférieures à 30 mg/l, et faibles teneurs en carbone organique total. En effet, il n'existe pas de signature de matière organique marine (phytoplancton). Les apports de matières organiques allochtones sont nuls, car l'écoulement de surface, par la rivière de Somone, est inexistant à l'heure actuelle. Le même fait qui explique la concentration des sels dans la partie Supratidale rend compte également de la faiblesse des taux de carbone organique total.

Figure 27 : Distribution spatiale des valeurs de CE dans la lagune et une partie de la rivière Somone



### 5.2.6. Que retenir de l'analyse physique et chimique des sols de la lagune et de la rivière de la Somone?

- Une lagune pauvre en matières fines jusque dans les vasières;
- Une contamination élevée des vasières en particules sableuses et grossières même dans les chenaux de marées qui servent de circuits pour les balades en pirogues;
- Une lagune à forte influence marine attestée par un pH compris entre 6,9 et 8,1;
- une salinité plus prononcée sur la lagune et attestée par des valeurs de CE qui augmentent de l'embouchure vers l'intérieur de l'estuaire;
- Des taux de carbone plus importants dans les zones à forte concentration de mangroves mais qui ne suffisent pas pour inverser la forte tendance sableuse;

**Conclusion :** une lagune très ensablée avec des vasières à composition granulométriques, teneurs en fractions fines et en matières organiques en contradiction avec les écosystèmes estuariens. Avec la réduction des écoulements continentaux, une influence marine (pH et C) plus prononcée qui affecte les capacités de générations naturelles de la mangrove, mangrove dont le taux de production en carbone organique ne suffit pas pour inverser la tendance sableuse (fraction grossière). Dans ces conditions, des solutions qui visent à restaurer les fonctions hydrosédimentaires de la lagune sont envisageables.

### 5.3. Analyse des données hydroclimatiques

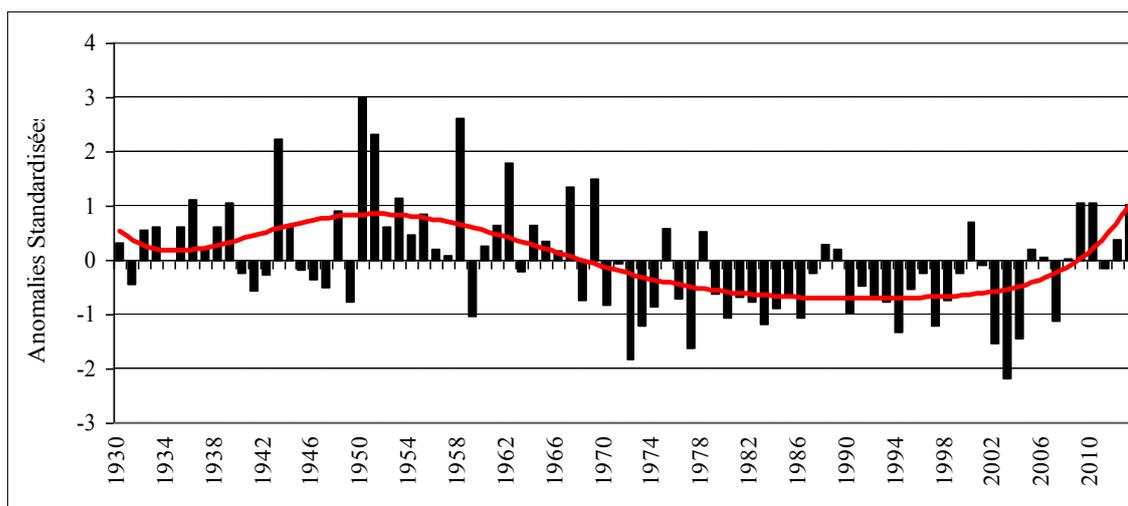
Les caractéristiques physiographiques des bassins versants (Bassin de la Somone, Bassin contrôlé par la station hydrométrique et bassin contrôlé par le dernier ouvrage hydraulique) ainsi calculées sont consignées dans le tableau 4. Elles déterminent la réponse hydrologique des bassins face aux impulsions pluviométriques. L'analyse des indices de compacité de Gravélius montre que les bassins versant ont une forme allongée donc un temps de transfert des eaux de ruissellement plus long.

**Tableau 4** : Paramètres physiographiques des bassins versants (Kc : indice de compacité de Gravélius ; L (km) : longueur du rectangle équivalent ; l (km) : largeur du rectangle équivalent ; IG (m/km) : indice de pente globale ; D (m) : dénivelée ; Ds (m) : dénivelée spécifique)

Bassin Versant	Surface (km <sup>2</sup> )	Périmètre (km)	Kc	L (km)	l (km)	IG (m/km)	Altitude max (m)	Altitude min (m)	D (m)	Ds (m)
Bassin Somone	471	163	2.1	75.2	6.3	1.73	133	3	130	37.50
Bassin Station Hydro	367	140.7	2.1	64.7	5.7	1.98	133	5	128	37.91
Bassin Dernier Ouvrage	390	144	2.0	66.1	5.9	1.95	133	4	129	38.54

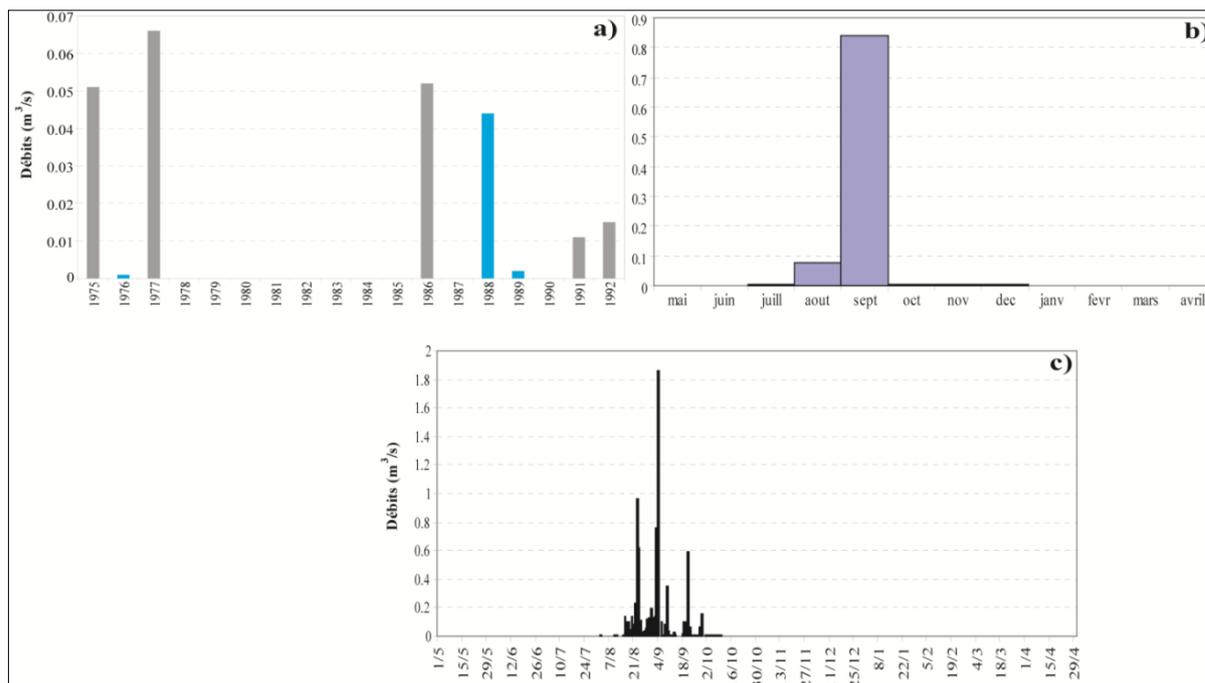
La représentation graphique des IPS annuels calculés permet de mettre en évidence la succession de périodes d'années sèches et d'années humides plus ou moins marquées (figure 28). La pluviométrie interannuelle est très variable d'une année à une autre et d'une période à une autre. Une année très pluvieuse et une année sèche peuvent se succéder brusquement sans transition : par exemple entre 1958 et 1959.

**Figure 28** : Variation temporelle des indices de pluie standardisée à Mbour (1930-2013)



L'analyse de la figure 28 permet de distinguer trois périodes dans l'évolution de la pluie à Mbour : la période 1930-1969 relativement humide ; la période 1970-1999 qui correspond à la période sèche et enfin la dernière décennie qui est caractérisée, par un retour à des conditions humides et par une variabilité interannuelle plus forte des précipitations (BODIAN, 2014).

**Figure 29** : Débits de la Somone sur la période 1975-1992 : (a) module annuel ; (b) cycle saisonnier des écoulements et (c) débits journalier moyen



Tous ces paramètres évoqués sont des termes du bilan hydrologique et définissent ce qu'on appelle l'abondance moyenne annuelle. Naturellement chacun des termes du bilan peut être pondéré par divers paramètres climatiques et géographiques.

**Tableau 5** : Volume d'eau écoulé par la Somone sur la période 1975-1992

Années	Pluie Moyenne (mm)	Module (m³/s)	Volume (m³)	Lame (mm)
1975	591.9			4.029
1976	453.7	0.001	31 536	0.1
1977	221.9			5.214
1986	380.5			4.108
1988	548.3	0.044	1 387 584	3.5
1989	558.9	0.002	63 072	0.2
1991	340.9			0.869
1992	317.4			1.185
Moyenne	426.7	0.01567	494064	2.4

Le tableau 6 présente les principaux paramètres du bilan de l'écoulement du bassin de la Somone. Ce tableau montre la faiblesse des écoulements de la Somone avec un volume annuel moyen de 494 064 m³. La faiblesse des écoulements associée à la multiplicité des retenues d'eau fait que les apports d'eau douce à la Lagune sont très faibles (Tableau 6) pour créer l'effet de sache pendant les périodes de crues.

**Tableau 6** : Estimation des volumes d'eau arrivant à la Lagune de la Somone par ruissellement du bassin versant intermédiaire non contrôlé par les ouvrages hydrauliques

	Rapport de Surface	Ruissellement (m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Volume arrivant à la Lagune (m <sup>3</sup> )
Bassin Somone	0.779	109093	603157	79956
Bassin Station Hydro	-	-	494064	
Bassin Dernier Ouvrage	0.941	29137	523201	

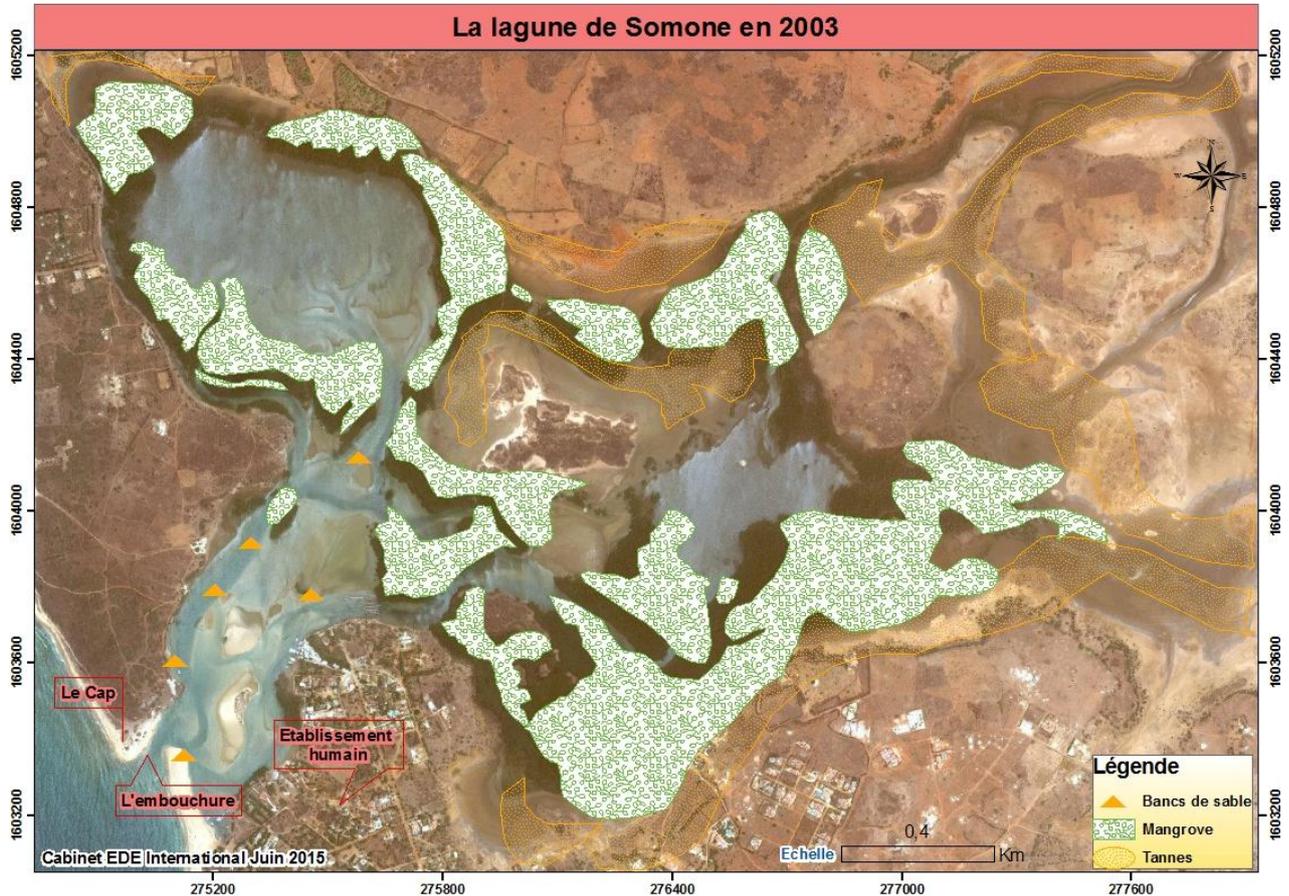
A partir des données pluviométriques ponctuelles, nous avons calculé les pluies de bassin par la méthode du krigeage (BAILLARGEON, 2005; ALI *et al.*, 2008). Les valeurs ainsi obtenues seront utilisées dans le calcul des paramètres du bilan hydrologique du bassin de la Somone. L'ensemble des paramètres évoqués dans la méthodologie constitue les termes du bilan hydrologique et définit ce qu'on appelle l'abondance moyenne annuelle. Naturellement chacun des termes du bilan peut être pondéré par divers paramètres climatiques et géographiques. La Figure 30 met en exergue la faiblesse des écoulements de la Somone qui sont concentrés dans deux mois : aout et septembre avec un débit journalier maximum de 1.8 m<sup>3</sup>/s. La faiblesse des débits s'explique par la faible capacité d'écoulement du bassin avec un coefficient d'écoulement faible. Ainsi, c'est moins de 1 % de la pluie reçue qui peut être écoulé par le bassin versant.

## 5.4. Analyse des données cartographiques

L'analyse des données cartographiques a permis de faire les constats suivants :

- une expansion importante des mangroves et des tannes entre 2003 et 2015. En effet, en 2003, les surfaces des mangroves et des tannes s'élevaient respectivement à 0,98 km<sup>2</sup> et 0,74 km<sup>2</sup>. La figure 33 rend compte de cette réalité.

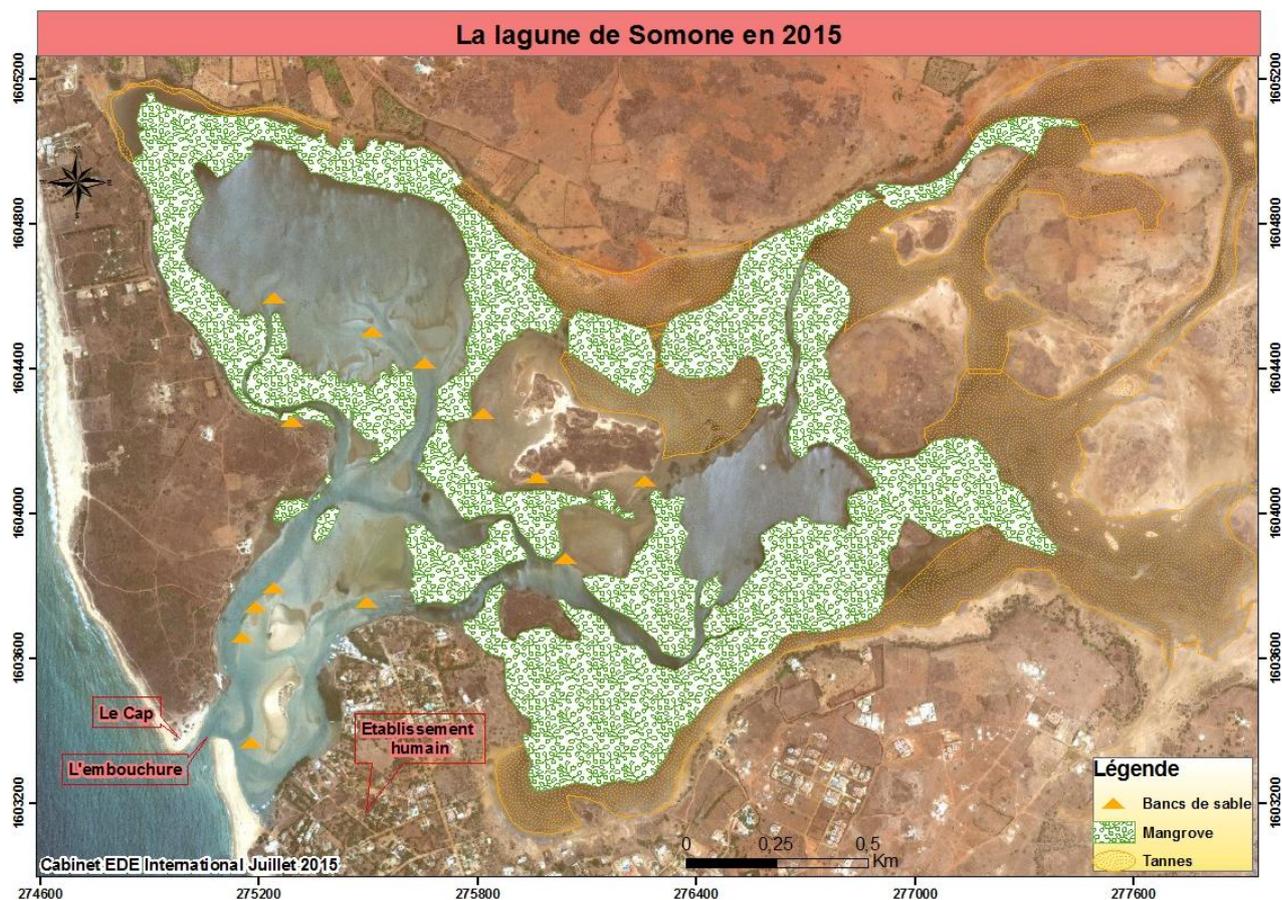
Figure 30 : Situation de la mangrove et des tannes de la lagune en 2003



Une évolution notable (figure 31) a été observée pour la mangrove en 2015 avec notamment une progression d'environ 0,25 km<sup>2</sup>, soit une superficie de 1,17 km<sup>2</sup>.

Pour les tannes, la surface est passée de 0,74 km<sup>2</sup> en 2003 à 1,03 km<sup>2</sup> en 2015 soit une progression de 0,29 km<sup>2</sup>.

Figure 31 : Situation de la mangrove et des tannes de la lagune en 2015



Comme constaté durant la phase de régression, la proportionnalité entre surfaces de mangrove et tannes est inverse dans cette phase de recolonisation. Les résultats de la visite de terrain montrent que la recolonisation de la mangrove se fait sur des espaces occupés initialement par les anciennes mangroves.

Au total, les résultats cartographiques montrent une évolution spatio-temporelle de toutes les unités morphologiques observées au niveau de la lagune (mangrove, bancs de sable, tannes, etc.) entre 2013 et 2015. Nous avons également observé une dynamique spatiale de l'occupation humaine avec des implantations de plus en plus importantes.

#### 5.4.1. Analyse des zones sensibles dans la lagune

La lagune de Somone présente des zones sensibles sur lesquelles une attention particulière est requise. Il s'agit essentiellement de la présence d'une avifaune variée, de l'écosystème de mangrove, et de sites rituels jugés sacrés à l'intérieur de la lagune.

La lagune abrite une faune aviaire assez riche et diversifiée. Les travaux de DIOP et KONATE (2005), TROPIS (2004), BA et DIOUF (2012) montrent que la faune de l'estuaire de la Somone est variée. Il existe en effet une avifaune diversifiée<sup>4</sup> estimée à **2059** individus, répartie en 34 espèces (Rapport mensuel RNICS Mai 2014).

Cette avifaune s'abrite principalement sur les bancs de sable devenus des reposoirs d'oiseaux et sur la mangrove pour la nidification.

Parallèlement à cette faune aviaire, la sensibilité environnementale de la lagune s'apprécie également à l'existence d'un paysage de mangroves, dont les espèces végétales ont dû développer des adaptations

<sup>4</sup> Avec une nette prédominance des laridés, notamment la sterne caspienne qui enregistre 824 individus et le goéland railleur avec 245 individus. A cela s'ajoute, un effectif assez important de spatules blanches malgré leur statut de migrateur palé arctique (60 individus observés) par contre seul 05 individus de balbuzard pêcheur ont été observés et une avocette élégante.

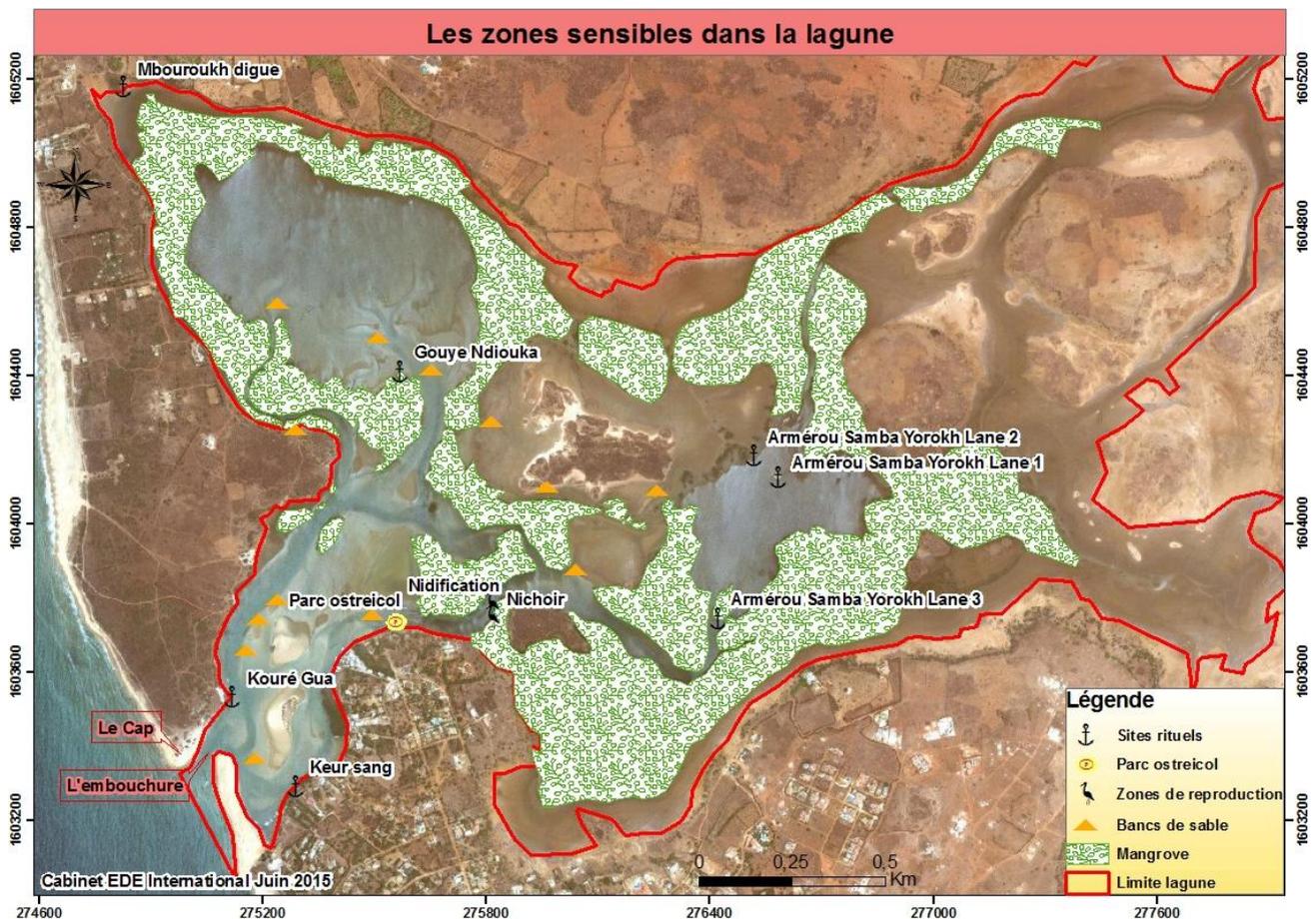
physiologiques nécessaires. Les principales espèces de la mangrove identifiées occupent les zones de vasières atteintes par les hautes marées. L'espèce *Rhizophora mangle* occupe la zone centrale la plus immergée, *Rhizophora racemosa* est présente en une relique à l'embouchure sur la rive gauche, *Avicennia africana* moins tolérante à l'immersion reste sur la zone périphérique et en fin le *Conocarpus erectus* se situe plus en hauteur, sur l'interface entre le milieu marin et la terre ferme.

Enfin, au plan sociologique, la lagune est le siège de sites sacrés fortement ancrés dans l'imaginaire collectif des populations de Somone. Il s'agit de zones de sensibilités sociales à prendre en compte de concert avec ceux qui sont considérés comme les gardiens des traditions.

Au total, la lagune de la Somone apparaît comme un milieu où les sensibilités environnementale, écologique et rituelle nécessitent d'être prises en compte avant toute opération de dragage. Il a été constaté depuis des années un ensablement important de la lagune causée en partie par l'action de l'érosion côtière qui se traduit par une perte de surface de plan d'eau. Ces formations sableuses sont devenues des lieux de reposoir d'oiseaux avec notamment la présence de certaines espèces comme le héron cendré (*Ardea cinera*), pélican gris (*Pelecanus rufescens*), etc.

Par ailleurs, la lagune est constituée de sites sacrés qui sont des zones interdites, qui seraient habitées par des génies ; c'est au niveau de ces zones que s'effectuent les sacrifices organisés par les Saltigués pour chasser les mauvais esprits. La carte de la figure 32 présente les zones sensibles identifiées dans la lagune.

Figure 32 : Les zones sensibles



## 6. VERS QUEL PLAN DE DRAGAGE DE LA LAGUNE DE SOMONE ?

L'hydrosystème de la lagune de la Somone fonctionne autour de trois principales entités: l'ensemble bassin versant de la Somone, la lagune en tant que plan d'eau permanent, la marée qui remonte régulièrement les chenaux. Des résultats de l'étude, il ressort que le principal problème de la lagune est son colmatage progressif. Les facteurs qui contrôlent ce phénomène sont à la fois naturels et surtout anthropiques.

Les observations *in situ* (diagnostic préliminaire) ont montré que l'anthropisation de « l'hydrosystème Somone » est lisible à l'échelle de microbassins: aménagements isolés avec des intérêts très souvent déconcertés. Alors qu'un plan d'action à l'échelle d'une seule de ces unités, peut avoir des conséquences importantes et non maîtrisées sur le fonctionnement d'ensemble. L'approche doit être perçue par les gestionnaires, les décideurs et l'ensemble des acteurs comme des liens vitaux dont dépend la survie du complexe laguno-estuarien de la Somone.

### 6.1. Le dragage de la lagune de la somone : diagnostic des acteurs

Les analyses topobathymétriques et hydrosédimentaires effectuées ont permis de comprendre le fonctionnement naturel du système; elles guident l'action du dragage. Cependant, si la connaissance de l'hydrosystème est fondamentale dans l'orientation technique de l'aménagement, sa portée serait limitée si les savoirs locaux ne sont intégrés. La lagune de la Somone est un écosystème qui porte un poids socioculturel lourd, dimension qu'il faut prendre en compte jusqu'au choix des zones du dragage. Les préoccupations exprimées par les usagers et les gestionnaires de la lagune de la Somone sont très importantes dans l'analyse des stratégies de gestion des dynamiques en cours. Une telle approche permet de mesurer et de choisir l'échelle d'intervention (dragage) par rapport au fonctionnement global du système. Notre angle d'analyse repose sur une approche anthropophysique. Le tableau 7 exprime les logiques des acteurs avec lesquels, nous avons eu des entretiens au sujet du dragage de la lagune de la Somone.

**Tableau 7 : Expression des acteurs au sujet du curage de la lagune de la Somone**

Acteurs concernés	Contraintes et préoccupations exprimées	Causes soulevées	Conséquences observées	Solutions dégagées
Mairie de la Somone	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baisse des écoulements ;</li> <li>- Spéculation foncière ;</li> <li>- Ensablement de la lagune;</li> <li>- Risque dissémination de bêtes sauvages jusque dans la lagune en cas de curage ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aménagements hydrauliques dans le BVS ;</li> <li>- Déficit de concertation entre les collectivités locales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retentissement de la navigation dans la lagune ;</li> <li>- Impact sur les activités touristiques;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Désensablement de la lagune ;</li> <li>- Maintient des fonctions écologiques de la lagune ;</li> </ul>
RNICS et écogardes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ensablement avancé de la lagune ;</li> <li>- Baisse du plan d'eau ;</li> <li>- Risque de débordement des eaux du lit en cas de curages</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erosion côtière ;</li> <li>- Retenues d'eau multiples dans le bassin versant ;</li> <li>- Etablissement et activités humaines ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perte de superficie du plan d'eau ;</li> <li>- Risque de perdre des fonctions écologiques importantes dans la lagune ;</li> <li>- Problème de navigabilité de la lagune ;</li> <li>- Baisse des apports d'eaux ;</li> <li>- Augmentation de la salinité dans la lagune et mortalité de la mangrove ;</li> <li>- Disparition des pêches à la ligne et à l'épervier sur la lagune ;</li> <li>- Disparition de certaines espèces (comme le crabe violoniste)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire une étude d'impact environnemental et social (EIES) du curage pour déterminer les impacts probables et proposer des mesures d'atténuation ;</li> <li>- Etudier les conséquences de l'érosion côtière sur la lagune ;</li> <li>- Faire une étude biologiques des nouvelles fonctions dans la lagune (sites de reproduction et de nurserie) ;</li> <li>- Faire des études hydrologiques du BVS ;</li> <li>- Réglementer les aménagements dans le BVS ;</li> <li>- Permettre le remplissage normal des plans d'eau ;</li> <li>- Effectuer le curage sur 07 km de voies d'eaux et sur une profondeur moyenne de 1m ;</li> <li>- Réutiliser le sable du curage pour renforcer les bancs de sable ;</li> <li>- Maintenir les fonctions écologiques de la lagune ;</li> </ul>

Réserve de Bandia				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Multiples aménagements au niveau du bassin versant et des axes hydrauliques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Multiples obstacles à la circulation des eaux : carrière ; construction de routes, digues, retenues à Bandia ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La Somone se meurt en raison des déficits d'écoulements ;</li> <li>- Tariessement prématuré des retenues ;</li> <li>- Assèchement de la partie amont et mortalité de la végétation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prendre des solutions concertées pour desserrer l'étau sur la Somone ;</li> </ul>
Commune de Sindia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perte de la biodiversité ;</li> <li>- Problèmes d'approvisionnement en eau des villages riverains (Guéréo, Sorokhassap, Thiafoura);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ouvrages hydrauliques sur le lit de la Somone ;</li> <li>- Carrières ouvertes dans le Diobass ;</li> <li>- Digue de M. Idrissa Seck ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retard et baisse considérable des eaux en direction de la rivière ;</li> <li>- Blocage du ruissellement naturel des eaux ;</li> <li>- Assèchement des arbres ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redimensionnement des ouvrages ;</li> <li>- Démolition de la digue de M. Idrissa SECK ;</li> <li>- Atténuer les problèmes d'approvisionnement en eau</li> </ul>
Femmes ostréicoles de Guéréo (ASC DEKH GUI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problème d'exploitation continue des ressources de la lagune ;</li> <li>- Le curage de la lagune risque à terme de poser des problèmes d'accès au site d'exploitation des ressources ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Régulation des activités par les gestionnaires de la lagune (repos biologiques)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconversion vers d'autres activités pendant les périodes de repos biologiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pirogues motorisées pour accéder au site en cas de curage de la lagune ;</li> <li>- Mise à disposition de gants, de bottes et combinaison de plongeon et des poches de conservation des huîtres ;</li> </ul>
Acteurs du tourisme	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ensamblage de la lagune ;</li> <li>- Occupation du littoral ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rehaussement du plan d'eau ;</li> <li>- Augmentation des bancs sableux ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disparition progressive de la lagune ;</li> <li>- Baisse capacité de stockage du réservoir ;</li> <li>- Baisse drastique des prises de poissons dans la lagune ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Renforcer les capacités des acteurs (formation gestion des écosystèmes)</li> <li>- Pour le projet de curage, intégrer les croyances locales, car la lagune a un propriétaire ;</li> </ul>
Acteurs de pêche et prestataires privés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ensamblage de la lagune ;</li> <li>- Baisse des profondeurs de la lagune (elle était de 02 il y'a 40 ans, à marée basse, plan d'eau est égal à 1,5 m) ;</li> <li>- Fermeture de la lagune à plusieurs reprises</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baisse du plan d'eau ;</li> <li>- Non-respect des prescriptions des génies de la lagune ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baisse drastique des mises à terre ;</li> <li>- Eloignement des zones de prises ;</li> <li>- Migrations de nombreuses espèces de la lagune vers la mer ;</li> <li>- Disparition des nombreux chenaux de marées ;</li> <li>- La lagune risque de mourir : à cause d'une perte des fonctions qu'elle avait il y'à 20 ans</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le curage peut être une alternative, mais les travaux ne doivent suivre que les anciens chenaux de marées ;</li> <li>- Effectuer le curage entre décembre et février (niveau d'eau à marée basse= 60 cm) ;</li> <li>- Projections sur une carte, des chenaux à curer ;</li> </ul>
Gardiens des pratiques et connaissances locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mutations négatives dans la lagune</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Non respect et négligence des génies protecteurs ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Punition des génies attestée par les nombreux problèmes constatés dans la lagune</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respecter les rites ;</li> <li>- Le curage ne doit pas toucher à l'habitat des génies ;</li> <li>- Obtenir l'autorisation des génies avant le début des travaux de curage ;</li> </ul>

Il ressort du diagnostic des acteurs et au sujet du dragage de la lagune de la Somone, les conclusions suivantes :

- la problématique de l'ensablement de la lagune est une réalité ressentie par tous les acteurs rencontrés à l'échelle du bassin versant, mais elle est davantage vécue par les usagers directs (riverains) de la lagune, tirant leurs moyens d'existence à partir des services rendus par la lagune;
- le dragage est une alternative au problème d'ensablement de la lagune, mais il doit respecter certaines règles propres aux usages de la lagune. Ces exigences sont ainsi exprimées:
- le dragage doit reprendre les anciens chenaux de marées;
- le dragage doit contourner les habitats des génies protecteurs de la lagune;
- le dragage doit obtenir l'autorisation des génies avant toute intervention technique dans la lagune;
- faire une étude d'impact environnemental et social du dragage et en prévoir des mesures d'atténuation ;
- réaliser les travaux durant la période de décembre à février où les niveaux de marées sont plus favorables.

Si le dragage de la lagune est une alternative exprimée par l'ensemble des acteurs, tout laisse à croire que sa portée serait limitée dans le temps, s'il ne s'accompagne pas de mesures techniques et institutionnelles visant à réguler les sources d'alimentation de la lagune. A ce propos, les analyses sont presque unanimes sur le fait que les problèmes vécus relèvent d'une responsabilité humaine:

- l'ensablement de la lagune s'explique par les aménagements effectués en amont et à l'érosion côtière;
- les aménagements engendrent des déficits d'écoulement vers la lagune et posent des problèmes d'approvisionnement en eau au niveau de certains villages riverains de la lagune;
- l'ensablement de la lagune a eu pour effet, une baisse de ses profondeurs, une réduction du plan d'eau, une migration des espèces et des activités de pêches sportives vers la mer;

Si le dragage de la lagune est une alternative exprimée, force est de reconnaître qu'une telle action n'a jamais été réalisée dans la zone du projet. Le diagnostic montre plutôt des actions isolées et déroulées selon les prérogatives et les moyens dont disposent les acteurs même si l'activité du dragage de la lagune était bien planifiée dans le plan de gestion de la RNICS. Les actions de routines observées et exprimées par les acteurs tournent autour de: reboisement (GIE des femmes, Ecogardes, RNICS), de la Surveillance et Suivi écologiques.

Les fonctions varient suivant les zones à l'échelle du bassin versant, mais il existe peu de synergie entre les actions des acteurs. On peut souligner quelques fonctions/usages importants qui tournent autour de la rivière et de la lagune de la Somone:

- fonctions écologiques (réserve, forêts de Bandia, etc.);
- fonction socio-économique (zone de culture, zone d'élevage, zone d'habitats, zone de chantier, dans le secteur de Kissane, zone de pêche, de tourisme, etc.);
- fonction culturelle (lieux de culte à l'intérieur de la lagune).

A la suite, d'une analyse anthropophysique du complexe laguno-estuarien de la Somone, sur toile d'informations documentaires et de terrains, il apparaît que simple d'apparence, l'action de dragage devient plus complexe si on s'interroge alors sur ce que devrait être son impact pour l'amélioration du système déjà fortement éprouvé.

## 6.2. Analyse des scénarii de gestion de la lagune de la Somone

Les analyses ont permis de poser des questions spécifiques relatives l'ensablement de la lagune. La suppression de l'effet de chasse naturel (curage naturel) des eaux de ruissellement venues du haut bassin a entraîné un ensablement progressif du réservoir. Ce qui revient à se demander si le dragage peut recréer le phénomène inverse souhaité. Dès lors, nous avons jugé nécessaire pour bien cerner les enjeux de cet aménagement et compte de tenu de l'ensemble des informations mobilisées, comparer deux variantes: (i) la lagune de la Somone sans dragage (scénario 1), (ii) la lagune de la Somone avec dragage (Scénario 2).

### 6.2.1. Scénario 1 : la lagune de la Somone sans dragage?

A la lumière de tout ce qui précède, les effets négatifs qui découleraient d'une situation sans projet sont presque évidents. Le scénario du *statu quo* serait synonyme de la poursuite des tendances actuelles qui signeraient à long terme, la mort de la lagune. Le terme «mort» est souvent utilisé par les acteurs pour qualifier les profondeurs du désastre qui serait issu de l'inaction. Au regard du fonctionnement du système et des multiples fonctions de la lagune, les situations qu'on peut attendre du scénario sans projet sont entre autres :

- *l'ensablement de la lagune va se poursuivre*: une telle conséquence se justifierait par des apports sédimentaires marins plus importants que les débits massiques continentaux. L'absence d'écoulement renforcerait la massification des bancs sableux;
- *la vase (particules fines) va disparaître progressivement au profit du sable (particules grossières)*. Or, la vase est un faciès caractéristique des sites d'estuaires. Elle se caractérise par une forte teneur en fractions fines et en matières organiques. Si la dynamique actuelle se poursuit, la Somone risque de perdre ses fonctions d'estuaire et donc, les fonctions écologiques associés aux unités morphoécologiques;
- *le plan d'eau va se rétrécir au profit des dunes littorales*: l'ensablement des chenaux de marées et du plan d'eau se traduira par une baisse des capacités de stockages du réservoir. Le plan d'eau va évoluer vers un delta littoral à effet de houle avec un potentiel d'infiltration plus important du biseau salé. A la longue, la lagune pourrait s'assécher et constituer juste, une zone de fluctuation de la marée;
- *des inondations de plus en plus fréquentes dans les villages environnants*: la baisse de la capacité de stockage du réservoir s'accompagnera des phénomènes d'inondations plus fréquentes en saison des pluies et pendant les marées de vives-eaux. Si le phénomène s'accroît, ces inondations seront même ressenties pendant les marées ordinaires;
- *des modifications sur les caractéristiques physiques du sol et de l'eau de l'estuaire*: la faiblesse des apports d'eaux douces à partir du ruissellement, *en sus* du colmatage des circuits naturels des eaux, risqueraient de modifier à terme certains paramètres tels que le pH, la CE, le Carbone organique des eaux et des sols de la lagune avec notamment, des risques élevés de disparition d'espèces caractéristiques des estuaires. Cette dynamique pourrait même engendrer à la longue, une mortalité de la mangrove.
- *des impacts négatifs pour le tourisme et la pêche*: la dynamique d'ensablement de la lagune poserait des difficultés à certains sites, surtout ceux situés bien à l'intérieur de la lagune. Les circuits des balades seraient impraticables et le tourisme de vision et culturel sera affecté. De même, certaines activités de pêche actuellement en cours au niveau de la lagune seront difficilement praticables (pêche à la marche avec filet, pêche avec hameçon, etc.);
- *quelques effets positifs liés à l'ensablement de la lagune*: il faut souligner que la dynamique d'ensablement en cours est à l'origine de l'apparition de certaines espèces (surtout des oiseaux et poissons) adaptées au milieu sableux de faibles profondeurs. La dynamique actuelle (fréquence des bancs sableux) garantit à la faune aviaire des conditions d'alimentation et de repos même si ces conditions ne sont pas encore réunies pour une reproduction à grande échelle. De même, l'exploitation des arches et huitres conduite actuellement par les femmes originaires du village de Guéréo (GIE DEKH GUI), est consécutive à l'ensablement de la lagune. A terme, il conviendra de prendre en compte ces nouveaux usages de la lagune avec le projet de dragage du site. Une Etude d'Impact Environnemental et Social (EIES) devrait permettre de fixer les stratégies d'atténuations du projet de dragage de la lagune sur ces nouveaux usages observés.

En substance, le scénario sans dragage de la lagune de la Somone serait lourd d'impacts. La conséquence la plus perceptible actuellement même par un visiteur ordinaire, est la massification des bancs sableux et la texture sableuse du sol de surface. Une telle dynamique serait indicatrice d'une forte dégradation granulométrique, justifiant la déconstruction lente, mais progressive de l'estuaire de la Somone. Ce mécanisme s'explique par un déficit sédimentaire continental, car la lagune de la Somone est amputée de ces apports continentaux par une suite d'ouvrages de retenues, édifiés le long de son lit. A terme, la lagune de la Somone risquerait de perdre ses caractéristiques lagunaires, pour former un autre paysage de type bras de mer ou sebkha littoral. Cependant, le complexe laguno-estuarien de la Somone, quoique peu fonctionnel aujourd'hui, continue à rendre des services écosystémiques, économiques et culturels importants pour la zone. C'est pourquoi sa sauvegarde demeure une nécessité et une attente forte des usagers. Mais, le projet de dragage de la lagune (scénario 2), serait-il synonyme de bienfaits?

### 6.2.2. Scénario 2 : la lagune Somone avec dragage?

A contrario du scénario sans projet, les effets attendus du dragage de la lagune de la Somone seraient des changements positifs, du moins sur certaines formes de dégradation en cours dans la lagune. **Le dragage des chenaux d'alimentation et de drainage de la lagune aura des effets positifs sur le remplissage de la lagune.** Ainsi, cette réponse technique à l'échelle de la lagune pourrait *in fine*, restaurer certaines fonctions de la lagune. Globalement, les effets positifs attendus de l'application du scénario 2, sur une échelle de temps variable sont :

Au plan morpho-écologique, les effets attendus s'annoncent ainsi:

- une augmentation de la lame d'eau en faveur d'une correction des profondeurs des chenaux d'alimentation et de drainage;
- une augmentation du plan d'eau par la réduction des dépôts sableux (rapport entre superficie couverte par les eaux, superficie couverte par la mangrove et superficie couverte par les bancs sableux.

Au plan écologique, économique et culturel, les effets attendus du dragage de la lagune sont:

- un accès plus facile des touristes et piroguiers aux circuits pour les balades dans la lagune, donc une navigabilité plus importante dans la lagune même pendant les périodes de marées basses;
- un retour possible, des activités de pêches sportives et de plaisances, donc un site plus attractif pour les touristes désireux de visiter les sites de nidifications qui seront aménagés, les sites sacrés, etc.;
- un retour possible, mais sur une échelle de temps plus longue de certaines espèces déclarées disparues de la lagune avec l'ensablement, la réduction des profondeurs et les modifications du pH de l'eau.

Cependant, même si une action technique (dragage) peut constituer une alternative au problème d'ensablement de la lagune, elle peut tout de même engendrer des effets négatifs dont les mesures d'atténuation pourraient être mieux élucidées dans le cadre d'une Etude d'Impact Environnemental et Sociale (EIES) du projet de dragage. Les effets immédiats qui peuvent découler des travaux de dragage de la lagune sont entre autres:

- le rehaussement du plan d'eau entraînerait un accès plus difficile des femmes de Guéréo (GIE DEKH GI) à leur site de travail (cette inquiétude a été soulignée par elles lors des entretiens in situ);
- l'augmentation des profondeurs, perturbe certains nouveaux usages de la lagune comme l'exploitation des arches et huitres qui, faut-il le rappeler, constituent des animaux inféodés aux substrats marins sableux de faible profondeur. De même, certaines espèces d'oiseaux qui fréquentent actuellement la lagune de la Somone, pêchent dans les zones de faibles profondeurs;
- le dragage de la lagune, s'il n'est pas sélectif (c'est-à-dire ciblé), pourrait affecter certains sites sensibles de la lagune (sites de nidification, sites sacrés, voir la carte des zones sensibles de la lagune);
- le dragage pourrait, de façon passagère, engendrer pendant la période d'exécution des travaux des perturbations écologiques (piétinement des espèces par les engins, perturbations repos des oiseaux et/ou autres espèces);

- le dragage pourrait également engendrer des dégâts sur la végétation (faucordage) et poser des problèmes de sécurité pour certaines activités comme celles liées au ramassage des arches et des huitres.

**Tableau 8** : Analyse comparée des effets attendus des scénarii analysés

Effets attendus	Scénario 1: lagune sans dragage	Scénario 2: lagune avec dragage
<i>Effets positifs</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Activités économiques (arches et huitres) ;</li> <li>- Faune aviaire (fréquentation et alimentation ;)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation de la lame et du plan d'eau ;</li> <li>- Accès plus facile des circuits touristiques et piroguiers ;</li> <li>- Un retour possible, des activités de pêches sportives et de plaisances ;</li> <li>- Site plus attractif pour les touristes ;</li> <li>- Retour possible de certaines espèces ;</li> </ul>
<i>Effets négatifs</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'ensablement de la lagune va se poursuivre ;</li> <li>- La vase va disparaître progressivement au profit du sable ;</li> <li>- Le plan d'eau va se rétrécir au profit des dunes littorales ;</li> <li>- Des inondations de plus en plus fréquentes sur les villages environnants ;</li> <li>- Des modifications sur les caractéristiques physiques du sol et de l'eau de l'estuaire ;</li> <li>- Des impacts négatifs pour le tourisme et la pêche ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accès plus difficile des femmes de Guéréo (GIE DEKH GI) à leur site de travail ;</li> <li>- Perturbations de certains usages de la lagune (ramassage des huitres, alimentation des poissons ;</li> <li>- Le dragage pourrait affecter certains sites sensibles de la lagune ;</li> <li>- Le dragage pourrait également poser des problèmes des dégâts sur la faune et flore (travaux des engins), des problèmes de sécurité (ramassage des arches et huitres, animaux et hommes sur la rivière)</li> </ul>

Au regard des ressources actuellement en jeux, les opportunités du scénario 1 ne suffisent pas pour justifier son application. Les impacts qui peuvent découler de son application seront désastreux et difficilement maîtrisables si les tendances se poursuivent. **Ainsi, l'étude recommande l'application du Scénario 2 (scénario avec dragage) dans le court terme. Dans le long terme, des mesures d'accompagnement sont nécessaires pour garantir la durabilité du dragage.**

### 6.3. Recommandations de l'étude

Les recommandations reprennent les conclusions fortes de l'étude topobathymétrique et sédimentaire, l'analyse des variantes du dragage ainsi que les mesures d'accompagnements. Le consultant a proposé un tracé du curage prenant en compte les transects ciblés au niveau de la lagune et sur une partie de la rivière. L'approche précise aussi, le choix des zones de recharge (utilisations des sédiments issus du curage). Pour ce projet, le dragage concerne *les chenaux de la lagune et une partie de la rivière Somone*. **Les caractéristiques topobathymétriques des chenaux à draguer ainsi que les îlots de rechargement sont précisées par le consultant avec une spécification des côtes de déblaiement et de remblaiement (cf. analyse résultats topobathymétriques).**

#### 6.3.1. Rappel des conclusions de l'étude

Pour rappel, le projet recommande l'application du scénario 2 (scénario lagune avec **dragage**). La nécessité de l'aménagement choisi est analysée par le consultant sous un angle anthropophysique. La technique retenue est le **dragage** des chenaux **principaux et secondaires** sur la lagune et une partie de la rivière Somone (tableau 9).

Tableau 9 : Techniques à bord de la pelleuse

Techniques/ zones d'intervention	Lagune	Une partie sur la rivière
Dragage des chenaux de marées (chenaux principaux et secondaires dans la lagune : CP1-CP2-CS1-CS2)	x	
Dragage du chenal qui alimente la lagune à partir de la rivière (code= CS3)		x

En fonction de la distribution actuelle des altitudes dans le réseau d'alimentation et de drainage de la lagune, pour le dragage, l'étude propose les cotes ci-après :

1. Le chenal de l'embouchure est le seul axe hydraulique qui subisse actuellement un curage naturel par les marées dynamiques. Les côtes actuelles (maximum 1, 5 m IGN) peuvent être maintenues. Ainsi, le dragage peut commencer d'aval en amont ( mer vers la rivière) en maintenant une pente qui permet un remplissage correct de la lagune, mais aussi une altitude minimale pour un tirant d'eau compris entre 1, 5 et 2 m IGN pour permettre une activité continue des ballades dans la lagune même à marée basse. Cependant, de tels travaux nécessitent une bathymétrie de contrôle à la fin du dragage. Ceci pourrait être intégré dans le cahier de charge de l'entreprise en charge du dragage.
2. Sur les axes principaux et secondaires à l'intérieur de la lagune (04 axes : S
3. P1-CP2-CS1-CS2), les cotes de déblaiement devraient se situer entre 1m et 1,5 m IGN.
4. Sur le chenal secondaire (CS3) qui remonte vers la rivière, les cotes devraient se situer entre 2 m et 2,5 m IGN.

### 6.3.2. Mesures d'accompagnement du dragage

Les mesures d'accompagnement, en attendant la réalisation d'une étude d'impact environnemental et social du dragage de la lagune de la Somone, portent sur les aspects techniques et institutionnels.

#### ☐ A l'échelle du bassin versant

Les processus hydrosédimentaires vont bien au-delà de l'espace *stricto sensu* de la lagune. Ainsi, les résultats de l'étude ayant servi au décryptage du fonctionnement de la lagune, aussi complexes soient-ils, montrent que le dragage de la lagune ne peut garantir les apports continentaux. Alors que, pour que le milieu puisse conserver sa fonction d'estuaire, il faudrait favoriser des apports hydrosédimentaires continentaux qui joueraient même le rôle d'effet de curage naturel (effet de chasse). Ainsi, dans le court terme, le dragage consiste à une correction des profondeurs du circuit d'alimentation et de drainage de la lagune Somone. Il concerne la lagune et une partie de la rivière Somone. Dans le long terme, il faut apporter des solutions par une approche concertée (acteurs à l'échelle du bassin versant) sur les ouvrages qui empêchent l'eau de couler vers la lagune. Le diagnostic des acteurs réalisé par le consultant montre d'ailleurs qu'en dehors du dragage, les solutions souvent préconisées par les acteurs sont la réglementation (mise en place de buses) et ou la démolition des ouvrages en amont, d'une part, la gestion concertée (entre collectivités locales) des problèmes, d'autre part.

#### ☐ Au plan institutionnel

Les principales mesures d'accompagnement d'ordre institutionnel sont en rapport direct avec l'option de dragage de la lagune. Il s'agit essentiellement de la distribution des rôles et responsabilités entre les acteurs en jeu. Il est vrai que la RNICS constitue à elle seule une bonne plate-forme d'échanges entre acteurs, vu sa composition assez diversifiée, mais le dragage de la lagune ne saurait avoir dans la durée l'effet escompté que si les acteurs situés en amont sont suffisamment pris en compte. Dès lors, il s'agit d'impliquer tous les acteurs notamment les gestionnaires de la réserve de Bandia, les promoteurs privés, les agences d'exécution des travaux sur l'emprise du bassin versant, les collectivités locales de Sindia et de Somone et les organisations communautaires de base.

L'enjeu c'est de développer des mécanismes consensuels de gestion des eaux du bassin versant pris dans sa globalité au vu des intérêts divergents des acteurs en jeu. A quelles formes de consensus devrait-on évoluer ?

A quelles fins et selon quelles modalités, les acteurs situés en amont de la lagune de Somone devraient consentir des efforts pour permettre le remplissage des eaux de ruissellement vers la lagune de Somone ?

Les résultats de l'étude d'impact environnemental et social du dragage de la lagune et des variantes proposées permettraient une meilleure redistribution des rôles et responsabilités en fonction de l'intensité (forte, faible, moyenne), de l'étendue (locale, ponctuelle, régionale) et de la durée (court terme, moyen terme, long terme) des impacts pris globalement.

## CONCLUSION

A la lumière des résultats obtenus grâce aux mesures *in situ* sur la topobathymétrie (topographie de fond), la sédimentologie, les analyses hydrologiques et les traitements cartographiques, il s'observe une forte tendance à l'ensablement de la lagune. Cet ensablement se manifeste au plan topobathymétrique et à l'échelle de la lagune, par des profondeurs faibles. Les dépôts sableux dominent l'aire de la lagune et la proportion des matières fines (résultats analyses sédimentaires) est en contradiction avec un écosystème du type estuaire. L'ensablement de la lagune de la Somone résulte des apports sédimentaires marins qui prennent nettement le dessus sur les processus continentaux. La faiblesse des écoulements vers la lagune, attestée par les analyses hydroclimatiques, se justifie par la mise en place de nombreux ouvrages qui retiennent l'eau sur le lit de la Somone. Les risques qui en découlent sont énormes, car l'étude montre qu'au delà du colmatage du plan d'eau lagunaire de la Somone, certaines activités fort dynamiques et très rentables pour les populations sont en péril. Ainsi, le dragage tant souhaité par les acteurs (résultats diagnostic des acteurs) est une alternative crédible au problème d'ensablement de la lagune. Cependant, compte tenu du rôle central que joue la lagune au plan économique, environnemental et culturel, ce dragage doit être ciblé. C'est dans cette optique que, l'étude recommande une réhabilitation des chenaux d'alimentation et de drainage de la lagune. De façon spécifique, l'étude a proposé un tracé pour le dragage et identifié des sources de réutilisation des sédiments prélevés.

- Dans la zone aval de la lagune (en direction de l'embouchure), le dragage pourrait être envisagé notamment sur les chenaux principaux (02 chenaux principaux et 02 chenaux secondaires) qui sont généralement utilisés pour les ballades en pirogues. Un chenal secondaire ensablé (0,5 m IGN) raccorde, ce réseau ramifié à la rivière. Il constitue un axe hydraulique à réhabiliter pour favoriser des écoulements de la rivière vers la lagune et vice-versa. Le dragage doit maintenir une pente (côtes entre 1,5 et 2 m IGN) pour favoriser un remplissage normal de la lagune et permettre une bonne circulation dans les chenaux même en période de marée basse avec un tirant d'eau maximal de 1,5 m.
- Les sédiments issus du dragage pourraient être réutilisés pour le rechargement des ilots sableux de l'intérieur (deux ilots sont ciblés) avec une côte maximale de 03 m IGN car les sédiments prélevés dans les chenaux présentent la même parenté génétique que les bancs sableux (forte proportion en sable). Ces ilots aménagés peuvent constituer des espaces de reproduction de la faune aviaire. Cependant, ils devraient être protégés par une ceinture de cordon pierreux pour empêcher une redistribution rapide des sédiments.
- Le dragage de la lagune de la Somone permet certes de restaurer des fonctions capitales (écologiques, économiques, culturelles), mais sa durabilité dépend des mesures institutionnelles à prendre à l'échelle du bassin versant. Une approche concertée devrait à terme améliorer les écoulements vers la lagune par la modification et/ou la suppression des ouvrages qui retiennent l'eau en amont. L'insuffisance voire l'inexistence de ces écoulements est à l'origine de la pauvreté de la lagune en matières fines qui nourrissent les mangroves (résultats analyses sédimentaires).
- Enfin, les travaux de dragage de la lagune de la Somone doivent être précédés d'une Etude d'Impact Environnemental et Social (EIES). Cette étude pourrait à terme donner des orientations utiles concernant les mesures d'atténuation des impacts négatifs soulevés déjà par l'étude bathymétrique et sédimentaire (voir analyse des variantes). Elle permettrait aussi une meilleure redistribution des rôles et responsabilités notamment dans la mise en œuvre du plan de suivi et de surveillance environnementale.

Vu les menaces d'ordre physique et anthropique qui mettent en péril la survie et le devenir de la lagune de Somone, son dragage constitue une solution fortement recommandée. Cependant, les autorités doivent se saisir des enjeux sous-jacents à travers une approche participative et inclusive de toutes les parties prenantes impliquées dans le circuit des écoulements de la rivière vers la lagune.

## BIBLIOGRAPHIE

- BA et al., (1995). Evolution côtière au Sénégal. Les flèches sableuses de la Langue de Barbarie et de Sangomar, Rapport Final EPEEC, UNESCO, 1-8p.
- BENGA E. (1984). Etude géomorphologique de la mangrove de l'estuaire de la Somone. Rapport "Etude des mangroves et estuaires du Sénégal Saloum et Somone », 88 p.
- CSE. (2004). Etude et cartographie du phénomène de l'érosion côtière dans la zone de Saly Portudal, rapport final, 28p.
- DIARA M. (1999). Formation et évolution fini-holocène et dynamique actuelle du delta Saloum-Gambie (Sénégal-Afrique de l'ouest). Thèse Sci. Nat., Université de Perpignan, 161 p.
- DIOP E.S. (1990). La côte ouest africaine du Saloum (Sénégal) à la Mellacorée (République de Guinée). Collection Etudes et Thèses, éditions de l'ORSTOM, Paris, 381 p.
- DIOP M., Konaté M. (2005). L'approche écosystémique et la gestion par bassin versant: le cas de la Somone, rapport du Focus de conservation, 03 pages.
- FAYE I.B.ND. (2010). Dynamique du trait de côte sur les littoraux sableux de la Mauritanie à la Guinée-Bissau (Afrique de l'Ouest) : Approches régionale et locale par photo interprétation, traitement d'images et analyse de cartes anciennes. Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale, 393 p.
- FAYE P., BA C. O., et Diouf S. (2012). Gestion communautaire durable et décisions nationales d'aménagement administratif et territorial. Le cas de la Réserve communautaire: la Somone, étude de cas de Negos-GRN, 10 pages.
- KALY J.L. (2001). Contribution à l'étude de l'écosystème mangrove de la Petite Côte et essai de reboisement. Thèse de 3ème cycle, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 208 p.
- NARDARI, B.(1993). Analyse de la houle sur les côtes du Sénégal, application à la pointe de Sangomar. Rapport de stage UTIS, ISRA/ ORSTOM, Dakar, 31 p.
- Rapport mensuel de la RNICS, Mai 2014.
- Rapport Plan de gestion de la Réserve Naturelle d'Intérêt Communautaire de la Somone ( RNICS)
- RIFFAULT, A.(1980). Les environnements sédimentaires actuels et quaternaires du plateau continental sénégalais (sud de la presqu'île du Cap-Vert). Thèse de 3ème cycle, Université de Bordeaux I, 145 p.
- SAKHO I. (2011a). Evolution et fonctionnement hydro-sédimentaire de la lagune de la Somone, petite cote, Sénégal, Thèse de doctorat de Géologie, Université de Rouen, 252 pages.
- SAKHO I. et al., (2011b). Rôle des forçages climatiques et anthropiques sur l'évolution des écosystèmes tropicaux de mangrove : exemple de la Somone, Sénégal. Pangea, 47, 71-78
- SALL M. (1982). Dynamique et morphogenèse actuelles au Sénégal Occidental. Thèse d'État en géographie, U.L.P., Université de Strasbourg I, 604 p.
- SARR J. (2007). Les bas-fonds du Tarare. Thèse de doctorat 3e cycle en géographie, UCAD, Dakar, 337 p.
- SÈNE I. (2009). Étude des eaux de surfaces du Plateau de Thiès. Mémoire de master 2 en géographie, UGB, Saint-Louis, 133
- TESSIER F. (1952). Contribution à la stratigraphie et à la paléontologie de la partie ouest du Sénégal (Crétacé et Tertiaire). Bull. Dir. Mines AOF, 14, 2T, 571 p.
- TROPIS. (2004). Audit environnemental du bassin versant de la Somone. Dakar, 109 p.
- [www.graim.sn/plateaudethiès](http://www.graim.sn/plateaudethiès): Les conséquences écosystémiques et socioéconomiques de la dégradation du Plateau de Thiès sur ses zones d'influence

## ANNEXES

## Annexe 1 : Termes de référence de l'étude

## INFORMATIONS GÉNÉRALES

### Pays bénéficiaire

République du Sénégal

### Pouvoir adjudicateur

### Le Régisseur

### Éléments d'information utiles concernant le pays bénéficiaire

L'extraction de sable sur les plages comme sur le plateau continental, la forte pression démographique, la pollution, (...) et le changement climatique ont fini par accentuer le phénomène de l'érosion qui menace la survie de millions de personnes sur les côtes africaines et du monde en général.

Au Sénégal, ces populations sont aujourd'hui menacées par le relèvement du niveau de la mer, avec le recul du trait de côte de l'ordre de 0,5 à 1 m par an d'après les études de vulnérabilité des côtes sénégalaises réalisées dans le cadre du Plan d'actions national d'adaptation (PANA). Les conséquences d'un tel phénomène naturel touchent tous les secteurs clés de l'économie nationale à travers la baisse de la productivité agricole (processus de salinisation des terres avec l'intrusion marine), la réduction de la biodiversité marine (modifications des upwellings), les risques d'inondation des infrastructures portuaires et routières, la destruction des équipements touristiques et les pertes de plages pour ne citer que ces exemples.

C'est dans ce contexte que le Gouvernement du Sénégal a accordé une priorité fondamentale à la lutte contre l'érosion côtière et à l'adaptation aux changements climatiques.

Depuis 2005, le gouvernement du Sénégal met en œuvre divers programmes et projets en vue de l'adaptation à l'érosion côtière. En effet, la zone côtière sénégalaise, d'une longueur de 700 km de côte, est menacée par ce phénomène d'érosion côtière qui exacerbée par le réchauffement climatique, est devenue une préoccupation majeure au cours des dernières années. Ainsi, vu l'urgence et le risque associé pour certaines populations et infrastructures des ouvrages de protection ou des solutions d'aménagements ont été effectués, notamment sur les zones les plus vulnérables comme Saint-Louis, Rufisque, Saly, Joal, Dakar et la Casamance.

C'est dans ce cadre que s'inscrit le projet de gestion intégrée des zones côtières du Sénégal financé par l'Union Européenne.

### Situation actuelle dans le secteur concerné

#### ❖ Au niveau juridique et institutionnel

Les réponses qui ont été apportées par le Sénégal en matière de protection du milieu marin et côtier peuvent ainsi être résumées :

#### **Le code de l'Environnement : loi 2001-01 du 15 janvier 2001**

La loi 2001-01 du 15 janvier portant Code de l'Environnement 2001 et son décret d'application n°2001-282 du 12 avril 2001 réglementent la gestion et la préservation du milieu marin, notamment les cas de dégradation et déterminent les sanctions applicables aux infractions environnementales en milieu marin et côtier. Ainsi, elle définit les principes de précaution et d'actions préventives afin de prévenir tout risque de dommage grave, irréversibles à long terme et qui doit conduire à agir pour prévenir les atteintes à l'environnement.

Son article L69 dispose qu'aucune occupation du Domaine Public ne doit porter atteinte ni le libre accès des D.P.Maritime et Fluvial ni la libre circulation des personnes et des biens ni être source d'érosion ou de dégradation du site. Il réglemente aussi la nature des équipements dans les espaces proches du rivage qui doivent être légères et démontables.

Le respect des dispositions de l'article L 48 du Code de l'Environnement relatives à l'évaluation environnementale préalable des politiques, stratégies, plans programmes et projets, constitue un engagement fort du gouvernement.

Par ailleurs, notons que d'une part, le code de l'environnement est en révision, et d'autre part, un projet de loi littoral est dans le circuit pour renforcer les instruments légaux de protection du milieu côtier contre toutes les formes d'agression.

Cette loi devrait permettre de réglementer l'urbanisme et les équipements dans les espaces proches ou éloignés du rivage et de fixer un cadre juridique pour les nombreuses décisions concernant la Protection, l'Aménagement et la Mise en Valeur du littoral.

#### ❖ **Sur le plan organisationnel et des capacités techniques**

Afin de faire face aux problèmes causés par les CC, le Sénégal s'est doté depuis 1994 d'un Comité National sur les Changements Climatiques (COMNACC) qui a été institué en 2003 par arrêté n°1220 du 07 mars 2003 du Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature (MEPN).

Cependant, devant l'ampleur des effets néfastes des CC et l'urgence de la situation ainsi observée sur le littoral, le Gouvernement du Sénégal a mis en place un cadre institutionnel plus fort lui permettant d'assurer la coordination des interventions dans ce domaine par l'édition du décret n° 2011-1689 portant création du COMNACC placé sous l'autorité du MEPN.

Le Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature à travers la Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés s'est doté d'une nouvelle structure notamment : la Division Gestion du Littoral. Elle a pour -(entre autres)- mission :

- de faire le suivi des programmes et projets de gestion du littoral et d'adaptation aux changements climatiques et à ses effets connexes,
- d'assurer l'application de la réglementation sur les zones côtières sénégalaises,
- d'appuyer les promoteurs de projets à la mise en œuvre des plans de gestion des zones côtières,
- etc.
- Dans le même ordre d'idées, il a été créé un comité de pilotage des activités de protection du littoral avec pour mission entre autres :
- initier toute réflexion ou action de nature à contribuer à une meilleure connaissance du phénomène d'érosion côtière ;
- donner des avis sur l'orientation des programmes et projets relatifs au littoral ;
- proposer au Gouvernement toute mesure de portée nationale pouvant concourir à une meilleure protection du littoral.

#### **Programmes liés et autres activités des bailleurs de fonds**

En synergie avec différentes institutions et organisations nationales/internationales, divers programmes et projets sont mis en œuvre par le MEPN au niveau des sites les plus vulnérables et au niveau national. Ces actions se résument généralement à faire l'analyse économique des options d'adaptation selon les sites pilote, réaliser les travaux (études) de faisabilité et d'ingénierie pour la mise en œuvre d'actions d'urgence et à développer des outils dynamiques de suivi des données géo-spatiales.

- **Le Projet Adaptation aux Changements climatiques et côtiers en Afrique de l'Ouest** (Projet ACCC) financé par le Fonds Mondial pour l'Environnement (FEM).
- **Le Projet d'Intégration de l'Adaptation aux Changements climatiques dans le développement durable au Sénégal (INTAC)** qui vise à mettre en œuvre des approches intégrées et globales d'adaptation tout au long du littoral et à réaliser des ouvrages de protection côtière.
- **Le Projet d'adaptation à l'érosion côtière dans les zones vulnérables au Sénégal**, financé dans le cadre du Fonds d'Adaptation aux Changements Climatiques (FACC), en vertu du Protocole de Kyoto pour aider les pays en développement particulièrement exposés aux effets et impacts néfastes du Changement Climatique(CC).
- **Le programme régional de lutte contre l'érosion côtière de l'UEMOA.** Le programme vise à lutter efficacement contre l'érosion dans les Etats de l'UEMOA en vue d'assurer la préservation de leurs potentialités socio-économiques.
- **Le Projet COAST (Développement et mise en œuvre de mécanismes pour une gouvernance du tourisme durable et une gestion des zones côtières)** sous le financement du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM).

La Banque mondiale a entrepris une **étude "économique et spatiale de la vulnérabilité et de l'adaptation des zones côtières** au changement climatique au Sénégal". Cette étude prévoit de doter le Sénégal d'un outil dynamique de suivi du littoral.

L'ensemble de ces études ont été complétées par celle de l'UE à savoir le projet de gestion intégrée des zones côtières du Sénégal (PGIZCS). Il s'agit d'une étude sur tout le littoral qui permettra, in fine, d'obtenir un plan de gestion intégrée des zones côtières, un système d'information géographique (SIG) et des études détaillées au niveau de quatre zones que sont : la zone de St Louis, du Cap Vert, de la Petite Côte et de la Casamance.

On rappellera que la planification GIZC adoptée par le projet s'est appuyée sur une démarche participative large impliquant un grand nombre d'acteurs locaux et représentants des administrations centrales et délocalisées. Le processus s'est construit autour de trois phases : diagnostic, analyse intégrée, et planification incluant l'identification d'actions concrètes conduisant à initier le plan GIZC adopté. Le retour espéré de cette approche est une appropriation par les acteurs des actions à réaliser. Le recours aux structures participatives a d'ailleurs été recommandé dans la stratégie nationale GIZC comme appui à une bonne gouvernance du littoral.

## OBJECTIFS ET RÉSULTATS ESCOMPTÉS

### Objectif général

L'objectif général de la présente étude est le suivant:

L'objectif du marché est la réalisation d'une étude visant à mieux connaître les conditions écologiques et sédimentaires prévalant dans la lagune de Somone dans la région de Thiès du Sénégal. Plus spécifiquement, cette étude consiste à mener une campagne de collecte de relevés bathymétrique, de toute la lagune et d'une partie de la rivière Somone (2,5 km) en vue de décider sur le dragage éventuel à conduire.

### Objectifs particuliers

Le(s) objectif(s) particulier(s) du présent contrat sont le(s) suivant(s):

1. Conduire un relevé topo-bathymétrique de la lagune et d'une partie de la rivière de Somone (2,5 km)
2. Produire une carte topo-bathymétrique précise de la lagune et d'une partie de la rivière de Somone (2,5 km)
3. Faire l'étude morfo-sédimentaire de la lagune, de la rivière et de la flèche sableuse
4. Sur base des résultats obtenus, suggérer le meilleur tracé et profondeur de dragage (plan de dragage) éventuel et la meilleure réutilisation des matières draguées (sable, boues, sédiments)

### Résultats à atteindre par le contractant

- Une carte topo bathymétrique précise (maillage de 10 m) de la lagune et d'une partie de la rivière de Somone (2,5 km) est produite
- Une étude morfo-sédimentaire de la lagune, de la rivière et de la flèche sableuse est réalisée
- Un plan de dragage de la lagune et de la partie de la rivière de Somone concerné si les conditions analysées le justifient et/ou d'autres actions complémentaires éventuelles est proposé.

## HYPOTHÈSES & RISQUES

### Hypothèses qui sous-tendent le projet

- L'implication et la prise de conscience des collectivités locales pour un meilleur fonctionnement de l'écosystème lagunaire
- La qualité des données/relevés collectées et des cartographies (cartes et plans) produites

### Risques

Le risque réside dans l'hétérogénéité de la zone d'étude comprenant des plans d'eaux libres, des zones de mangroves et des zones vaseuses. Les relevés GPS devront en tenir compte.

Les mesures bathymétriques risquent d'être influencées par le niveau et heures des marées ce dont il faudra tenir compte pour obtenir des résultats fiables et standardisés.

Les conditions de sécurité pour le personnel effectuant les mesures bathymétriques à partir de l'embarcation devront être respectées.

Avant de se lancer dans la campagne de mesures, le contractant devra faire un premier sondage sur la nature et profondeur des fonds à mesurer ; en effet, par petits fonds il est difficile de traiter les signaux qui présentent des réflexions multiples entre le fond et la coque du bateau; dans ce cas, l'utilisation d'un échosondeur mono- faisceaux sera probablement plus indiquée. De même en cas de fonds très vaseux, une trop grande partie du signal émis sera diffusé, et la quantité d'énergie acoustique réfléchi est alors trop faible pour un bon rapport signal sur bruit.

## CHAMP D'INTERVENTION

### Généralités

#### Description de la mission

La Réserve Naturelle d'Intérêt Communautaire de Somone fût créée par les populations elles même sur délibération du conseil rural de Sindia en 1999 et couvre une superficie de 700ha. Elle joue un rôle culturel et socio-économique compte tenue de sa riche biodiversité.

En effet, les populations se sont déjà organisées et ont déjà entrepris des efforts pour préserver et commencer le reboisement de la mangrove. Toutefois, suite aux retenues et prises d'eau construites dans la partie amont de la rivière de Somone, son débit en hivernage est fortement réduit, ce qui réduit considérablement l'apport d'eau douce dans la lagune, et par conséquent favorise l'augmentation de sa salinité. Ceci conduit probablement aussi à faciliter l'ensablement et/ou l'envasement de la lagune, la rivière ne pouvant plus jouer son rôle d'effet de chasse d'eau en période d'hivernage.

La construction de ces ouvrages impacte donc deux facteurs essentiels pour le développement et la régénération de la mangrove à savoir la dynamique de sédimentation et le taux de salinité. Si la vase estuarienne constitue le biotope favori de la mangrove, l'excès de sédimentation peut compromettre son développement par modification de ses régimes de submersion et d'oxygénation.

Il est donc envisagé de procéder au curage de la lagune d'une part pour faciliter la diffusion des eaux douces de la rivière et ainsi diminuer la salinité dans la lagune et d'autre part pour diminuer l'excès éventuel de vase et sédiments qui pourrait se révéler être le facteur limitant de développement de la lagune.

Toutefois, le curage pourrait éventuellement se justifier aussi pour maintenir l'activité touristique importante notamment les petits bateaux de plaisance qui s'est développée dans la lagune depuis de nombreuses années. On a noté aussi la présence de nombreux oiseaux aquatiques colonisant les bancs de sable de la lagune mettant ainsi en exergue, le rôle de protection et de préservation de la biodiversité que joue la RNICS.

Pour vérifier la nécessité de ce dragage, il est indispensable de procéder tout d'abord à une étude bathymétrique approfondie de la lagune et de la partie de la rivière de Somone concernée afin de connaître précisément son niveau de comblement, et de là déterminer le tracé du dragage qu'il conviendrait éventuellement de réaliser, que ce soit pour maintenir l'activité touristique actuel, ou pour faciliter la régénération de la mangrove. Les résultats de cette étude bathymétrique serviront de support à l'étude d'impact environnemental et social de la lagune de Somone qui sera élaborée par le projet Barvafor.

#### Zone géographique à couvrir

Dans le cadre spécifique de ce marché, le site d'intervention concerne toute la lagune et une partie de la rivière de la Somone (2,5 Km), région de Thiès.

La photo ci-dessous montre une partie de l'aire d'étude (lagune).



Photo : Lagune de la Somone

### Groupes cibles

- Les acteurs de la Réserve Naturelle d'Intérêt Communautaire de la Somone
- Le tourisme balnéaire de la lagune
- Les collectivités et populations locales
- Pêcheurs et autres exploitants
- Petits voiliers de plaisance
- Comité de gestion et les autres parties prenantes

### Activités spécifiques

Les lagunes sont le lieu de transit de la plupart des apports continentaux. Par conséquent, la compréhension des interrelations entre la frange terrestre (le continent) et celle maritime (l'océan) passe par l'étude des milieux saumâtres. Ces milieux jouent un rôle d'interface essentiel étant donné qu'ils sont le siège de phénomènes complexes liés aux échanges entre eaux douces et marines.

L'étude topo-bathymétrique devant ainsi être menée, devra s'intéresser à la morphologie du fond et l'environnement de dépôt des sédiments superficiels de la lagune Somone qui restent peu connus. En d'autres termes, cette étude traitera de la bathymétrie et de la sédimentologie du milieu.

Le soumissionnaire devra :

1. Effectuer une recherche documentaire de données hydrologiques, sédimentaires, bathymétriques et sur la biodiversité de la lagune et la rivière de Somone
2. Réaliser des profils transversaux bathymétriques de la lagune. Un maillage de 10m sera adopté dans la lagune ; pour la rivière de Somone, une distance de 50 mètres sera appliquée entre chaque profil transversal de la rivière.
3. Produire des cartes bathymétriques modèles 2D et 3D
4. Analyse de la dynamique sédimentaire : effectuer au moins 3 échantillonnages pour chaque transect bathymétrique afin d'évaluer la nature granulométrique, l'évolution et la dispersion sédimentaire. Les points de prélèvement seront localisés avec GPS, et des profils longitudinaux, des traitements bidimensionnels et tridimensionnels seront effectués sur la base des logiciels adéquats pour évaluer avant l'aménagement, la dynamique sédimentaire de fond sur le secteur à aménager.

La méthodologie d'analyse devra être claire, précise, adaptée et reposée sur une technique avérée.

5. Proposer un plan de dragage et un dispositif de stockage et l'usage possible des sables extraits du dragage ;
6. Production de rapports techniques présentant les résultats obtenus et intégrant des recommandations pour la conduite éventuelle du dragage et/ou d'autres actions à conduire notamment pour améliorer les conditions écologiques du complexe lagune/rivière de Somone.

Les données collectées à partir d'un DGPS feront l'objet d'un calage par rapport à une borne géodésique de référence la plus proche et du zéro hydrographique. Les mesures devront se rapporter à un niveau de référence précis qui tienne compte de l'influence des marées et du tangage éventuel de l'embarcation pendant les mesures.

#### **4. Résultats attendus**

- Revue bibliographique
- Plan de situation (cartographie)
- Rapport analyses topo-bathymétriques
- Cartes bathymétriques model 2D et 3D de la lagune et de la partie de la rivière de Somone concernée;
- Analyse sédimentaire de la zone d'étude
- Plan de dragage
- Rapports tels que décrits au point 7 ci-dessous.

#### **Gestion du projet**

##### **Organe chargé de la gestion du projet**

Le Régisseur sera chargé de la gestion du projet.

##### **Structure de gestion**

Le suivi de cette mission est assuré par un comité technique composé comme suit :

- un représentant de l'Ordonnateur National
- un représentant de la Délégation de l'Union Européenne (DUE)
- le Régisseur du DP
  - le chargé du suivi et de programmation du DP
  - un représentant du comité de gestion de la RNIC de Somone
  - la Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés
  - la Division régionale de l'Environnement et des Etablissements Classés de Thiés
  - un représentant du projet BARVAFOR
  - et toute autre structure dont la présence est jugée utile par le présent comité technique.

Le comité technique et/ou de suivi est chargé d'approuver les rapports provisoires, et rapports finaux. Il s'assure que les activités réalisées par le consultant correspondent à celles prévues dans son offre. Ce comité pourra éventuellement se rendre sur chantier pour vérifier les comptes rendus fournis par le consultant. L'équipe DP sera chargée du suivi opérationnel de ces travaux.

Les travaux de terrains seront supervisés par le conservateur de la lagune compte tenue des risques de perturbations sur la biodiversité (surtout les oiseaux migrateurs).

#### **Moyens à mettre à disposition par le pouvoir adjudicateur et/ou d'autres intervenants**

La Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés (DEEC) accueillera les réunions du Comité technique et assurera la coordination.

L'adjudicataire doit être autonome en termes de moyens informatiques, de déplacement et de logistique générale. Tous les frais liés à l'exécution de la mission sont couverts par les honoraires prévus à cet effet sauf ceux indiqués dans les dépenses accessoires.

## LOGISTIQUE ET CALENDRIER

### Lieu du projet

Lagune de Somone, région de Thiès.

### Date de début et période de mise en œuvre des taches

La date prévue pour le début des prestations est fixée en avril 2015 et la période de mise en œuvre du marché sera de quarante cinq (45) jours à partir de la date de démarrage. Se reporter aux articles 19.1 et 19.2 des conditions particulières pour la date de début réelle et la période de mise en œuvre.

## BESOINS

### Ressources humaines

Les fonctionnaires et autres membres du personnel de l'administration publique du pays bénéficiaire ne peuvent être proposés comme experts sans qu'une approbation écrite préalable n'ait été obtenue auprès de la Commission européenne.

Une déclaration d'exclusivité et de disponibilité est requise pour les experts principaux.

Ces termes de référence incluent les profils des experts et les soumissionnaires devront fournir les CV et les déclarations d'exclusivité et de disponibilité de leurs experts principaux.

### Experts principaux

Tous les experts appelés à exercer une fonction importante dans l'exécution du contrat sont désignés par le terme "experts principaux". Ils doivent avoir le profil suivant:

#### Expert principal 1 : Chef d'équipe spécialiste milieux lagunaires et mangroves

- Qualifications et compétences
  - hydrogéologue, hydrologue, ou équivalent
- Expérience professionnelle générale
  - Au moins 5 ans d'expérience dans le domaine de la dynamique sédimentaire côtière et lagunaire
- Expérience professionnelle spécifique
  - Avoir conduit ou supervisé au moins 2 campagnes de mesures topo-bathymétriques, de mesures sédimentaires
  - Avoir conduit ou supervisé deux campagnes de mesures utilisant les échosondeurs mono faisceaux ou multifaisceaux
  - Avoir participé à une campagne de dragage serait un atout

Il sera responsable de la coordination générale de l'étude, y inclus information des autorités locales, et de la production des rapports.

#### Expert 2 : Expert en sédimentologie

- Qualifications et compétences
  - Géologue, Géomorphologue, Géographe ou équivalent
  - Parfaite maîtrise du français et du wolof
- Expérience professionnelle générale

- Au moins 5 ans d'expérience de la dynamique de morpho-sédimentaire côtière et lagunaire
- Expérience professionnelle spécifique
- Avoir au moins supervisé ou conduit deux campagnes de mesures et de suivi morpho-sédimentaires dans les zones côtières ou lagunaires
  - Avoir conduit au moins deux campagnes de relevés topo-bathymétriques et d'échantillonnage sédimentaire

### Autres experts, personnel de soutien et appui technique

Le personnel de soutien et d'appui technique est présenté ici. Ce personnel d'appui devra être qualifié pour pouvoir conduire et interpréter les mesures selon les règles de l'art.

Les curriculum vitae des experts autres que les experts principaux ne doivent pas être inclus dans les offres. Le contractant choisit et engage d'autres experts selon ce qui est nécessité par les besoins. Les procédures suivies par le contractant pour le recrutement des autres experts doivent être transparentes et reposer sur des critères définis au préalable, notamment les qualifications professionnelles, les compétences linguistiques et l'expérience professionnelle.

Le coût de l'appui technique et du personnel de soutien, selon les besoins est considéré comme étant inclus dans l'offre financière du soumissionnaire.

### Durée et planning des prestations

Un mois à compter de la date de signature du contrat par les deux parties.

### Bureaux

N/A

### Installations et équipement mis à disposition par le contractant

N/A

### Matériel et expérience

**Aucun** bien d'équipement ne sera acheté pour le compte du soumissionnaire au titre du présent marché de services ni transféré à la fin du contrat. Tout bien d'équipement qui devra être acheté par le pays bénéficiaire pour les besoins du marché fera l'objet d'une procédure d'appel d'offres de fournitures distincte.

## RAPPORTS

### Rapports obligatoires

Le contractant soumet les rapports suivants en français en un original et cinq copies:

- **Rapport préliminaire** à fournir avant la campagne de mesures de terrain : ce rapport décrira le résultat des recherches documentaires, et de la première visite de terrain y inclus contacts sur place et leçons apprises ; il inclura obligatoirement une proposition de planning de travail et de campagne de mesures avec cartographie précise de la zone d'étude avant réalisation. Le contractant devra obtenir l'approbation du rapport par le pouvoir adjudicateur avant de démarrer les mesures de terrain.
- **Projet de rapport final** - Ce rapport sera soumis au plus tard 2 semaines (10 jours calendaires) après la fin de la campagne de mesures et de prélèvements de terrain. Le rapport inclura l'ensemble des données récoltées, les cartes produites, et les principales conclusions de l'étude tant sur les plans topo-bathymétrie, sédiments, mangroves du complexe lagune -rivière Somone.
- **Rapport final** avec les mêmes spécifications que le projet de rapport final, incluant tous les commentaires sur le projet de rapport, reçus des parties concernées. Le rapport final sera fourni au plus tard 10 jours après la réception des commentaires sur le projet de rapport final. Le rapport final doit être fourni avec la facture correspondante.

### Présentation et approbation des rapports

Les rapports susmentionnés seront présentés au gestionnaire du projet indiqué dans le contrat. L'approbation de ces rapports incombe au gestionnaire du projet.

## SUIVI ET ÉVALUATION

### Définition d'indicateurs

Le prestataire recommandera un certain nombre de mesures de suivi au niveau bathymétrie.

### Exigences particulières

Le soumissionnaire doit fournir des informations sur les moyens et ressources dont dispose la société pour assurer la qualité des services (par exemple, véhicules, équipements, moyens de communication, etc.).

La structure d'appui devra obligatoirement inclure un expert en Télédétection – SIG. Il sera chargé de la production et de l'interprétation des cartes demandées ; et devra disposer des compétences et qualifications requises pour la réalisation des tâches qui lui seront confiées.

Par ailleurs, le soumissionnaire devra montrer que son équipe a conduit au moins deux campagnes de mesures topo-bathymétriques et qu'elle possède l'expérience adéquate pour utiliser entre autres l'équipement/logiciels suivants :

- Matériel topographique de haute précision permettant le calage au dispositif géodésique
- Echosondeur mono ou multifaisceaux
- Logiciels de navigation pour faire la planification des profils
- Logiciels de calculs/simulation de bathymétrie

Avant de se lancer dans la campagne de mesures, le contractant devra faire un premier sondage sur la nature et profondeur des fonds à mesurer ; en effet, par petits fonds il est difficile de traiter les signaux qui présentent des réflexions multiples entre le fond et la coque du bateau; dans ce cas, l'utilisation d'un échosondeur mono- faisceaux sera probablement plus indiquée. De même en cas de fonds très vaseux, une trop grande partie du signal émis sera diffusée, et la quantité d'énergie acoustique réfléchi est alors trop faible pour un bon rapport signal sur bruit.

S'il n'en possède pas, le contractant devra faire appel à une embarcation appropriée pour conduire les mesures dans des conditions sécuritaires et techniques respectant les règles de l'art y inclus pour la sécurité de son personnel.

Le gestionnaire du projet remettra des cartes du site précisant les coordonnées exactes des endroits de mesure.

## **ANNEXE III : ORGANISATION ET METHODOLOGIE**

## ORGANISATION & METHODOLOGIE

À remplir par le soumissionnaire

### 1. Motif

- Toute remarque sur les termes de référence, importante pour la bonne réalisation des activités, en particulier de ses objectifs et des résultats escomptés, montrant le degré de compréhension du marché. Avis sur les principaux sujets relatifs à la réalisation des objectifs du marché et des résultats escomptés.
- Explication des risques et des hypothèses ayant une incidence sur l'exécution du marché.

### 2. Stratégie

- Aperçu de l'approche proposée pour la mise en œuvre du marché.
- Liste des activités proposées considérées comme nécessaires pour atteindre les objectifs du marché.
- Ressources et résultats correspondants.

### 3. Structure d'appui et implication de tous les membres du consortium

- Dans le cas d'une offre soumise par un consortium, description de la contribution de chaque membre du consortium ainsi que répartition et interaction des tâches et des responsabilités entre eux. L'implication de tous les membres du consortium sera considérée comme une valeur ajoutée. Si l'offre est soumise par une seule compagnie, le total des points disponibles dans cette rubrique de la grille d'évaluation seront alloués.
- Description des structures d'appui ("back-stopping") qui seront mises à la disposition de l'équipe d'experts par le prestataire pendant l'exécution du marché. Le rôle de la structure d'appui sera évalué et doit être clairement expliqué dans l'organisation et la méthodologie, incluant la liste du personnel et leur nombre, les tâches à accomplir pour assurer cette fonction, ainsi que les systèmes de qualité disponibles, les méthodes et outils de capitalisation du savoir, disponibles parmi les différents membres du consortium.
- Présentation des accords de sous-traitance éventuellement conclus indiquant clairement les missions confiées au sous-traitant et déclaration du soumissionnaire garantissant l'éligibilité du sous-traitant.

### 4. Calendrier des activités

- Calendrier, chronologie et durée des activités proposées, en tenant compte du temps de mobilisation.
- Identification et répartition dans le temps des principales étapes de l'exécution du marché, en précisant notamment comment les résultats obtenus seront pris en compte dans les rapports, en particulier dans ceux stipulés dans les termes de référence.

Les méthodologies prévues dans l'offre doivent inclure un plan de travail envisageant les ressources à mobiliser.

### 5. Cadre logique

- Un cadre logique intégrant les considérations énoncées aux articles 1 à 3 : voir le manuel «Gestion du cycle de projet» disponible sur la page d'accueil de la Gestion du Cycle du Projet (GCP) : [http://ec.europa.eu/europeaid/multimedia/publications/manuals-tools/t101\\_fr.htm](http://ec.europa.eu/europeaid/multimedia/publications/manuals-tools/t101_fr.htm).

## **ANNEXE IV. EXPERTS PRINCIPAUX (Comprenant les modèles de listes des principaux experts et de leurs CV)**

## EXPERTS PRINCIPAUX

Nom de l'expert	Rôle proposé dans le projet	Années d'expérience	Âge	Niveau de formation	Domaine(s) de spécialisation	Expérience dans le pays bénéficiaire	Langues et niveau de connaissance (très bien, bien, faible)

## CURRICULUM VITAE

Rôle proposé dans le projet:

1. **Nom de famille:**
2. **Prénoms:**
3. **Date de naissance:**
4. **Nationalité:**
5. **État civil:**
6. **Diplômes:**

Institution [ Date début - Date fin ]	Diplôme(s) obtenu(s):

7. **Connaissances linguistiques: Indiquer vos connaissances sur une échelle de 1 à 5 (1 - niveau excellent; 5 - niveau rudimentaire)**

Langue	Lu	Parlé	Écrit

8. **Affiliation à une organisation professionnelle:**
9. **Autres compétences:** (par ex. connaissances informatiques, etc.)
10. **Situation présente:**
11. **Années d'ancienneté auprès de l'employeur:**
12. **Qualifications principales:** (pertinentes pour le projet)
13. **Expérience spécifique dans la région:**

Pays	Date début - Date fin

**14. Expérience professionnelle**

De (date) - à (date)	Lieu	Société et personne de référence <sup>5</sup> (nom & coordonnées de contact)	Position	Description

**15. Autres informations pertinentes (p.ex., références de publications)**

<sup>5</sup> Le Pouvoir adjudicateur se réserve le droit de contacter les personnes de référence. Si vous êtes dans l'impossibilité de fournir une référence, veuillez fournir une justification.

## **ANNEXE V. BUDGET**

### **BUDGET**

**Prix forfaitaire : .....en Euro**

**Le montant ci-dessus ne doit pas être ventilé.**

## **ANNEXE VI : FORMULAIRES ET AUTRES DOCUMENTS PERTINENTS**

Signalétique financier à prendre dans le PRAG (à compléter)

**Entité légale**

## **C. AUTRES INFORMATIONS**

1. Liste des entités invitées à soumissionner
2. Grille de conformité administrative
3. Grille d'évaluation

Document à compléter par le pouvoir adjudicateur et à joindre aux invitations à soumissionner adressées aux entités invitées à soumissionner

## LISTE DES ENTITES INVITEES A SOUMISSIONNER

**AONC 004/GIZC/014/S : Etude bathymétrique de la lagune de Somone**

<b>01</b>	<b>TROPIS SARL</b>	N°94 Cité des Cadres Lébous - Liberté VI extension (VDN) BP 26405, Parcelles Assainies Dakar - SENEGAL
<b>02</b>	<b>Quartz-Afrique</b>	Liberté 6 Extension, N°8 BP : 10427 Tél : 33 827 92 77
<b>03</b>	<b>M.E.C.C SUARL (MILLENIUM ENGINEERING &amp; CONSTRUCTION COMPANY )</b>	Adresse: Grand Mbao extension, villa N°100 Adresse électronique: papaniang@mecc-sn.com  Téléphone fixe : +221 338362848  Téléphone mobile : +221 780103420 +221 780108421 +249 900921653
<b>04</b>	<b>Cabinet EDE</b>	Almadies Sunugal, Ngor NG 28. B.P. 5941 – Dakar Fann Tel : 221 33 820 87 06 ; <a href="mailto:ede@cabinetede.com">ede@cabinetede.com</a>
<b>05</b>	<b><u>E2H</u></b>	Guédiawaye Mbod 1 N° 301 Tel : 77 435 55 10/ 33 878 27 98 Mail : <a href="mailto:gora_ndiaye1@yahoo.fr">gora_ndiaye1@yahoo.fr</a> / <a href="mailto:gorandiaye1@gmail.com">gorandiaye1@gmail.com</a>
<b>06</b>	<b><u>CENTRE DE LA MER</u></b>	26, Route de la petite corniche EST, Dakar, Sénégal Tel : 77 639 81 58/ 33 821 32 21 Mail : <a href="mailto:centredelamer@arc.sn">centredelamer@arc.sn</a>

# GRILLE DE CONFORMITE ADMINISTRATIVE

<b>Titre du marché:</b>	<b>Etude bathymétrique de la lagune de Somone</b>	<b>Référence:</b>	<b>AONC 004/GIZC/014/S</b>
-------------------------	---	-------------------	----------------------------

N° de l'enveloppe de l'offre	Nom du soumissionnaire (chef de file) (nationalité)	Autres membres du consortium, le cas échéant Nom (Nationalité)	Offre reçue dans les délais requis ?	de l'offre dûment rempli et uniquement une offre par soumissionnaire ?	Nationalité éligible (toutes les parties, notamment les soumissionnaires signés (le cas échéant, par chaque membre du consortium) ?	Langue de l'offre comme requis ?	Capacité économique et financière? (OK/a/b/...) <sup>6</sup>	Capacité professionnelle? (OK/a/b/...) <sup>2</sup>	Capacité technique? (OK/a/b/...) <sup>2</sup>	Organisation & méthodologie inclus ?	Experts principaux (liste + CV) ?	Les experts principaux sont-ils présents dans une seule offre en qualité d'experts principaux ?	ont-ils signé une déclaration d'exclusivité et ...	La sous-traitance est-elle acceptable? (	Décision globale ? (Accepté / Rejeté)
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															

<b>Nom du président</b>	
<b>Signature du président</b>	
<b>Date</b>	

<sup>6</sup> Indiquer «OK» si tous les critères ont été satisfaits, sinon indiquer «a», «b», «c», etc. pour chacun des critères non satisfaits

## GRILLE D'ÉVALUATION POUR LES CONTRATS A PRIX FORFAITAIRE

**Maximum**

### **Organisation et méthodologie**

Raisonnement	20
Stratégie	40
Structure d'appui et investissement de tous les membres du consortium	20
Planning des activités, incluant la proposition du nombre de jours de travail des experts	20

**Note globale 100**

**NB Seules les offres ayant un score moyen d'au moins 80 points feront l'objet d'une évaluation financière.**

# FORMULAIRE DE SOUMISSION DE L'OFFRE

# FORMULAIRE DE SOUMISSION DE L'OFFRE POUR UN MARCHÉ DE SERVICES

Ref: **AONC 004/GIZC/014/S** :

Etude bathymétrie de la lagune de Somone

**Un original signé** du présent formulaire de soumission de l'offre doit être fourni avec trois copies (Il comprend les déclarations d'exclusivité et de disponibilité signées pour tous les experts principaux proposés, une fiche signalétique financière complétée et une fiche d'entité légale complétée (pour le chef de file seulement), ainsi que les déclarations du chef de file et de tous les membres (dans le cas d'un consortium). Les annexes au présent formulaire de soumission (à savoir, les déclarations et preuves) peuvent être des originaux ou des copies. Si ce sont des copies qui sont fournies, les originaux doivent être délivrés au pouvoir adjudicateur lorsque celui-ci le requiert. Pour des motifs économiques et écologiques, nous vous invitons à soumettre vos dossiers sur support papier (pas de chemise ou d'intercalaire en plastique). Nous vous suggérons également d'imprimer, dans la mesure du possible, vos dossiers recto verso. **Les renseignements figurant dans la présente candidature ne doivent concerner que l'entité ou les entités juridique(s) soumettant ladite candidature.**

Aucun document (brochure, lettre, etc.) joint en supplément à la candidature ne sera pris en considération. Les candidatures soumises par un **consortium** (soit un groupement permanent doté d'un statut juridique, soit un groupement informel créé aux fins d'un appel d'offres spécifique) doivent respecter les instructions applicables au chef de file du consortium et à ses partenaires.

Un opérateur économique peut, le cas échéant et pour un marché déterminé, faire valoir les capacités d'autres entités, quelle que soit la nature juridique des liens existants entre lui-même et ces entités. Il doit dans ce cas prouver au pouvoir adjudicateur qu'il disposera des moyens nécessaires pour l'exécution du marché, par exemple par la production de l'engagement de ces entités de les mettre à sa disposition. Ces entités, par exemple la société mère de l'opérateur économique, devront respecter les mêmes règles d'éligibilité et notamment de nationalité, que l'opérateur économique en question.

## 1 Offre soumise par [identité du soumissionnaire]

	Nom(s) de l'entité ou des entités juridique(s) soumettant la présente candidature	Nationalité <sup>19</sup>
<b>Chef de file<sup>20</sup></b>		

<sup>19</sup> Pays dans lequel l'entité juridique est immatriculée.

<sup>20</sup> Ajouter ou supprimer autant de lignes que nécessaire pour les membres du consortium. **Prière de noter** qu'un sous-traitant ne doit pas être considéré comme un membre du consortium aux fins du présent formulaire. De ce fait les données du sous-traitant ne doivent en aucun cas figurer dans les données de capacité économique et financière et professionnelle. Dans le cas où cette candidature serait soumise par une entité juridique individuelle, le nom de cette dernière devrait être indiqué sous la rubrique «Chef de file» (et les lignes suivantes seraient à supprimer en conséquence) Tout changement survenant dans l'identité du chef de file et/ou de l'un des membres du consortium entre la date limite de remise des candidatures indiquée dans l'avis de marché et l'attribution du marché n'est pas permis sans l'accord écrit préalable du pouvoir adjudicateur.

<b>Membre</b>		
<b>Etc.</b>		

## 2 Personne de contact (pour la présente offre)

<b>Nom</b>	
<b>Organisation</b>	
<b>Adresse</b>	
<b>Téléphone</b>	
<b>Télécopie</b>	
<b>Adresse électronique</b>	

## 3 Capacité économique et financière<sup>21</sup>

Merci de bien vouloir compléter le tableau «Données financières» suivant<sup>22</sup> à partir de vos comptes annuels et de vos projections les plus récentes. Si vos comptes annuels ne sont pas encore disponibles, indiquez vos estimations les plus récentes en italique. Pour l'ensemble des colonnes, les chiffres doivent être établis sur la même base, de manière à permettre une comparaison directe d'une année sur l'autre - si la base d'établissement des chiffres a changé pour une année, cela doit faire l'objet d'une note explicative au bas du tableau. Toute clarification ou explication qui serait jugée nécessaire peut également être fournie. Si le soumissionnaire est une entité publique, une information équivalente doit être fournie.

<b>Données financières</b>	<b>2 années avant le dernier exercice<sup>23</sup></b>	<b>1 année avant le dernier exercice</b>	<b>Dernier exercice</b>	<b>Moyenne<sup>24</sup></b>	<b>Année en cours</b>
	€	€	€	€	€
Chiffre d'affaires annuel <sup>25</sup> , à l'exclusion du présent marché					

<sup>21</sup> Les personnes physiques doivent prouver leur capacité conformément aux critères de sélection et par tout moyen approprié.

<sup>22</sup> Si la présente candidature est soumise par un consortium, les données du tableau ci-dessus doivent correspondre à la somme des données figurant dans les tableaux correspondants des déclarations fournies par les membres du consortium – voir point 7 du présent formulaire de candidature.

<sup>23</sup> Le dernier exercice = le dernier exercice comptable de l'entité.

<sup>24</sup> Les montants inscrits dans la colonne «Moyenne» correspondent à la moyenne mathématique des montants inscrits dans les trois colonnes précédentes de la même ligne.

<sup>25</sup> Valeur brute des avantages économiques (espèces, créances à recevoir, autres actifs) générés par les activités normales d'exploitation de l'entreprise (telles que les ventes de biens, les ventes de services, les produits financiers et autres produits) au cours de l'exercice.

Actifs à court terme <sup>26</sup>					
Passifs à court terme <sup>27</sup>					

#### 4 Effectifs

Prière d'indiquer les renseignements suivants pour les deux exercices précédents et pour l'exercice en cours<sup>28</sup>.

Effectif moyen	Avant-dernier exercice		Dernier exercice		Exercice en cours	
	Total général	Total pour les domaines en rapport avec le marché <sup>29</sup>	Total général	Total pour les domaines en rapport avec le marché <sup>11</sup>	Total général	Total pour les domaines en rapport avec le marché <sup>11</sup> ε
Personnel permanent <sup>30</sup>						
Autre personnel <sup>31</sup>						
Total						
Personnel permanent en pourcentage de l'effectif total	%	%	%	%	%	%

<sup>26</sup> Le bilan présente la valeur de tous les actifs qui peuvent être raisonnablement convertis en espèces dans le délai d'un d'activité normale. Les actifs court terme incluent les avoirs en caisse, les dépôts à vue, les stocks, les garanties négociables, les avances, ainsi que les investissements dans des titres à court terme liquides, immédiatement convertibles en espèces.

<sup>27</sup> Correspond aux dettes et obligations dues à moins d'un an. Les passifs à court terme figurent au bilan de la société et incluent les dettes à court terme, les obligations, les provisions et autres dettes.

<sup>28</sup> Si la présente candidature est soumise par un consortium, les données du tableau ci-dessus doivent correspondre à la somme des données figurant dans les tableaux correspondants des déclarations fournies par les membres du consortium – voir point 7 du présent formulaire de candidature.

<sup>29</sup> Correspondant aux spécialisations pertinentes recensées au point 5 ci-dessous

<sup>30</sup> Personnel employé directement par le candidat sous statut permanent (contrats à durée indéterminée)

<sup>31</sup> Autre personnel qui n'est pas directement employé par le candidat sous statut permanent (contrats à durée déterminée)

## 5 Domaines se spécialisation

Veillez utiliser le tableau ci-dessous pour indiquer les domaines de spécialisation pertinents en rapport avec le présent marché de chaque entité juridique soumettant la présente candidature, en inscrivant ces domaines en tête de chaque ligne et le nom de l'entité juridique en tête de chaque colonne. Cochez alors la/les case(s) correspondant au(x) domaine(s) de spécialisation dans le(s)quel(s) chaque entité juridique possède une expérience significative. **[10 domaines au maximum]**

	Chef de file	Membre 2	Membre 3	Etc. <sup>12</sup>
Spécialisation pertinente n° 1				
Spécialisation pertinente n° 2				
Etc. <sup>32</sup>				

<sup>32</sup> Ajouter ou supprimer autant de lignes et/ou de colonnes que nécessaire. Dans le cas où cette candidature serait soumise par une entité juridique individuelle, le nom de cette dernière devrait être indiqué sous la rubrique «Chef de file» (et les colonnes suivantes seraient dès lors à supprimer)

<sup>15</sup> Pour les contrats-cadre, seuls les contrats spécifiques correspondants aux missions exécutées via de tels contrats-cadre seront pris en considération.

<sup>16</sup> L'impact de l'inflation ne sera pas pris en compte.

<sup>17</sup> Si le contrat en référence n'a été que partiellement mis en œuvre, indiquez le pourcentage et la valeur de la partie achevée.

## 6 Expérience

Veillez compléter le tableau ci-dessous pour résumer les principaux projets pertinents en rapport avec le marché qui ont été menés à bien au cours des 3 dernières années<sup>15</sup> par l'entité ou les entités juridique(s) soumettant ladite candidature. Le nombre de références fournies ne doit pas excéder 15 pour l'ensemble de l'offre.

Réf. n° (maximum 15)	Intitulé du projet		...					
Nom de l'entité juridique	Pays	Montant total du projet (en euros <sup>16</sup> )	Part obtenue par l'entité juridique (%)	Quantité de personnel fournie	Nom du client	Source du financement	Dates (début/fin) <sup>17</sup>	Nom des membres éventuels du consortium
...	...	...	...	...	...	...	...	...
Description détaillée du projet						Nature et portée des services fournis.		
...						...		

## 7 Déclaration(s)

Dans le cadre de son offre, chaque entité juridique recensée au point 1 du présent formulaire d'offre, notamment chaque membre d'un consortium, est tenue de soumettre une déclaration signée conformément au modèle annexé prévu à cet effet. La déclaration soumise peut être l'original ou une copie. Si des copies sont soumises, les originaux devront être expédiés si le pouvoir adjudicateur le demande.

## 8 Déclaration

Je soussigné, signataire autorisé du soumissionnaire précité (y compris de l'ensemble des membres du consortium éventuel), déclare par la présente avoir examiné et accepté sans réserve ni restriction l'ensemble du dossier relatif à l'appel d'offres visé ci-dessus. Nous proposons de fournir les prestations requises dans le dossier d'appel d'offres, sur la base des documents suivants, qui constituent notre offre technique et notre offre financière, qui sont soumises dans deux enveloppes scellées distinctes.

Je soussigné, signataire autorisé du soumissionnaire précité (y compris de l'ensemble des membres du consortium le cas échéant), déclare par la présente que nous avons examiné et acceptons sans réserve ni restriction l'entièreté du contenu du dossier d'appel d'offres pour la procédure susvisée. Nous proposons de fournir les services demandés dans le dossier d'appel d'offres sur la base des documents suivants, comprenant notre offre technique et notre offre financière qui est soumise dans une enveloppe distincte et scellée:

- Organisation et méthodologie
- Experts principaux (comprenant la liste des experts principaux et leur CV), si demandé
- Déclaration du soumissionnaire (ainsi que de chacun des membres du consortium, le cas échéant)
- Déclarations d'exclusivité et de disponibilité signées par chacun des experts principaux, si demandé
- Fiche signalétique financière complétée (voir annexe VI du projet de contrat) fournissant les coordonnées du compte bancaire sur lequel les paiements au titre du marché proposé devront être effectués au cas où le marché nous serait attribué (ou le numéro d'identification financière ou une copie de la fiche signalétique financière fournie au pouvoir adjudicateur à une autre occasion, sauf si un changement est intervenu entre-temps dans le statut juridique)
- Fiche d'entité légale complétée (ou le numéro d'entité légale attribué ou une copie de la fiche d'entité légale fournie au pouvoir adjudicateur à une autre occasion, sauf si un changement est intervenu entre-temps dans le statut juridique)
- Signature dûment autorisée: un document officiel (statuts, mandat, déclaration notariée etc.) établissant que la personne qui signe pour le compte de la compagnie/de l'entreprise commune/du consortium, est dûment autorisée à le faire.
- Pièces justificatives ou déclarations requises par la législation du pays dans lequel nous (ou chacune des compagnies dans le cadre d'un consortium) est établie montrant que nous ne nous trouvons dans aucune des situations d'exclusion prévues au point 2.3.3 du Guide pratique des procédures contractuelles dans le cadre des actions extérieures de l'UE. Ces preuves, documents ou déclarations doivent porter une date qui ne peut être antérieure à plus d'un an à la date de soumission de l'offre. En outre, une déclaration devra être remise indiquant que la situation décrite dans ces documents n'a pas changée depuis.
- Preuves justifiant la capacité économique et financière et la capacité technique et professionnelle conformément aux critères de sélection prévus dans l'avis de marché.

[Le cas échéant: nous nous engageons à garantir l'éligibilité du ou des sous-traitants pour les parties des services pour lesquels nous avons fait part de notre intention de sous-traiter dans l'Organisation et la méthodologie].

[Si la section 4 des instructions aux soumissionnaires permettent ce choix : nous préférons recevoir le paiement de ce contrat en euro/ < devise nationale >].

Cette offre est soumise à acceptation dans le délai de validité prévue à la clause 6 des instructions aux soumissionnaires.

Nous sommes conscients du fait que notre offre peut être écartée si nous proposons les services des experts principaux impliqués dans la préparation du présent projet ou engageons lesdites personnes comme conseillers pour élaborer notre offre, de même que nous pouvons être exclus de toute autre procédure d'appel d'offres et d'attribution de marché financée par l'UE/ le FED.

Nous sommes pleinement conscients du fait que, dans l'éventualité d'un consortium, la composition de celui-ci ne saurait être modifiée au cours de la procédure d'appel d'offres, sans approbation écrite préalable du pouvoir adjudicateur. Nous savons également que les membres du consortium seront solidairement et conjointement responsables vis-à-vis du pouvoir adjudicateur en ce qui concerne la participation à la procédure d'appel d'offres susmentionnée et pour tout marché qui nous serait attribué dans le cadre de cette procédure.

Signé au nom du soumissionnaire

<b>Nom</b>	
<b>Signature</b>	
<b>Date</b>	

## FORMULAIRE DE DÉCLARATION VISÉ AU POINT 7 DU FORMULAIRE DE SOUMISSION DE L'OFFRE

**À soumettre sur le papier à en-tête de l'entité juridique concernée**

< Date >

<Nom et adresse du pouvoir adjudicateur - voir points 8 des instructions aux soumissionnaires  
>

**Votre réf.: < Référence >**

### DECLARATION DU SOUMISSIONNAIRE

< Madame / Monsieur > ,

Suite à votre lettre d'invitation à soumissionner pour le marché en référence nous < Nom(s)/raison sociale de l'entité ou des entités juridique(s) > déclarons par la présente que:

- nous soumettons notre offre [à titre individuel]\* / [ en tant que membre du consortium conduit par < nom du chef de file / nous-mêmes > ] pour ledit marché. Nous confirmons que nous ne participons à aucune autre offre pour le même marché, à quelque titre que ce soit (membre d'un consortium - y compris chef de file - ou candidat individuel);
- nous ne nous trouvons dans aucune des situations d'exclusion à la participation aux marchés qui sont énumérées au point 2.3.3 du Guide pratique des procédures contractuelles applicables aux actions extérieures de l'UE (disponible à l'adresse Internet suivante : [http://ec.europa.eu/europeaid/work/procedures/index\\_fr.htm](http://ec.europa.eu/europeaid/work/procedures/index_fr.htm) );
- nous acceptons de nous conformer aux clauses déontologiques stipulées au point 2.4.14 du Guide pratique des procédures contractuelles applicables aux actions extérieures de l'UE, nous n'avons pas été impliqués dans l'élaboration du projet correspondant au présent appel d'offres sauf à apporter la preuve que l'implication dans les étapes précédant l'appel d'offres ne constitue pas une concurrence déloyale et nous affirmons, en particulier, qu'il n'existe aucun conflit d'intérêt ni aucun lien spécifique équivalent à ce sujet avec d'autres soumissionnaire de la liste restreinte ou d'autres parties à la procédure au moment de la soumission de la présente offre;
- [nous joignons en annexe la liste actuelle des entreprises appartenant au même groupe ou réseau que nous] / [nous ne faisons partie d'aucun groupe ni d'aucun réseau] et nous n'avons fait figurer dans le formulaire de soumission que les informations relatives aux ressources et à l'expérience de [notre entité juridique] [notre entité juridique et des entités pour lesquelles nous joignons un engagement écrit]\*;
- nous informerons immédiatement le pouvoir adjudicateur si l'une des situations décrites ci-dessus se produisait durant l'exécution des tâches et
- nous savons pertinemment et acceptons que si nous participons tout en nous trouvant dans l'une des situations prévues au point 2.3.3 du Guide pratique des procédures contractuelles applicables aux actions extérieures de l'UE, nous nous exposons à être exclus de la procédure d'appel d'offres et d'attribution des marchés, conformément au point 2.3.4 de ce même guide. Nous admettons, en outre, que si nous venions à fournir de fausses déclarations, à faire des erreurs substantielles ou commettre des irrégularités et fraudes, nous pourrions être aussi frappés de sanctions financières représentant de 2% à 10 % de la valeur totale du marché en cours d'attribution. Ce taux peut être porté à 4% à 20 % en cas de récidive dans les cinq ans suivant le premier manquement.
- nous sommes conscients que pour assurer la protection des intérêts financiers des Communautés, nos données à caractère personnel peuvent être communiquées aux services d'audit interne, à la Cour des comptes européenne, à l'instance spécialisée en

matière d'irrégularités financières ou à l'Office européen de lutte antifraude.

Nous comprenons que notre offre et l'expert peuvent être exclus si nous proposons le même expert principal qu'un autre soumissionnaire ou si nous proposons un expert principal déjà engagé dans un projet financé par le Budget de l'UE ou le FED, et qui pourrait être indisponible aux dates requises pour travailler en application du présent marché.

[\* Barrer la mention inutile]

Nous comprenons que si nous échouons à répondre dans les délais impartis après la réception de la notification d'attribution du marché, ou si l'information que nous fournissons est fautive, l'attribution peut être considérée comme nulle et non avenue.

[si la déclaration est complétée par un membre du consortium:

Le tableau suivant contient nos données financières, telles qu'elles apparaissent dans le formulaire de candidature du consortium. Ces données sont tirées de nos comptes annuels certifiés et de nos projections les plus récentes. Les estimations (qui ne figurent pas dans les comptes annuels certifiés) sont indiquées en italique. Pour l'ensemble des colonnes, les chiffres ont été établis sur la même base, de manière à permettre une comparaison directe d'une année sur l'autre <sauf cas particuliers prévus dans la note adjointe au tableau>.

<b>Données financières</b>	<b>2 années avant le dernier exercice<sup>5</sup> €</b>	<b>1 année avant le dernier exercice €</b>	<b>Dernier exercice en cours €</b>	<b>Moyenne<sup>6</sup> €</b>	<b>Année en cours €</b>
Chiffre d'affaires annuel <sup>7</sup> , à l'exclusion du présent marché					
Actifs à court terme <sup>8</sup>					
Passifs à court terme <sup>9</sup>					

Le tableau suivant contient nos données personnelles, telles qu'elles apparaissent dans le formulaire de candidature du consortium.

Effectif moyen	Année précédente		Dernier exercice		Exercice en cours	
	Total général	Total pour les domaines en rapport avec le marché <sup>11</sup>	Total général	Total pour les domaines en rapport avec le marché <sup>11</sup>	Total général	Total pour les domaines en rapport avec le marché <sup>11</sup>
Personnel permanent <sup>12</sup>						
Autre personnel <sup>13</sup>						

Formule de politesse

<Signature du mandataire habilité>

Nom et situation du mandataire habilité

## DECLARATION D'EXCLUSIVITE et de DISPONIBILITE<sup>21</sup>

REFERENCE DE PUBLICATION: \_\_\_\_\_

Je soussigné, déclare marquer mon accord pour participer exclusivement avec le soumissionnaire < nom du soumissionnaire > à la procédure d'appel d'offres de service précitée. Cela implique que je ne serai pas proposé comme expert remplaçant dans cette procédure d'appel d'offres. Je déclare par ailleurs pouvoir et vouloir travailler durant la ou les période(s) prévue(s) pour la fonction pour laquelle mon CV a été présenté dans la perspective où la présente offre serait retenue, à savoir:

du:	au	Disponibilité
< début de la période 1 >	< fin de la période 1 >	< temps plein/temps partiel >
< début de la période 2 >	< fin de la période 2 >	< temps plein/temps partiel >
< etc. >		

Je confirme que je n'ai aucun engagement confirmé<sup>22</sup> comme expert principal, à aucun autre projet financé par l'UE ou toute autre activité incompatible en termes de capacité ou de planning avec les engagements repris ci-dessus

<sup>21</sup> À compléter par chaque expert principal, si les termes de référence le requièrent.

Par la présente déclaration, je reconnais que je ne suis pas autorisé à poser ma candidature en tant qu'expert auprès de tout autre soumissionnaire remettant une offre dans le cadre de la présente procédure. Je suis pleinement conscient du fait qu'en agissant de la sorte, je serai exclu de la présente procédure d'appel d'offres, que les offres seront rejetées et que je peux également être exclu des autres procédures d'appel d'offres et contrats financés par [l'UE/le FED].

De plus, je déclare que je ne me trouve pas en situation de conflit d'intérêt ou d'indisponibilité et m'engage à informer le(s) soumissionnaire(s) de tout changement dans ma situation.

Je reconnais que je n'ai pas de relations contractuelles avec le pouvoir adjudicateur et qu'en cas de contentieux relatif au contrat conclu avec le consultant, je devrais m'adresser à lui ou aux juridictions compétentes.

[Pour information, j'ai signé une déclaration d'exclusivité et de disponibilité dans le cadre du/des appel(s) d'offres suivant(s) :

Référence de l'Offre	Délai de soumission de l'offre	Type d'engagement
< référence de l'offre >	< date >	< temps plein /temps partiel >
< référence de l'offre >	< date >	< temps plein /temps partiel >
< etc >		

Dans l'hypothèse où je reçois confirmation de mon engagement dans le cadre d'une autre procédure d'appel d'offres, je m'engage à accepter l'engagement qui me sera proposé en premier dans le temps. En outre, je m'engage à immédiatement informer le soumissionnaire de mon indisponibilité.

<b>Nom</b>	
<b>Signature</b>	
<b>Date</b>	

<sup>22</sup> L'engagement d'un expert est confirmé si cet expert s'est engagé à travailler en tant qu'expert principal dans le cadre d'un contrat signé financé par le budget général de l'UE ou le FED ou si il/elle est un expert principal dans le cadre d'une offre qui s'est vue notifier l'attribution du contrat. Dans cette seconde hypothèse, la date de confirmation de l'engagement est celle de la notification de l'attribution du contrat au contractant.

## **Annexe 2 : Liste de présence des acteurs rencontrés**



**CABINET EDE**  
Ingénieurs Conseils  
Etudes et Contrôles

environnement, déchets, eaux

Date du 26 au 31 Mai 2015

Projet : Etude bathymétrique de la lagune de Somone

Liste de présence

N°	Prénom et nom	Structure	Contact	Signature
1	Har Ciss	Commune de Somone	776543191	
2				
3	Tamsir Sadj	Commune Somone	775408753	
4				
5	Amal FALL	RNICS	775322788	
6				
7	Mamadou Diouf	FCO Gard	777035210	
8	Saliou MBOUJ	FDH Com-gest	77654-31-82	
9	Mohamed. Biss	Paradiwacosta	77-557-63-31	
10	Cherif Diouf	Cousuwater	772514003	
11	Yacine Limdoum	GIE belgique	774991328	
12	Mayam Ndoye	GIE belgique		
13	Amba Gueh	GIE belgique	770658219	
14	Hamy Ndoume	GIE belgique	777036538	
15	Ndoye Kandji	Frederic GIE	771040484	
16	Hamé Gueh	GIE belgique	" " "	
17	Maty Ndoume	GIE " "	771688624	
18	Koumba Gueh	GIE " "	772488978	
19	Aby Mbengue	GIE " "	771401986	
20	Souleymane Gueh	GIE " "	" " "	
21	Maday Gueh	GIE " "	778980512	
22	Moustapha Ciss	RNICS	773485844	
23	BREARY SONAO	SONOIE	775267321	
24	Dussymon NGON	Commun Somone	771494521	
25	Abdoulaye Diouf	persone	775516667	
26	Harbinde Diouf	1 <sup>er</sup> Adjoint Maire	776560913	

Pour une gestion durable de l'environnement

14 Route de l'aéroport Sunugal, Rue NG 28

Tel : 33 820 87 06

Fax : 33 820 04 77

e-mail : [ede@orange.sn](mailto:ede@orange.sn)



**CABINET EDE**  
Ingénieurs Conseils  
Etudes et Contrôles

environnement, déchets, eaux

Date du 26 au 31 Mai 2015

Projet : *Etude bathymétrique de la lagune de Somone*

Liste de présence (Suite)

N°	Prénom et nom	Structure	Contact	Signature
26	Amadou NDAH	Senegal	77 650 83 95	
28				
29	SALOU SAGSI		77 635 12 60	
30	Djibril Sadio	Technique Somone	77 93 96 22	
31	Bouette Richard	chunter naval	77 638 93 77	
32	Alexandre Kimpou	Ecogarde	77 737 56 88	
33	icomard Wiedliou	Seigneur	77 24 32 62	
34		KIKICS		
35	Nobert JAH	Ostreicole / Parc	77 561 97 56	
36	LAMNDON BrouF	SALTIGUE	77 514 78 94	
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				

**Pour une gestion durable de l'environnement**

14 Route de l'aéroport Sunugal, Rue NG 28

Tel : 33 820 87 06

Fax : 33 820 04 77

e-mail : [ede@orange.sn](mailto:ede@orange.sn)