

ANALYSE SÉDIMENTOLOGIQUE ET PALÉO-ENVIRONNEMENT DES SÉDIMENTS DU COMPLEXE LAGUNO-ESTUARIEN DE LA SOMONE, PETITE CÔTE DU SÉNÉGAL

**Seydou Alassane SOW^{1*}, Cheikh Ahmed Tidiane FAYE¹,
Amadou Abou SY² et Souleymane NIANG²**

¹*Laboratoire Leïdi « Dynamiques des territoires et développement »,
Université Gaston Berger de Saint-Louis du Sénégal, Section de Géographie*

²*Université Cheikh Anta Diop de Dakar du Sénégal, Faculté des Lettres et
des Sciences Humaines, Département de Géographie*

* Correspondance, e-mail : sowseydoualassane@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Cette étude a pour objectif de préciser les caractéristiques sédimentologiques (granulométrie et lithologie) des sédiments du complexe laguno-estuarien de la Somone, afin de déterminer la répartition spatiotemporelle des différents faciès, et leur milieu et conditions de dépôts, pour établir une reconstitution paléo-environnementale du milieu. Les résultats montrent que les faciès lithologiques superficiels et en profondeur observés dans le complexe laguno-estuarien de la Somone, sont en majorité composés de sables. Ces fractions sableuses varient entre 86,43 % et 99,6 %. Quant au diagramme de K-Sk de Friedman, il révèle que les sédiments du complexe laguno-estuarien de la Somone sont essentiellement apportés par les rivières, avec cependant quelques faciès sableux originaires du domaine des plages. Ainsi, il s'agit paléo-environnementalement, de faciès d'âge quaternaire constitués de bancs sableux qui forment des bouchons sédimentaires à l'entrée du complexe laguno-estuarien, et le cordon littoral vif qui le sépare de l'océan. Leur dépôt s'est fait par décantation, suite à une diminution de l'énergie des flux hydriques continentaux ou marins en transit.

Mots-clés : *sédimentologie, paléo-environnement, lagune, estuaire, Somone et Petite Côte du Sénégal.*

ABSTRACT

Sedimentological analysis and paleo-environment of sediments of the laguno-estuarine complex of the Somone, small Senegal coast

This study aims to specify the sedimentological characteristics (granulometry and lithology) of the sediments of the lagoon-estuarine complex of Somone, in order to determine the spatiotemporal distribution of the facies, and their environment and depositional conditions, to establish a paleo-environmental reconstitution. The results show that the superficial and deep lithological facies observed in the lagoon-estuarine complex of Somone are mainly composed of sands. These sandy fractions vary between 86.43 % and 99.6 %. As for the Friedman K-Sk diagram, it reveals that the sediments of the lagoon-estuarine complex of Somone are mainly brought by the rivers, with however some sandy facies originating from the beach area. This is paleo-environmental, of quaternary age facies consisting of sandy banks that form sedimentary plugs at the entrance of the lagoon-estuarine complex, and the bright coastline that separates it from the ocean. Their deposit was made by settling, following a decrease of the energy of continental or marine water flows in transit.

Keywords : *sedimentology, paleo-environment, lagoon, estuary and Somone , Small coastal of Senegal.*

I - INTRODUCTION

Les lagunes sont des plans d'eau, allongés parallèlement au littoral, peu profonds, isolés de la mer souvent par un cordon meuble [1]. La communication avec la mer se fait par des passes plus ou moins nombreuses dans le cordon [2 - 4]. Ces systèmes paraliques présentent un grand intérêt à la fois biologique et socio-économique [5, 6]. Les lagunes sont souvent des milieux éphémères et relativement stables même à l'état naturel. Leurs organisations et leurs caractéristiques sont étroitement liées à un équilibre dynamique entre les apports marins et continentaux. Les tempêtes et submersions marines, auxquelles sont parfois associés des *washover fan* ainsi que la dynamique des passes, peuvent modifier rapidement cet équilibre [7]. La **Figure 1** qui suit fait une localisation de la zone d'étude.

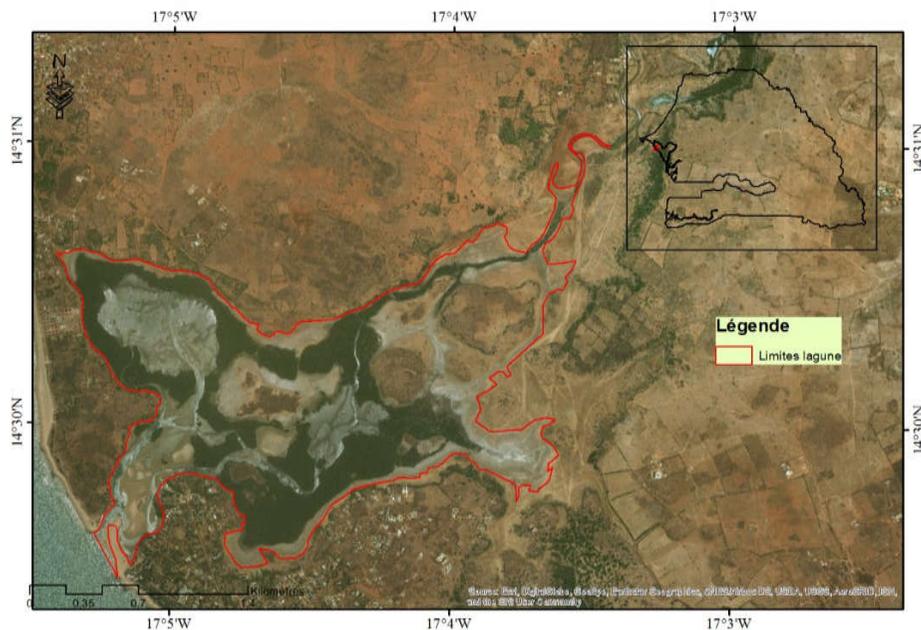


Figure 1 : Localisation du complexe laguno-estuarien de la Somone [8]

Le complexe laguno-estuarien de la Somone recevait les eaux de ruissellement de tout le bassin versant qui englobe les communes de Somone, de Sindia et de Nguékhhokh. 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 par les eaux de ruissellement en raison d'effets conjoints liés à un déséquilibre climatique (diminution de la pluviométrie), et des 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. Cette étude a pour objectif d'étudier les caractéristiques sédimentologiques (granulométrie et lithologie) des sédiments du complexe laguno-estuarien de la Somone, afin de déterminer la répartition spatiotemporelle des différents faciès, et leur milieu et conditions de dépôts, pour établir une reconstitution paléo-environnementale du complexe laguno-estuarien. Ce travail a été effectué suivant un protocole méthodologique.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

La diversité des unités morphopédologiques de l'estuaire de la Somone autorise une technique d'échantillonnage spécifique en surface et en profondeur (carottage). Les échantillons sont prélevés dans la zone d'embouchure, au niveau du cordon, dans la vasière, sur les bancs de sable, au niveau 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 en divers endroits caractéristiques de l'estuaire et 15 échantillons sont extraits sur divers horizons du profil pédologique.

II-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).



Figure 2 : Récolte d'échantillons au niveau complexe laguno-estuarien 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 l'estuaire, 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 l'estuaire, le choix des points de prélèvements est aléatoire, mais respecte la toposéquence de la mer vers la l'estuaire. 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 6 transepts qui couvrent l'ensemble de la vasière. Chaque transept comporte 5 points, dont quatre à l'extrémité et un cinquième choisi au milieu du transept, correspondant effectivement au milieu du chenal. L'ensemble des points ont été géoréférencés à l'aide d'un GPS Garmin *Etrex*. Ce géoréférencement servira à cartographier les paramètres granulométriques.

II-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 sub-affleurante au niveau de l'estuaire.



Figure 3 : *Échantillonnage par carottage sur les bancs sableux et les tannes au niveau complexe laguno-estuarien de la Somone*

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 des analyses granulométriques au laboratoire. Le carottage s'est déroulé sur les 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 l'estuaire 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. Trois horizons ont été identifiés dans la tanne nue 1 et deux horizons respectivement dans la tanne nue 2 et la tanne nue 3. Les analyses au laboratoire ont porté sur ces échantillons.

II-3. Analyse au laboratoire

Pour les analyses granulométriques au laboratoire, les échantillons ont subi un traitement par la méthode tamiseuse à sec au Laboratoire Sol/plante de l'Institut de Recherche Agronomique du Sénégal (ISRA-Saint-Louis). Les échantillons ont subi une préparation (étalage puis séchage à l'air libre pendant une semaine, séchage à l'étuve pendant 18 h à 105⁰ C). 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 pétrir. Les résultats obtenus ont fait l'objet de divers traitements. Différents types de traitements ont été appliqués aux résultats issus des analyses granulométriques : cartographique et statistique.



Figure 4 : *Protocole d'analyse granulométrique au laboratoire des sédiments*

II-4. Traitements des données granulométriques

La cartographie des faciès, le mode de transport et l'environnement de dépôt des sédiments superficiels de la lagune de Somone a été réalisés grâce au logiciel Arc Gis. Les sédiments de la lagune ont été caractérisés à travers la moyenne granulométrique (M_z), le Sorting index ou indice de tri ou de classement (σ_i), le Skewness ou indice d'asymétrie (Sk_i) et le Kurtosis ou l'indice d'acuité (K_G). Les diagrammes K-Sk de [9], et ceux de Md-Sk de [10], ont été utilisés pour déterminer l'origine des sédiments du complexe laguno-estuarien de la Somone. Ils établissent une discrimination entre les sables de plages, de rivières, de dunes côtières et de dunes continentales. La dispersion des points permet de mettre en relation la granulométrie et l'environnement de dépôt des sédiments. Les paramètres sont calculés à partir d'une progression géométrique des tamis. Cette méthode permet de déduire l'origine des sables (rivières, plages, dunes continentales, dunes côtières) à partir de la situation des nuages de points obtenus. Le protocole méthodologique adopté a permis d'obtenir des résultats.

III - RÉSULTATS

III-1. Analyse lithologique et granulométrique des sédiments de la lagune de Somone

Les faciès lithologiques superficiels et en profondeur observés dans la lagune de la Somone sont en majorité composés de sables. La granulométrie des sables contenus dans les sédiments prélevés révèle que les grains sont grossiers à fins. L'analyse lithologique et granulométrique est mise en évidence par les indices granulométriques. *La moyenne granulométrique (M_z)* : elle représente la distribution granulométrique moyenne des sédiments et permet l'individualisation d'un certain nombre de faciès. Il renseigne sur l'énergie cinétique moyenne lors du dépôt des sédiments.

Sa *Formule* est :
$$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} \quad (1)$$

Tableau 1 : Terminologie de caractérisation de la moyenne définie par Folk et Ward

$M_z < 1,00$	Sables grossiers et graviers
$1,00 < M_z < 2,31$	Sables moyens
$2,31 < M_z < 3,32$	Sables fins
$3,32 < M_z < 4,00$	Sables très fins
$M_z > 4,00$	Silts et argiles (lutites)

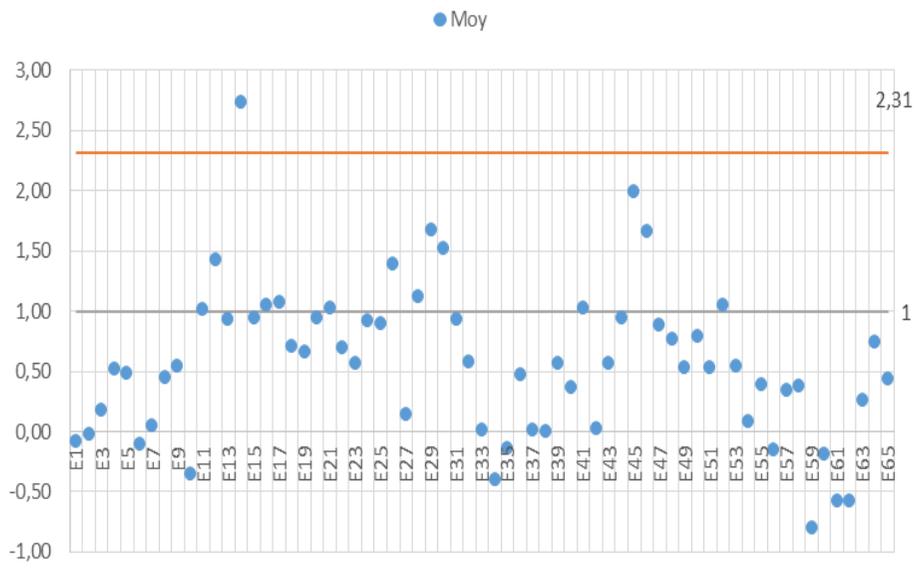


Figure 5 : Distribution de la moyenne granulométrique des sédiments prélevés

Les moyennes granulométriques des sédiments montrent une grande importance de sables grossiers et graviers. Toutefois, quelques faciès de sables moyens et fins apparaissent de façon sporadique sur le fond lagunaire. *Le Sorting Index ou indice de tri ou de classement (σ_i)*: il renseigne sur l'hydrodynamisme lors du dépôt du sédiment. Il indique la qualité du classement ; plus il est faible, plus le sédiment est bien classé. Sa **Formule** est :

$$\sigma_i = \frac{(\phi_{84} - \phi_{16})}{4} + \frac{(\phi_{95} - \phi_5)}{6,6} \quad (2)$$

Tableau 2 : Terminologie de caractérisation du Sorting Index σ_i définie par Folk et Ward

$0 < \sigma_i < 0,35$	Très bien classé
$0,35 < \sigma_i < 0,5$	Bien classé
$0,50 < \sigma_i < 0,7$	Assez bien classé
$0,7 < \sigma_i < 1$	Moyennement classé
$1 < \sigma_i < 2$	Médiocrement classé
$2 < \sigma_i < 4$	Très mal classé
$4 < \sigma_i$	Extrêmement mal classé

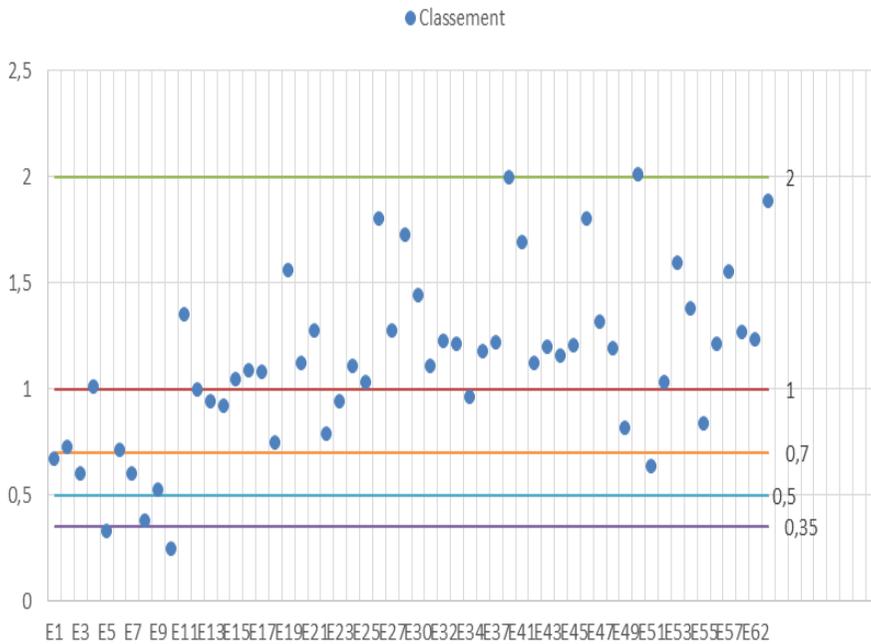


Figure 6 : Distribution de l'indice de classement des sédiments prélevés

La majorité des sédiments traités présente un classement médiocre. Il existe néanmoins des sédiments bien classés à très bien classés. De tels indices de classement sont caractéristiques des environnements de rivières et traduisent ainsi les influences des cours d'eau sur la sédimentation lagunaire. *Le Skewness ou indice d'asymétrie (Sk_i)*: Ce paramètre informe sur l'enrichissement en particules grossières (asymétrie négative), l'enrichissement en particules fines mal triées (asymétrie positive), ou s'il y a symétrie (Skewness compris entre -0.10 et 0.10). Sa **Formule** est :

$$Sk_i = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)} \tag{3}$$

Tableau 3 : Terminologie de caractérisation du Skewness (Sk_i) définie par Folk et Ward

+ 1,00 > Sk _i > +0,30	Très asymétrique vers les fins
+ 0,30 > Sk _i > + 0,10	Asymétrique vers les fins
+ 0,10 > Sk _i > - 0,10	Presque symétrique
-0,10 > Sk _i > - 0,30	Asymétrique vers les grossiers
-0,30 > Sk _i > - 1,00	Très asymétrique vers les grossiers

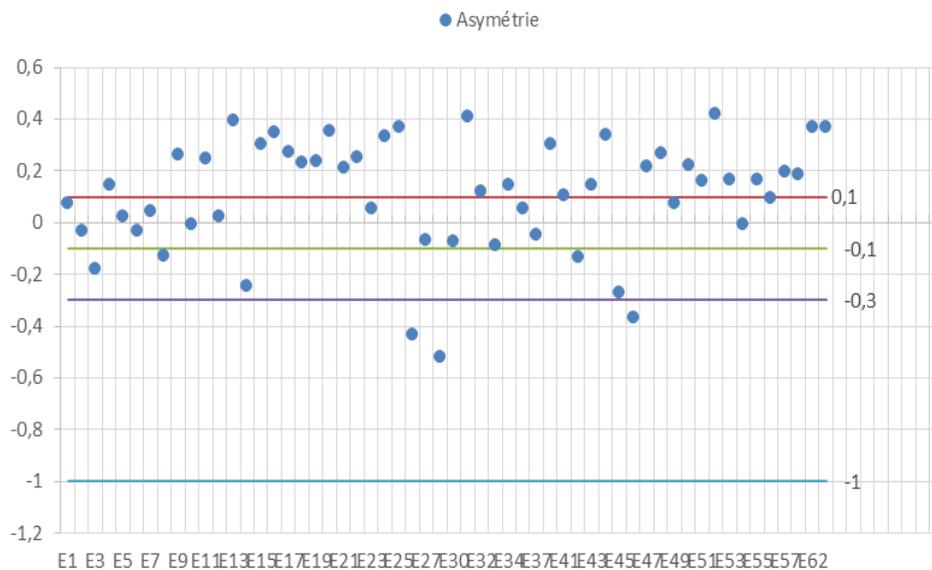


Figure 7 : Distribution de l'indice d'asymétrie des sédiments prélevés

Les sédiments de la lagune de la Somone sont marqués surtout par une asymétrie vers la fin et une asymétrie presque symétrique suivant la terminologie de [11]. Ceci est le résultat de l'influence de plusieurs sources d'apports sédimentaires, avec des courants de différentes intensités au niveau du complexe laguno-estuarien de la Somone. *Le kurtosis ou l'indice d'acuité (K_G)* : c'est l'indice d'acuité du mode, il mesure l'angulosité de la courbe des fréquences. Si le mode est concentré dans des classes granulométriques restreinte, on a une distribution leptocurtique, s'il est dispersé on a une distribution platycurtique. D'autres types de distribution peuvent néanmoins exister aussi. Sa **Formule** est :

$$K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44(\phi_{75} - \phi_{25})} \quad (4)$$

Tableau 4 : Terminologie de caractérisation du Kurtosis (K_G) définie par Folk et Ward

$K_G < 0,67$	Courbe très platycurtique
$0,67 < K_G < 0,90$	Courbe platycurtique
$0,90 < K_G < 1,11$	Courbe mesocurtique
$1,11 < K_G < 1,50$	Courbe leptocurtique
$1,50 < K_G < 3,00$	Courbe très leptocurtique
$3,00 < K_G$	Courbe extrêmement leptocurtique

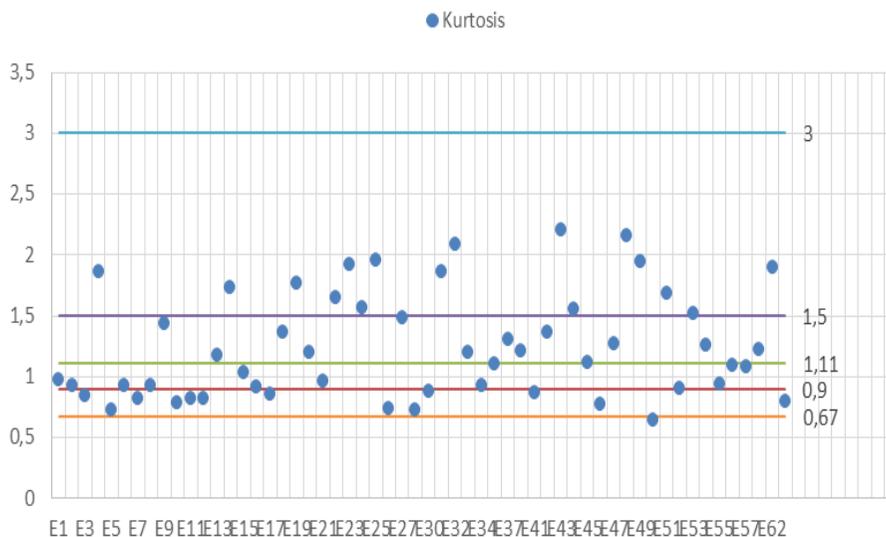


Figure 8 : Distribution de l'indice d'acuité des sédiments prélevés

L'indice d'acuité des sédiments de la Somone évolue de la classe des courbes platycurtique à leptocurtique, en passant par mésocurtique. Cette répartition témoigne de la multiplicité des sources d'apports ou du moins des variations saisonnières influençant le régime hydrosédimentaire de l'hydrosystème laguno-estuarien de la Somone. En moyenne, la couverture sédimentaire de la lagune présente des valeurs de la médiane, de la moyenne, du classement, d'asymétrie et de kurtosis égales respectivement à 0,58 ; 0,68 ; 1,13 ; 0,11 ; 1,25. Ces résultats révèlent en général suivant les terminologies de Folk et Ward, la présence des sables grossiers et des graviers, médiocrement classés présentant une asymétrie vers les fins avec une acuité leptocurtique. L'étude des caractéristiques granulométriques des sédiments est suivie par celle de la répartition spatiale des sédiments de la lagune de Somone.

III-2. Répartition spatiale des sédiments de la lagune de Somone

La géographie sédimentaire de l'estuaire de la Somone permet de faire une distribution des matières fines et des fractions sableuses. Pour rester en conformité avec l'échantillonnage, la distribution de chaque classe s'est faite suivant les zones dans lesquelles l'échantillonnage a eu lieu : sur le cordon littoral et l'embouchure, au niveau des vasières, sur les bancs sableux et sur les tannes.

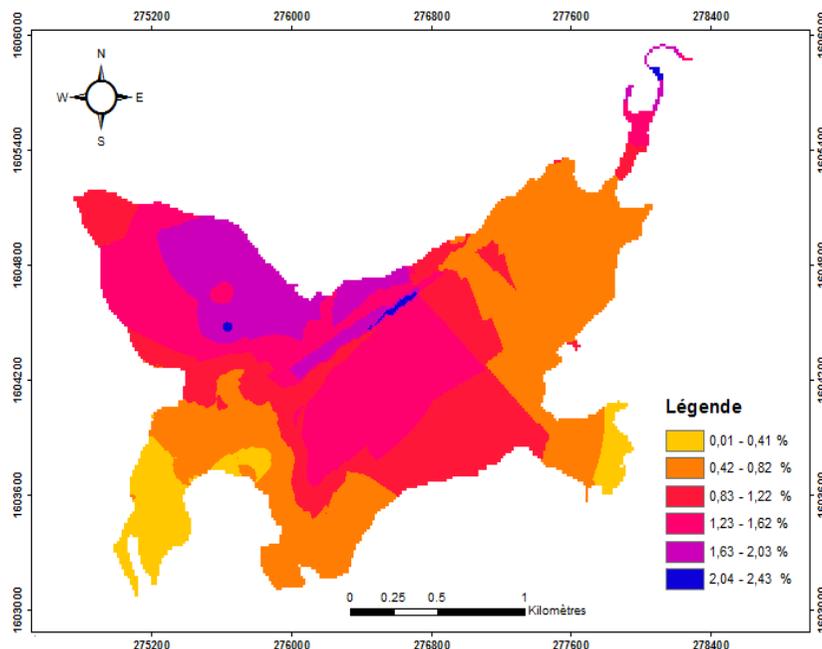


Figure 9 : Répartition spatiale de matières fines dans le complexe laguno-estuarien de la Somone

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 et de la rivière Somone et des fractions en suspension issues de l'interaction des courants marins. 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. 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. Sur le premier banc sableux entre «l'embouchure et le débarcadère», le pourcentage de matières fines sur un puits de plus de 1,5 m de profondeur est nul. 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 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 17cm 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 contiennent une teneur plus importante en matières fines, se situant même au-dessus de celles obtenues dans les vasières. Dans le premier puits, 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. 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. 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. L'analyse granulométrique intègre en plus de la fraction fine, celle sableuse de l'estuaire.

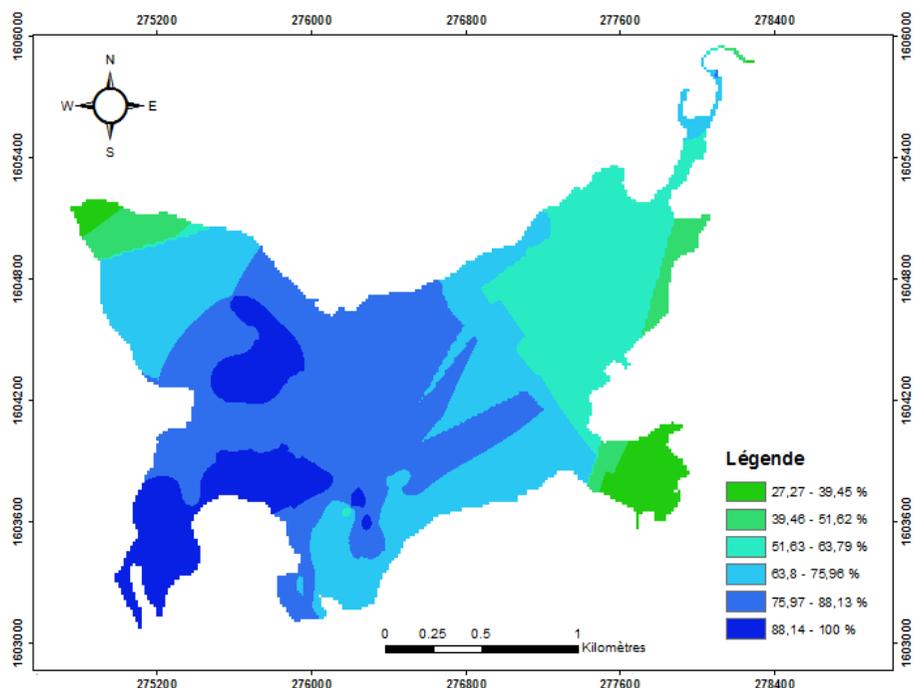


Figure 10 : Répartition spatiale des sédiments sableux dans le complexe laguno-estuarien de la Somone

Au niveau de l'embouchure, la fraction sableuse varie entre 88,37 % et 98,86 %. Les sables très fins couvrent 0,09 à 0,65 % des échantillons. Le sable fin 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 couvre 0,5 à 2,29 % des échantillons. Le sable fin évolue entre 43,71 et 90,66 % et le sable grossier, 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 0,16mm et 0,25mm). 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 où règnent des conditions hydrodynamiques plutôt calmes, justifiant la formation d'imposants bancs sableux. 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

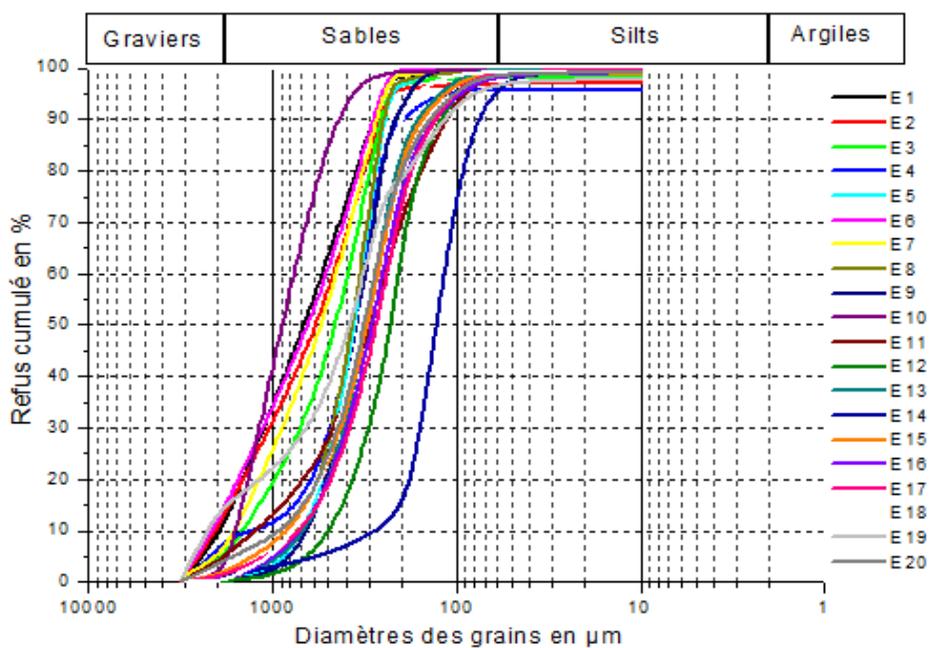
indiquent déjà un fort enrichissement de ces unités jadis fonctionnelles en sables. Aussi spectaculaire que cela puisse paraître, les caractéristiques granulométriques observées sur le cordon et l'embouchure sont peu différentes de celles rencontrées au niveau des vasières. Le calibre du sable très fin évolue entre 1,07 et 55,93 %, celui du sable fin varie entre 5,67 et 69,08 %. Le sable gros couvre 3,45 à 29,08 % du poids des échantillons. Le banc sableux, bouchon sédimentaire entre l'embouchure et le débarcadère est constitué à 97,68 % de sable sur une épaisseur de plus de 1,5m 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 l'estuaire, 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 l'estuaire, on note une prédominance du sable fin (calibre 0,16mm-0,25 mm) et des particules grossières notamment du calibre 2 mm.

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 l'estuaire, les proportions en sable sont de 56,94 % et 61,63 % pour respectivement l'horizon 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. La répartition spatiale des sédiments est suivie par l'étude de leurs origines et mode de dépôt au sein du milieu.

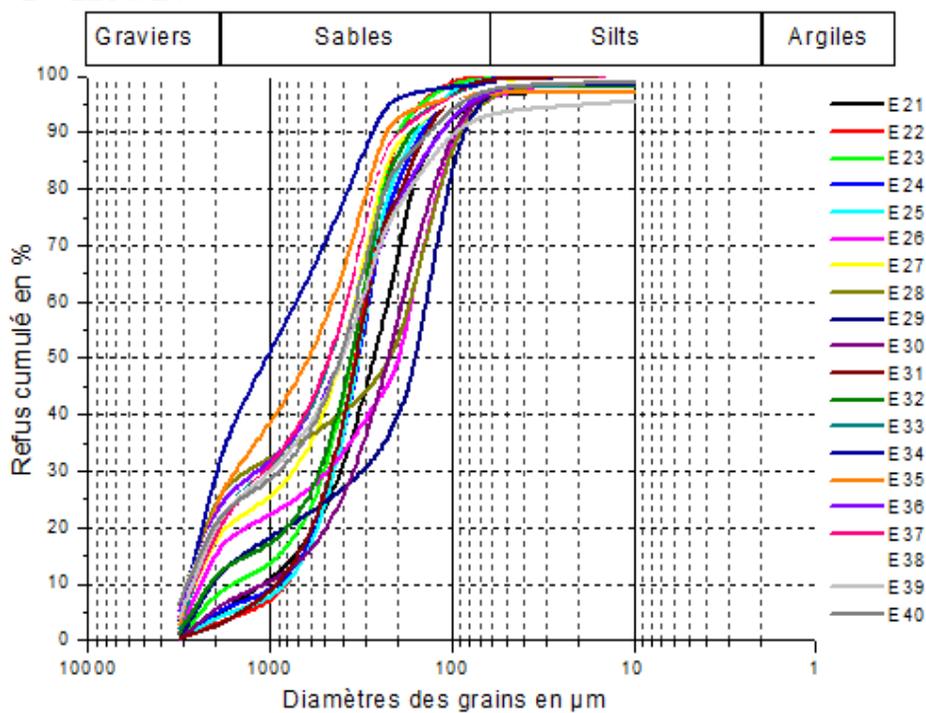
III-3. Paléo-environnement des sédiments de la lagune de Somone : milieu et mode de dépôt

Les courbes cumulatives semi-logarithmiques des sédiments de la zone d'étude ont une allure quasi-sigmoïde. Elles sont caractéristiques des milieux lagunaires et des embouchures de cours d'eau [12]. Ce faciès indique un dépôt par décantation, suite à une diminution de l'énergie des flux hydriques continentaux ou marins en transit.

A- E1 à E20



B- E21 à E40



C- E41 à E65

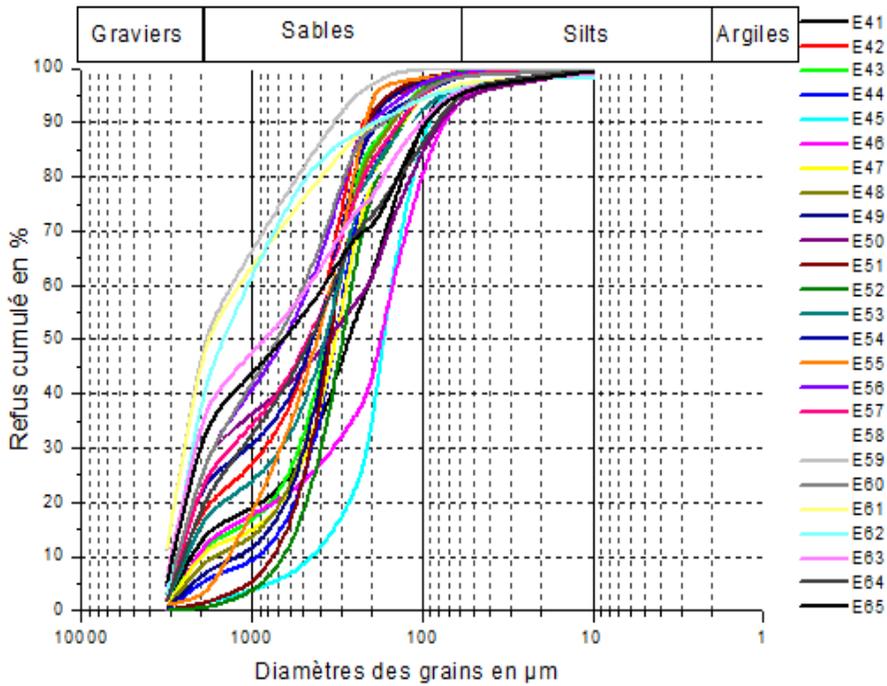


Figure 11 : *Courbes granulométriques des sédiments prélevés dans la lagune de Somone*

Les diagrammes K-Sk de Friedman, et ceux Md-Sk de Moiola et Weiser, ont été utilisés pour déterminer l'origine des sédiments de la lagune de Somone.

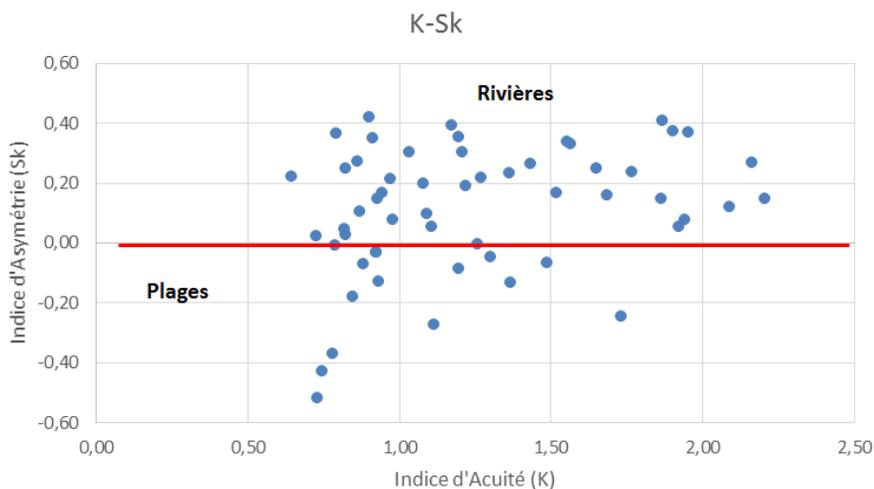


Figure 12 : *Diagramme K-Sk de Friedman*

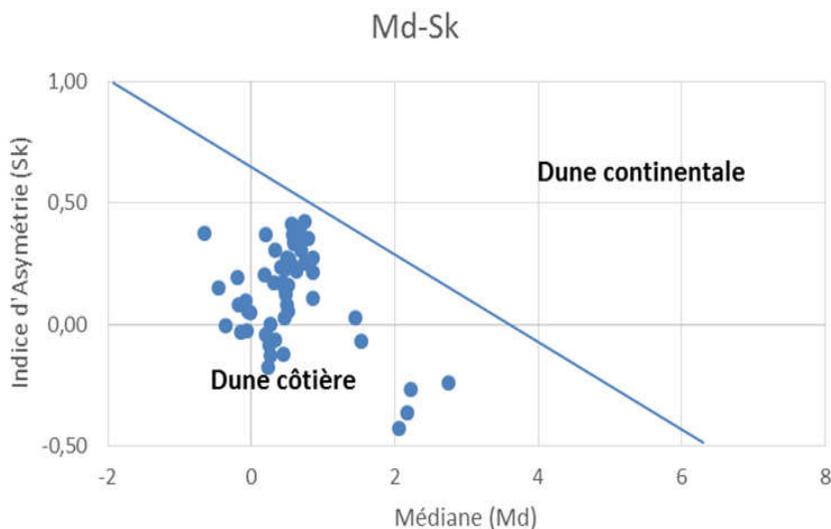


Figure 13 : Diagramme Md-Sk de Moiola et Weiser

L'analyse du diagramme K-Sk de Friedman, montre que les sédiments de lagune de Somone sont essentiellement apportés par les rivières, avec cependant quelques faciès sableux originaires du domaine des plages. Quant aux diagrammes Md-Sk de Moiola et Weiser, ils confirment les apports du domaine de plage avec une précision sur les apports du domaine des dunes côtières au détriment des dunes continentales. En conséquence, la sédimentation au niveau de la lagune Somone est tributaire des apports continentaux (rivières) et marins (plages et dunes côtières). Les débits massifs 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 lagunaire. 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 [8]. En dehors, des apports continentaux, la lagune de la Somone reçoit une importante quantité de sédiments sableux charriés par les courants à partir du cordon littoral (plages et dunes côtières) comme le confirme le diagramme de Md-Sk de Moiola et Weiser (figure 13). Les dépôts sableux semblent dominer aujourd'hui le décor du complexe, 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. Dans le contexte actuel, le fonctionnement hydro-sédimentaire 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.



Figure 14 : Sources d'apport sédimentaires dans la lagune de la Somone à gauche une ravine d'épandage et à droite une vue de l'embouchure submergée de bancs de sables [8]

IV - DISCUSSION

Sur l'ensemble des échantillons traités au niveau du complexe laguno-estuarien de la Somone (cordon, embouchure, vasière, tannes), les fractions sableuses varient entre 86,43 % et 99,6 %. Les fractions de sable très fin varient entre 0,09 % et 2,29 %, le sable fin entre 0,06 % et 99,66 %, le sable grossier entre 0,19 % et 45,55 %. Ainsi, les résultats indiquent un ensablement très avancé de l'estuaire avec une prédominance du sable fin (calibre 0,16 mm-0,25mm). Cependant, il faut noter la présence de quelques fractions argileuses au niveau du cordon littoral et dans les vasières. Ces résultats sont en concordance avec les travaux de [13] qui a montré que les sédiments du complexe laguno-estuarien de la Somone présentent un coefficient d'asymétrie légèrement négatif. Ce qui indique une légère prédominance de sables fins. Par ailleurs, l'évolution de ses courbes granulométriques indique un mode soit

dans les sables moyens, soit dans les sables fins. Ce dernier estime que la zone littorale de la Somone est caractérisée par un cordon sableux de faible épaisseur interrompu par une petite embouchure (**Figure 14**) 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. L'enrichissement en fraction sableuse à partir de la dune côtière du complexe laguno-estuarien de la Somone (diagramme Md-Sk de Moiola et Weiser) serait favorisée par ce cordon sableux. Son orientation est spécifique à la flèche de la 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 [14], la flèche de Sangomar [15], ou la flèche de Mbodienne [16, 17]. Par ailleurs, du point de vue pédologique, [18] citant [19, 20] estime que le substrat de ces formations sableuses est constitué de sédiments sableux issus du Continental terminal. Du point de vue minéralogique, ce sédiment est composé de quartz, d'argile et de kaolinite ; alors que celui 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 (paléformes) du fait de leur paléographie récente car remontant du quaternaire. En effet, les formations sédimentaires les plus anciennes sont celles du Maëstrichtien. Les séries tertiaires présentent des dépôts essentiellement chimiques et biochimiques avec prédominance de calcaires et de marnes [21]. Les sédiments gréseux à gréso-argileux du Continental Terminal sont coiffés de cuirasses ferrugineuses formées au Pliocène [22]. Ce sont ces cuirasses qui affleurent largement dans la partie nord de la Somone. Les travaux du [23], montrent que l'érosion et le colmatage du complexe laguno-estuarien de la Somone 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 du complexe est responsable de l'agrandissement des bancs sableux au détriment des zones de vasières. La fréquence et l'agrandissement des bancs sableux dans le complexe laguno-estuarien de la Somone résulteraient ainsi de la dynamique sédimentaire de la partie littorale exacerbée par l'absence de l'effet de chasse.

V - CONCLUSION

L'étude sédimentologique du complexe laguno-estuarien de la Somone révèle un ensablement progressive du milieu. La paléo-lithologie du substrat géologique montre des faciès d'âge quaternaire constitués de bancs sableux qui forment des bouchons sédimentaires à l'entrée du complexe laguno-estuarien

et le cordon littoral vif qui le sépare de l'océan. Leur dépôt s'est fait par décantation, suite à une diminution de l'énergie des flux hydriques continentaux ou marins en activité. Au regard de la dynamique sédimentaire en cours, le dragage constituerait une alternative à ce problème d'ensablement. Cependant, compte tenu du rôle central que joue cet écosystème au plan économique, environnemental et culturel, ce dragage doit être ciblé. Il faudrait en perspective d'un tel aménagement, aller vers la réhabilitation des chenaux d'alimentation et de drainage. Les autorités doivent à cet effet, 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 le complexe laguno-estuarien.

RÉFÉRENCES

- [1] - J. P. PINOT, « La gestion du littoral », Institut océanographique, Paris, Vol. 2, (1998) 759 p.
- [2] - R. R. LANKFORD, « Coastal logons of Mexico. Their origin and classification estuarine processes », *Academic Press Inc* (ed.), Vol. II, (1977) 182 - 215 p.
- [3] - M. NICHOLAS et G. P. ALLEN, « Sedimentary process in coastal lagoon. In Coastal lagoon research present and future », *Technologie Marine Sciences*, UNESCO, N° 33 (1981) 27 - 80 p.
- [4] - B. KJERVE, « Coastal lagoons », In B. Kjerfve (ed.), « Coastal lagoon processes. Elsevier », *Science Publishers*, Amsterdam, (1994) 1 - 8 p.
- [5] - O. GUELORGET et J. P. PERTHUISOT, « Le domaine paralique Expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement », *Travaux du Laboratoire de Géologie*, Paris, (1983) 136 p.
- [6] - J. CLAVIER, G. BOUCHER, L. CHAUVAUD, R. FICHEZ et S. CHIFFLET, « Benthic response to ammonium pulses in a tropical lagoon: implications for coastal environmental processes », *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 2, (2005) 231 - 241 p.
- [7] - M. MAANAN, « Etude sédimentologique du remplissage de la lagune de Sidi Moussa (côte atlantique marocaine). Caractérisations granulométrique, minéralogique et géochimique », Thèse de Doctorat, Université Chouaib Doukkali, Maroc, (2003) 176 p.
- [8] - EDE, « Rapport sur l'étude bathymétrique de la lagune de Somone », (2015) 123 p.
- [9] - G. M. FRIEDMAN, « Comparison of moment measures for sieving and thin-section data for sedimentary petrological studies », *Jour. Sedim. Petrol.*, Vol. 32, (1962) 15 - 25 p.
- [10] - R. J. MOIOLA et D. WEISER, « Textural parameters: An evaluation », *Jour. Sedim. Petrol.*, Vol. 38, (1968) 45 - 53 p.
- [11] - R. L. FOLK et W. C. WARD, « Brazos rivers bar: a study in the significance of grain size parameters », *Journ. Sc. Petrol. Tulsa Okla*, Vol. 27, N° 1 (1957) 3 - 26 p.

- [12] - A. RIVIERE, « Méthodes granulométriques, techniques et interprétation », Masson, Paris, (1977) 170 p.
- [13] - I. SAKHO, « Evolution et fonctionnement hydro-sédimentaire de la lagune de la Somone, Petite Cote, Sénégal », Thèse de doctorat de géologie, Université de Rouen (France), (2011) 252 p.
- [14] - M. SALL, « Dynamique et morphogenèse actuelles au Sénégal Occidental ». Thèse d'État en géographie, ULP, Université de Strasbourg I, (1982) 604 p.
- [15] - A. T. DIAW, « Evolution des milieux littoraux du Sénégal. Géomorphologie et Télédétection ». Thèse de Doctorat d'Etat és Lettres, Université de Paris I/Panthéon Sorbonne, Paris, (1997) 270 p.
- [16] - V. TURMINE, « Les variations spatio-temporelles des marais à mangrove et de leur hydrodynamisme en Afrique de l'Ouest entre la Petite côte et la Guinée (Géomorphologie et Télédétection) », Mémoire de DEA, Université Paris VII-Denis Diderot, (2001) 106 p.
- [17] - P. E. NGAMI-NTSIBA-ANDZOU, « Evolution de la lagune de Mbodiène (Petite Côte, Sénégal) : Approche par l'analyse morpho-sédimentaire et la télédétection », Thèse de 3^{ème} Cycle, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, (2007) 209 p.
- [18] - J. L. KALY, « Contribution l'étude de l'écosystème mangrove de la Petite Côte et essai de reboisement », Thèse de 3^{ème} cycle, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, (2001) 208 p.
- [19] - J. VIEILLEFON, « Les Sols des Mangroves et des Tannes de Basse Casamance (Sénégal): Importance du Comportement Géochimique du Soufre dans leur Pédogénèse », ORSTOM, Paris, N° 83 (1977) 291 p.
- [20] - C. MARIUS, « Effets de la sécheresse sur l'évolution des mangroves du Sénégal et de la Gambie », Sécheresse, Vol. 1, N°6 (1995) 123 - 126 p.
- [21] - F. TESSIER, Contribution à la stratigraphie et à la paléontologie de la partie ouest du Sénégal (Crétacé et Tertiaire). Bull. Dir. Mines AOF, 14, 2T, (1952) 571 p.
- [22] - P. MICHEL, *Les bassins des fleuves Sénégal et de la Gambie (étude géomorphologique)*, Thèse d'État Mémoire IRD, N° 63 (1973) 752 p.
- [23] - TROPIS, « Audit environnemental du bassin versant de la Somone ». Rapport, GIRMAC, (2004) 147 p.