

Caractérisation morphologique et sédimentologique de l'embouchure du fleuve Sassandra (Côte d'Ivoire)

**Yao Alexis N'GUESSAN^{1*}, Etché Mireille AMANI¹, Bi Kassia Francis KOFFI¹, Laurent ADOPO¹,
Bi Eric DIANGONE¹, Sylvain MONDE¹ et Affian KOUADIO²**

¹ *Université Félix Houphouët Boigny de Cocody ; UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières ;
Laboratoire de Géologie Marine et Sédimentologie, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire*

² *Université Félix Houphouët Boigny de Cocody ; Centre Universitaire de Recherche et d'Application en
Télé-détection (C.U.R.A.T.), 22 BP 801 Abidjan 22, Côte d'Ivoire*

* Correspondance, courriel : alestouxis@yahoo.fr

Résumé

L'embouchure du fleuve Sassandra n'est pas homogène au plan morphologique avec des profondeurs variant entre 0 et 8,5 m et qui diminuent de l'amont vers l'aval. Cependant, elles sont plus élevées au niveau des dépressions situées à proximité de la passe. Quelques roches granitiques y affleurent sous la forme de hauts fonds. Sur le plan sédimentologique, les sédiments sont constitués majoritairement de sables localisés dans les fonds de l'embouchure. Les vases s'accumulent essentiellement sur les bordures des bras. La granulométrie des sables met en évidence une prédominance de sables grossiers et de sables moyens. La quasi-totalité des sédiments de l'embouchure du fleuve Sassandra provient d'un environnement de type continental fluvial. Une masse importante de sables se déplace par saltation. Le mode de transport des sables fins est dominé par le transport en suspension. Les sables moyens se déplacent essentiellement par saltation et le transport par charriage est le mode de transport dominant des sables grossiers. En définitive, cette étude a permis de réaliser les cartes bathymétriques et de répartition des sédiments, ainsi que la détermination de l'environnement de dépôts des sables.

Mots-clés : *morphologie, sédimentologie, bathymétrie, embouchure, Sassandra, Côte d'Ivoire.*

Abstract

Morphological and sedimentological characterization of the mouth of the Sassandra river (Sassandra, Côte d'Ivoire)

The mouth of the Sassandra river is not homogeneous in the morphological plan with depths varying between 0 and 8,5 m and which decrease in the upstream towards the approval. However, they are higher at the level of the depressions situated near the pass. Some granitic rocks appear under the shape of high funds there. On the sedimentological plan, sediments are mainly constituted by sands located in the funds of the mouth. Muds accumulate essentially on the borders of arms. The size grading of sands highlights an ascendancy of unrefined sands and average sands. Almost all of sediments of the mouth of the Sassandra river fluvial results from an environment of continental type. An important mass of sands moves by

saltation. The mode of transport of fine sands is dominated by the transport in suspension. Average sands move essentially by saltation and the transport by carriage is the mode of transport dominating unrefined sands. After all, this study allowed to realize the bathymetric maps and of distribution of sediments, as well as the determination of the environment of deposits of sands.

Keywords : *morphology, sedimentology, bathymetry, mouth, Sassandra, Côte d'Ivoire.*

1. Introduction

La Côte d'Ivoire est drainée par quatre grands fleuves : Comoé, Bandama, Sassandra et Cavally. Les embouchures de ces principaux fleuves connaissent un dynamisme de plus en plus accentué qui se traduit généralement par des déplacements des points de confluence fleuve-mer [1,2]. Ces domaines représentent des espaces naturels variés avec une forte richesse écologique et économique (pêche, tourisme). Leur évolution est, depuis quelques décennies, tributaires des changements climatiques, mais aussi des fortes pressions anthropiques. Les populations installées à proximité de ces milieux saumâtres ont, entre autres, pour activité économique principale la pêche. Ces activités entraînent un changement défavorable des caractéristiques naturelles de ces milieux, siège de phénomènes complexes liés aux échanges entre eaux douces et marines. Le suivi, le devenir et la protection de ces zones d'importance capitale constituent aujourd'hui un enjeu de gestion durable. Il est d'un intérêt certain de comprendre et de tenter d'expliquer les processus hydrodynamiques et sédimentologiques qui s'y déroulent [3-4] pour mieux les gérer. La connaissance de la dynamique sédimentaire dans les estuaires permet d'appréhender les processus d'envasement et de colmatage dont ces milieux sont le siège [4].

Elle contribue aussi à la compréhension des caractères physicochimiques et biologiques de ces environnements complexes qui représentent des zones de transit, de transfert et de stockage [5-7]. Au niveau de l'embouchure du fleuve Comoé à Grand-Bassam, la dynamique hydrosédimentaire a pour conséquence le comblement accéléré de l'embouchure, la modification significative des paramètres physico-chimiques et le développement rapide des plantes aquatiques sur la lagune Ebrié [8-9]. Ainsi plusieurs études ont été entreprises sur les problèmes de son aménagement et sur son fonctionnement hydro-sédimentaire [4, 10, 11]. Au plan géologique l'embouchure du fleuve Sassandra (*Figure 1*) sujet de cette étude, située entre les longitudes 826 et 819 km et les latitudes 553 et 548 km appartient au socle précambrien, comparativement aux autres embouchures du littoral ivoirien qui se trouvent sur le bassin sédimentaire. Cette fraction du littoral est une côte mixte constituée de falaises, de blocs rocheux et de plages. Ce milieu transitoire est soumis à l'effet dynamique des marées, de la salinité et du courant fluvial. C'est un environnement fragile dans lequel la présence de hauts-fonds et des eaux tourbillonnaires engendrées par les dépressions peut occasionner des problèmes de navigation. Il était donc nécessaire d'établir une carte bathymétrique et une carte de répartition spatiale des sédiments du fond estuarien.

Elles permettront aux usagers d'optimiser les opérations de navigation et d'avoir un meilleur repérage des ressources halieutiques dont l'habitat est lié à la nature du fond. La présente note fait une analyse morphologique et sédimentologique de l'embouchure du fleuve Sassandra. En outre, l'origine et la répartition spatiale des sédiments sableux sont proposées.

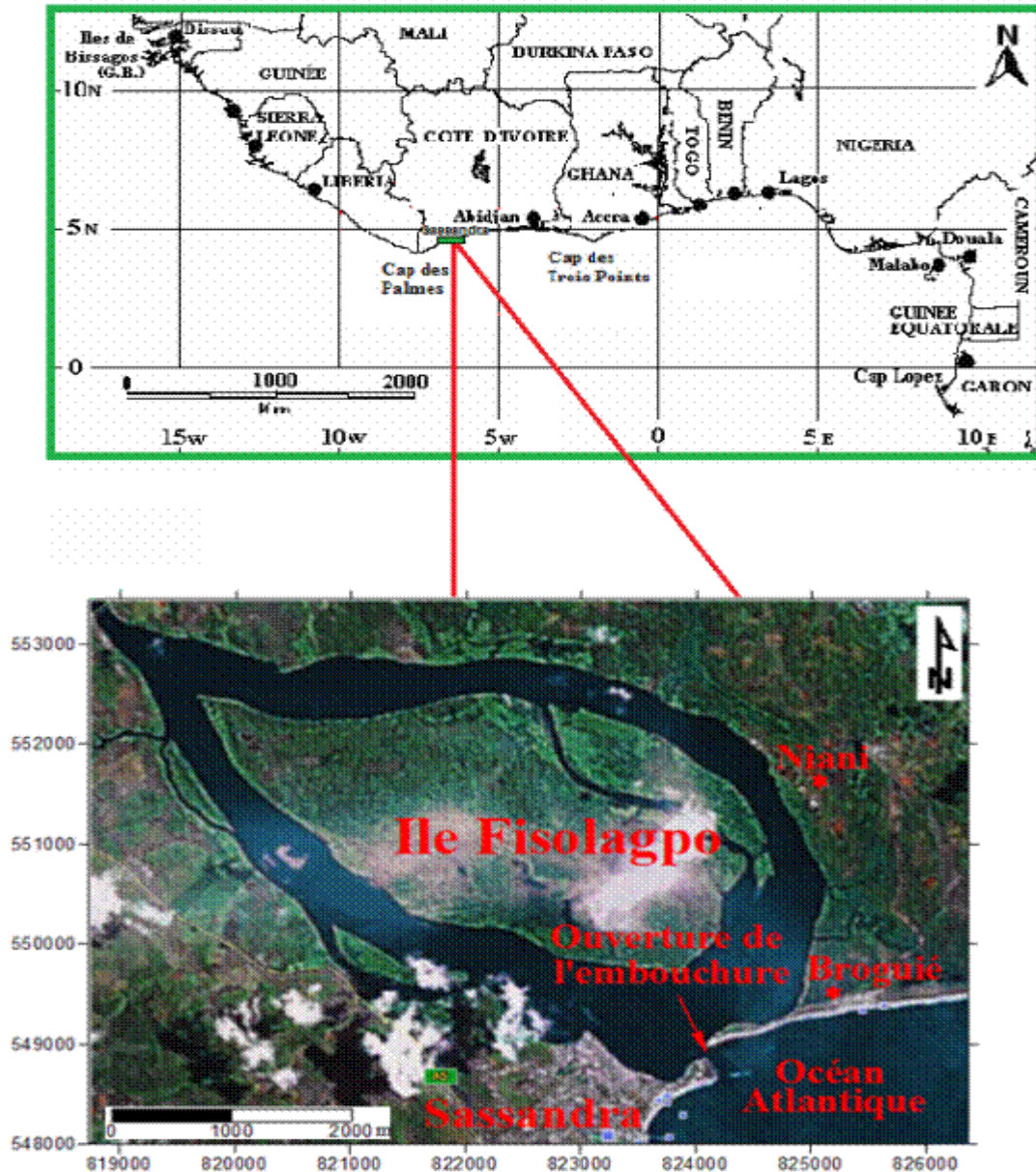


Figure 1 : Localisation de l'embouchure du fleuveassandra

2. Matériel et méthodes

2-1. Levés et traitement de sondes bathymétriques

Les levés bathymétriques ont été réalisés à partir d'un échosondeur de type Lowrance, modèle LMS-160 et Global MapTM 1600, couplé à un récepteur GPS pour l'acquisition des sondes. Elles ont été mesurées avec une fréquence de 160 kHz qui permet aux signaux émis de ne pas pénétrer les vases [12] et la lecture faite directement sur l'écran de l'unité centrale. Des corrections sont effectuées afin de déterminer la profondeur réelle à chaque point. Ces corrections concernent la profondeur d'immersion du transducteur et la marée dynamique [13-14]. Les sondes réelles sont traitées et analysées afin de tracer des contours de cartes, des courbes d'isovaleurs dans un plan et de réaliser des blocs diagrammes (cartes en 3D) de l'embouchure du fleuve Sassandra.

2-2. Echantillonnage et traitement des sédiments superficiels

Le prélèvement des sédiments à l'embouchure du fleuve Sassandra s'est déroulé à l'aide d'une benne Van Veen. Au total 40 échantillons de sédiment suivant un plan de 11 radiales disposées perpendiculairement aux rives ont été collectés. Ces prélèvements ponctuels ont été positionnés par un récepteur GPS-GARMIN [15]. Les sédiments ont subi une caractérisation visuelle pour déterminer la couleur, la nature lithologique, la présence ou non de débris végétaux et animaux, l'abondance et le type de grain de sable. Pour l'étude granulométrique, les sédiments meubles, après conditionnement (lavage et séparation de la fraction supérieure à 63 μm ; attaques chimiques à l'acide chlorhydrique 50% et à l'eau oxygénée 30% pour l'élimination respective des carbonates et de la matière organique; séchage à l'étuve) ont subi un tamisage sur une colonne de quinze tamis vibrants de la série AFNOR, de mailles comprises entre 63 μm et 5 mm [16] ; [17]. La cartographie des faciès, le mode de transport et l'environnement de dépôt des sédiments superficiels de l'embouchure du fleuve Sassandra a été réalisés. Les sables de l'estuaire ont été caractérisés à travers la médiane (Md), le mode (Mo), le grain moyen ou la moyenne (M), l'écart type ou classement ou Sorting (So) et l'asymétrie ou le Skewness (Sk) calculés à partir des formules de [18], basées sur l'unité Φ .

$$\Phi = -\log_2 d \quad (1)$$

(où *l'équation 1*, avec d désignant le diamètre des particules en millimètre). Des cartes de répartition des sédiments (sables, vases) ont été réalisées. Le test de Visher a permis de mettre en relation la granulométrie et le mode de transport. Cette méthode permet de définir trois modes de transport qui sont : la suspension, la saltation et le roulement (ou reptation, ou charriage ou encore "surface creep"), [19]. Pour la détermination des milieux de dépôts, les diagrammes Md-So et Sk-Md, utilisés établissent une discrimination entre les sables de plages, de rivières, de dunes côtières et de dunes continentales [20]. Le diagramme de dispersion de [21] 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 de 1/4 Φ . 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 [14].

3. Résultats

3-1. Morphologie du fond de l'estuaire du fleuve Sassandra

L'analyse détaillée de la bathymétrie de l'embouchure du fleuve Sassandra fait ressortir des cartes qui présentent une diversité morphologique avec des profondeurs qui varient entre 0 et 8,5 m, soit une moyenne de 4,25 m (*Figure 2*). D'une manière générale les profondeurs diminuent de l'amont vers l'embouchure proprement dite du fleuve. Toutefois, les profondeurs les plus élevées (8,5 m) s'observent au niveau des dépressions, à proximité de la passe de faible profondeur. Ces dépressions engendrent des eaux tourbillonnaires qui rendent difficile la navigation à cet endroit. Le fleuve Sassandra se divise en amont en deux bras (bras Est et bras Ouest) nettement identifiables. Ces deux bras se rejoignent en leur lieu de contact avec l'océan atlantique. En amont, le bras Est présente un chenal accidenté avec une sinuosité remarquable. Quelques roches granitiques affleurent sous la forme de hauts fonds sur le fond de l'embouchure du fleuve Sassandra. Cela pourrait s'expliquer par sa situation dans le socle précambrien comparativement aux autres embouchures du littoral ivoirien situées dans le bassin sédimentaire qui n'en

sont pas pourvues. Sur le bras Ouest, les profondeurs varient de 0 à 4,5 m avec une moyenne de 2,25 m. Le chenal est peu sinueux et moins accidenté que le bras Est. L'aval est moins profond et plus étalé.

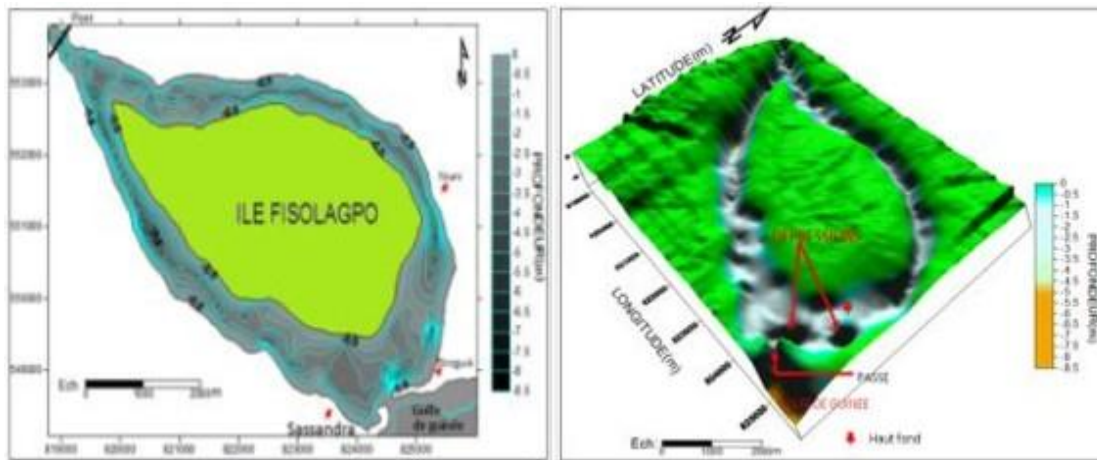


Figure 2 : Cartes bathymétriques de l'embouchure du fleuve Sassandra

Cette diversité morphologique de l'embouchure est aussi traduite par trois types de profils (Figure 3) :

- le profil de type "V" résulte d'un processus d'érosion [22]. Dans ce type de profil, les pentes sont très élevées. La lithologie est un facteur explicatif de ce type de relief car il dérive de la plus ou moins grande solidité des roches constituées essentiellement de granite et de granodiorite [23].
- le profil de type "U", concave, évasé et aplati à la base, est un profil d'équilibre d'action entre les agents d'accumulation et ceux de l'érosion. Les chenaux ayant un profil en "V" se transforment progressivement sous l'effet de phénomène transport-dépôt pour adopter un profil définitif en "U".
- le profil intermédiaire est un profil n'ayant pas encore atteint sa forme d'équilibre, ou qui l'a atteint et ultérieurement subi une nouvelle phase d'érosion.

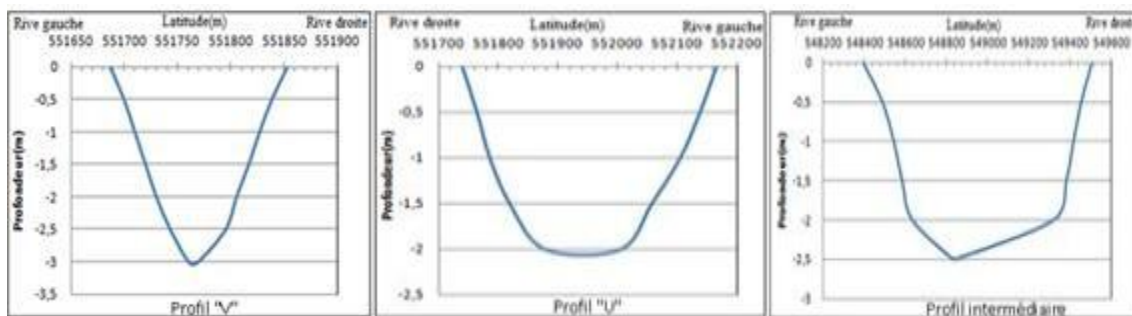


Figure 3 : Différents profils morphologiques rencontrés à l'embouchure du fleuve Sassandra

3-2. Caractérisation des faciès sédimentaires de l'embouchure du fleuve Sassandra

3-2-1. Analyse lithologique et granulométrique des sédiments (Tableau 1)

Les faciès lithologiques superficiels observés à l'estuaire du fleuve Sassandra, sont les sables, les vases et les sédiments "mixtes" constitués de sables vaseux et de vases sableuses. La granulométrie des sables contenus dans les sédiments prélevés révèle que les grains sont grossiers à fins. Leur couleur, déterminée à l'aide de l'échelle standard de coloration publiée par "The Geological society of America" [24], est brune jaunâtre et blanche laiteuse. Les vases sont de couleur variable allant du noir au vert olive. En outre, les

sables et les vases analysés contiennent des débris végétaux et coquilliers. La moyenne granulométrique des sables varie de 163 à 1004,76 μm (**Tableau 2**), indiquant ainsi une granulométrie diversifiée des sédiments. Suivant les coefficients de [25] des échantillons, les indices de classement (S_0) sont inférieurs à 0,9 et se situent entre 0,41 et 0,9. Les valeurs de l'écart type sont toutes en dessous de 0,35 (**Tableau 3**). Ces valeurs viennent en appui au classement pour montrer que les sables sont très bien classés.

Tableau 1 : Description et proportions (%) des classes granulométriques des sédiments de l'embouchure du fleuve Sassandra.

ECHTS N°	Descriptions sédimentologiques	Classes de sable				
		Stg	Sg	Sm	Sf	Stf
SS1	vase gris olive, présence de coquilles	-	-	-	-	-
SS2	Sables grossiers, brun jaunâtre	16,8*	42,64	19,15	11,43	0,2
SS3	Sables grossiers, brun jaunâtre, présence de coquilles	11,32	39,98	25,55	15,53	1,1
SS4	sable grossier, olive pâle	5,9	33,12	28,31	25,61	4,75
SS5	Sable grossier, jaune roux	12,6	46,84	20,14	12,67	1,2
SS6	Vase grise verdâtre et sombre	-	-	-	-	-
SS7	Vase grise verdâtre et sombre, présence de débris végétaux	-	-	-	-	-
SS8	Sables moyens à grossiers, jaune brun	4,24	31,58	31,28	29,57	2,21
SS9	Sables moyens à grossiers, jaune brun, présence de coquilles	3,51	39,35	38,75	17,75	0,4
SS10	Sable-vaseux, gris verdâtre et sombre	-	-	-	-	-
SS11	vase-sableuse, olive claire, débris végétaux et animaux	-	-	-	-	-
SS12	Vase grise verdâtre et sombre, présence de coquille	-	-	-	-	-
SS13	sables grossiers avec présence de fins, jaune roux	11,32	24,95	18,74	30,16	2,4
SS14	Vase grise verdâtre et sombre, présence de débris végétaux	-	-	-	-	-
SS15	sables grossiers à moyen, gris verdâtre	2,91	32,67	35,87	26,15	2,1
SS16	vase-sableuse, olive claire, débris végétaux et animaux	-	-	-	-	-
SS17	Sables moyens et grossiers, jaune roux	5,21	34,74	32,54	24,02	0,7
SS18	Sables grossiers et moyens, jaune roux, présence de coquilles	3,2	32,9	30,28	32,2	1,2
SS19	Sables moyens, gris sombre	0,3	10,04	29,12	40,16	19,78
SS20	Sables moyens, jaune sombre, présence de coquilles	1,2	18,25	27,18	46,54	6,61
SS21	Sables grossiers, jaune sombre	3,81	36,51	24,37	26,38	8,52
SS22	Sables grossiers et moyens, jaune roux, présence de coquilles	3,6	38,04	38,64	18,42	0,3
SS23	Sables moyens, jaune roux	0,32	6,2	18,71	59,43	15,19
SS24	Sables moyens, gris	0,7	15,36	49,27	31,51	3,16
SS25	Sables moyens, gris sombre	0,7	19,04	37,67	40,88	1,7
SS26	Sables moyens, jaune roux	0,5	13,28	31,26	51,2	3,76
SS27	Sables moyens, gris claire	0,8	18,65	40,7	37,89	1,95
SS28	vase-sableuse, olive claire, débris végétaux et animaux	-	-	-	-	-
SS29	Vase, vert-olive avec débris végétaux	-	-	-	-	-
SS30	Vase, vert-olive avec débris végétaux et animaux	-	-	-	-	-
SS31	Vase gris verdâtre et sombre, présence de coquilles	-	-	-	-	-
SS32	Vase grise sombre, présence de coquilles	-	-	-	-	-
SS33	Vase grise verdâtre	-	-	-	-	-
SS34	Sables grossiers, gris clair	4,62	38,4	23,71	28,14	4,82
SS35	vase grise sombre, présence de coquilles	-	-	-	-	-
SS36	Sable fin gris blanc avec présence de coquille	0	1,77	2,81	75,37	19,08
SS37	Sable fin gris sombre, présence de coquille	0	2,86	27,9	57,29	12,14
SS38	Sable fin avec débris coquilliers	0	0,29	2,1	53,9	43,71
SS39	Sable fin avec débris coquilliers	0	0	3,21	67,85	28,94
SS40	Vase, gris foncé	-	-	-	-	-

16,8*: proportion (%) des sables grossiers dans l'échantillon SS₂. Stg: Sable très grossier; Sg: Sable grossier; Sm: Sable moyen; Sf: Sable fin; Stf: Sable très fin

Tableau 2 : Granulométrie des sédiments de l'embouchure du fleuve Sassandra

ECHTS . N°	GRANULOMETRIE A SEC															
	5000	3150	2000	1250	800	630	500	400	315	250	200	160	125	100	63	<63
SS2	0,60	3,31	5,82	16,80	27,60	15,04	10,43	8,72	5,92	4,61	0,90	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00
SS3	0,00	2,11	4,41	11,32	22,65	17,33	14,83	10,72	7,62	5,91	2,00	0,60	0,30	0,20	0,00	0,00
SS4	0,30	0,70	1,30	5,90	17,31	15,81	16,31	12,00	10,31	9,60	5,70	2,90	0,30	1,50	0,05	0,00
SS5	0,20	2,21	4,22	12,60	28,54	18,30	11,50	8,64	5,53	5,23	1,91	0,50	0,30	0,20	0,20	0,00
SS8	0,00	0,50	0,50	4,24	14,83	16,75	17,86	13,42	12,82	11,91	4,84	1,61	0,10	0,40	0,10	0,10
SS9	0,00	0,00	0,30	3,51	17,75	21,60	21,50	17,25	11,43	5,12	1,20	0,20	0,10	0,10	0,00	0,00
SS13	2,00	4,71	5,71	11,32	15,83	9,12	8,52	10,22	10,02	13,63	6,51	1,80	0,50	0,10	0,00	0,00
SS15	0,00	0,00	0,30	2,91	14,53	18,14	20,74	15,13	12,22	10,32	3,61	1,20	0,70	0,10	0,10	0,00
SS17	0,00	0,60	2,20	5,21	17,52	17,22	17,52	15,02	13,61	7,71	2,70	0,60	0,05	0,05	0,00	0,00
SS18	0,00	0,00	0,20	3,20	16,20	16,70	15,98	14,30	15,50	12,50	4,20	0,80	0,10	0,30	0,00	0,00
SS19	0,00	0,00	0,00	0,30	3,01	7,03	13,86	15,26	15,86	14,66	9,64	7,43	7,03	3,01	2,31	0,60
SS20	0,00	0,00	0,15	1,20	7,12	11,13	14,14	13,04	17,55	19,66	9,33	4,01	1,50	1,00	0,10	0,06
SS21	0,00	0,00	0,20	3,81	19,06	17,45	14,34	10,03	10,23	9,53	6,62	4,11	0,30	3,71	0,40	0,20
SS22	0,10	0,30	0,60	3,60	15,72	22,32	22,82	15,82	11,31	5,61	1,50	0,20	0,05	0,05	0,00	0,00
SS23	0,00	0,02	0,07	0,32	2,14	4,06	7,70	11,01	19,45	26,40	13,58	7,59	4,28	2,89	0,43	0,05
SS24	0,00	0,00	0,00	0,70	5,22	10,14	15,45	16,06	20,57	20,97	7,73	2,41	0,30	0,40	0,05	0,00
SS25	0,00	0,00	0,00	0,70	5,91	13,13	21,04	16,63	18,14	16,43	6,31	1,40	0,20	0,10	0,00	0,00
SS26	0,00	0,00	0,00	0,50	4,21	9,07	16,03	15,23	21,64	20,64	8,92	2,71	0,80	0,20	0,05	0,00
SS27	0,00	0,00	0,00	0,80	6,32	12,33	20,15	20,55	20,95	12,93	4,01	1,10	0,50	0,30	0,05	0,00
SS30	0,00	0,00	0,08	0,82	1,98	4,84	7,88	15,18	22,40	19,79	14,80	7,52	3,36	1,26	0,08	0,01
SS34	0,00	0,00	0,30	4,62	21,11	17,29	12,96	10,75	9,95	11,46	6,73	2,91	1,51	0,30	0,10	0,00
SS36	0,00	0,00	0,00	0,20	0,60	0,80	0,90	1,00	3,00	5,60	21,30	40,50	27,40	2,20	0,20	0,10
SS37	0,00	0,00	0,00	0,10	0,80	2,00	4,90	7,90	15,20	22,70	19,80	14,80	7,50	3,40	0,90	0,40
SS38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,40	0,30	3,60	10,30	30,30	23,40	18,20	8,50	3,20	0,70
SS39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,40	2,80	12,60	34,70	31,60	13,50	2,60	0,50	0,30

Tableau 3 : Classes et paramètres des sédiments de l'embouchure du fleuve Sassandra

ECHTS . N°	CLASSE DES SABLES					PARAMETRES GRANULOMETRIQUES					
	Stg	Sg	Sm	Sf	Stf	écart-type	Md	Moy.(µm)	Mo	So	Sk
SS2	16,8	42,64	19,15	11,4	0,2	0,29	850	1004,8	0,8	0,64	0,05
SS3	11,3	39,98	25,55	15,5	1,1	0,28	700	860	0,8	0,64	0,09
SS4	5,9	33,12	28,31	25,6	4,8	0,27	550	612,5	0,8	0,66	0,19
SS5	12,6	46,84	20,14	12,7	1,2	0,27	780	877,86	0,8	0,68	0,09
SS8	4,2	31,58	31,28	29,6	2,2	0,23	530	576,67	0,5	0,69	0,21
SS9	3,5	39,35	38,75	17,8	0,4	0,19	590	624,44	0,6	0,75	0,26
SS13	11,3	24,95	18,74	30,2	2,4	0,33	600	863,09	0,8	0,51	0,02
SS15	2,9	32,67	35,87	26,2	2,1	0,21	540	553,33	0,5	0,74	0,21
SS17	5,2	34,74	32,54	24,0	0,7	0,23	575	641,67	0,7	0,71	0,2
SS18	3,2	32,9	30,28	32,2	1,2	0,22	500	550	0,6	0,69	0,24
SS19	0,3	10,04	29,12	40,2	19,8	0,24	340	362,14	0,3	0,67	0,25

SS20	1,2	18,25	27,18	46,5	6,6	0,22	383	441,11	0,3	0,77	0,36
SS21	3,8	36,51	24,37	26,4	8,5	0,27	550	581,62	0,8	0,64	0,17
SS22	3,6	38,04	38,64	18,4	0,3	0,19	595	615,9	0,5	0,77	0,27
SS23	0,3	6,2	18,71	59,4	15,2	0,2	300	328,57	0,3	0,78	0,58
SS24	0,7	15,36	31,51	49,3	3,2	0,18	384	436,97	0,3	0,73	0,4
SS25	0,7	19,04	37,67	40,9	1,7	0,18	450	465,24	0,5	0,61	0,34
SS26	0,5	13,28	31,26	51,2	3,8	0,17	450	471,67	0,3	0,77	0,36
SS27	0,8	18,65	40,7	37,9	2,0	0,26	450	562,86	0,8	0,65	0,22
SS30	0,8	6,82	23,06	57,0	12,2	0,3	290	221	0,2	0,41	0,25
SS34	4,6	38,4	23,71	28,1	4,8	0,17	378	414,81	0,5	0,74	0,46
SS36	0,2	1,40	1,90	29,9	70,2	0,10	225	233,3	1,6	0,9	1,70
SS37	0,1	2,80	12,80	57,6	26,6	0,20	270	241,7	2,5	0,7	0,70
SS38	0,0	0,30	0,70	44,1	53,4	0,10	165	163	2	0,9	2,00
SS39	0,0	0,00	0,50	50,0	48,2	0,10	180	178,3	2	0,9	1,30

Md: mediane ; Moy: moyenne ; Mo: mode ; So: classement ; Sk : Skewness

3-2-2. Répartition spatiale des sédiments de l'embouchure du Sassandra

La répartition des faciès vaseux et sableux (**Figure 4**) montre que les vases occupent les berges, à des profondeurs inférieures à 1,5 m. Les sables fins se concentrent à l'extrême Sud-Ouest, à proximité de la passe, milieu d'interface eaux douce-eau de mer. Ils se localisent aussi sur les deux rives du bras Est. Les sables moyens occupent une superficie importante en amont au lieu de jonction entre les deux bras du fleuve. Ils se concentrent aussi à l'aval des deux bras sur une surface moins importante. Les sables moyens s'accumulent à des profondeurs comprises entre 0 et 3 m. L'amont et le chenal actif des deux bras sont occupés par les sables grossiers. Ils sont aussi repartis à l'ouverture de l'embouchure, au niveau des dépressions. La répartition des vases et des vases sableuses sur les berges est due à la faiblesse de l'énergie du courant et à la présence de végétation tout le long des rives. L'accumulation et la décomposition des végétaux favorisent leur dépôt. Sur les surfaces planes et dans les creux, au niveau des rives, où les flux sont calmes et laminaires, s'observe l'accumulation des sables moyens et fins. Du fait de l'énergie élevée du courant dans le chenal principal, les particules fines sont emportées, décoiffant la surface du chenal et ses environs proches pour laisser en place les grosses particules.

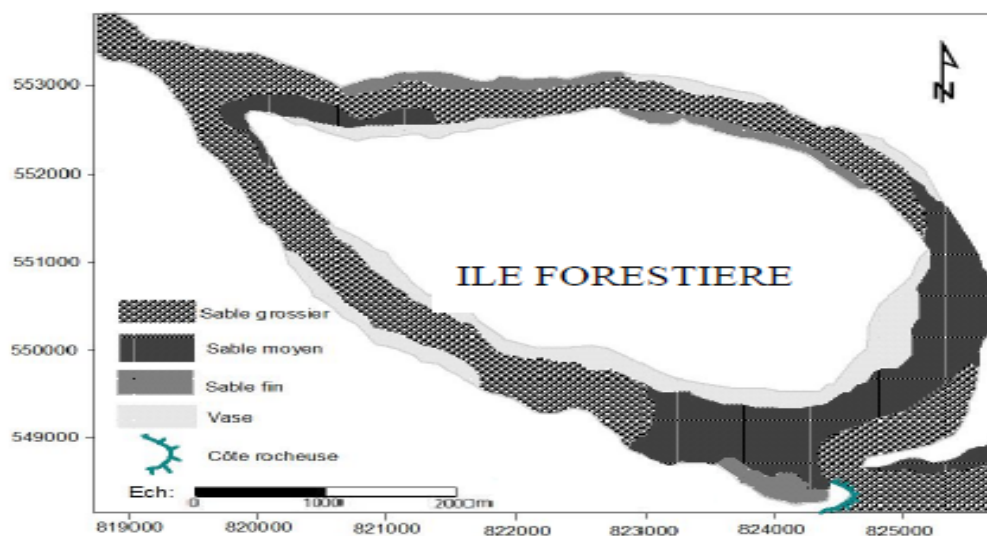


Figure 4 : Répartition superficielle des sédiments de l'embouchure du fleuve Sassandra.

3-2-3. Mode de transport des sédiments de l'embouchure du Sassandra

Le test de [19] appliqué aux particules de sable de l'embouchure du fleuve Sassandra donne les résultats présentés par la **Figure 5**. Il permet de montrer la relation entre la granulométrie des sédiments et leur mode de transport [14]. Ainsi la population A regroupant les sables transportés par roulement, la population B (sables transportés par saltation) et la population C marquée par le transport des grains par suspension se distinguent. L'analyse statistique de différentes populations révèle que la population A est dominante avec 43% des sédiments, suivie des populations B et C qui représentent respectivement 39 et 18%. Cette étude quantitative montre que le mode de transport dominant des sédiments est la saltation. Néanmoins, certains sédiments sont transportés par suspension et par charriage. Par ailleurs, la caractérisation du type de transport dans les différentes classes granulométriques montre que la saltation est le type de transport qui concerne les sédiments moyens et parfois les sédiments grossiers. Le transport par suspension reste rattaché aux sédiments fins. Une petite partie des sédiments grossiers est transportée par charriage ou roulement.

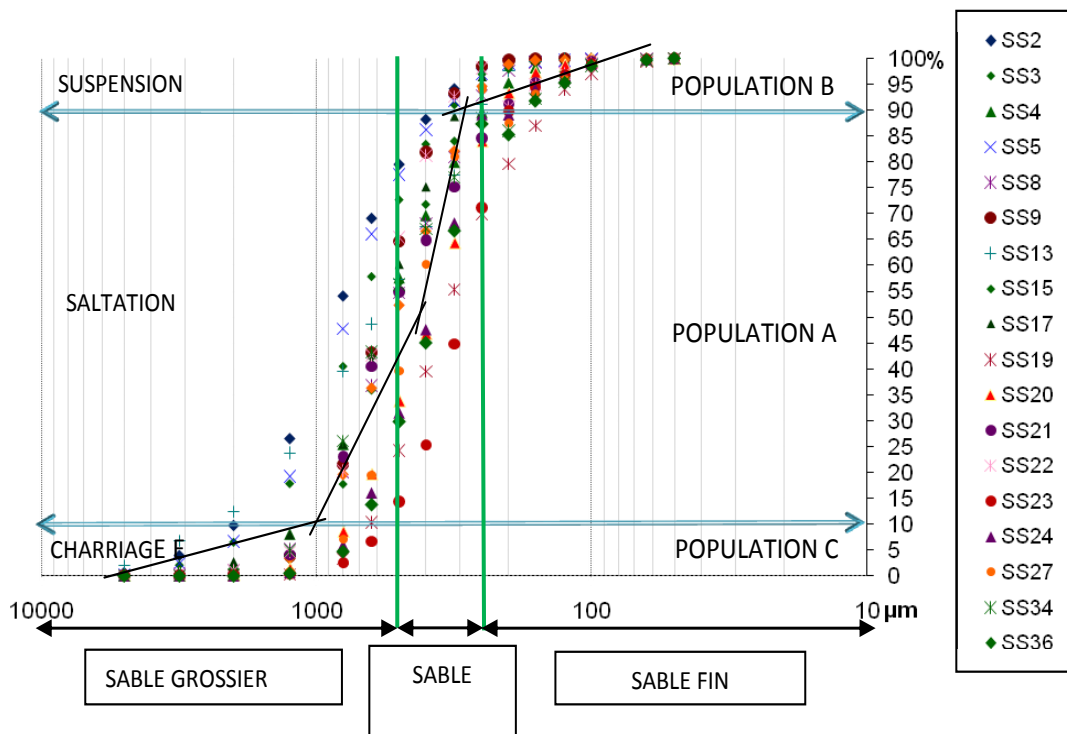


Figure 5 : Test de Visher appliqué aux sédiments de l'embouchure du Sassandra.

3-2-4. Milieu et mode de dépôt des sédiments

Les courbes cumulatives semi-logarithmiques des sables (**Figure 6**) ont une allure sigmoïde. Ce faciès indique un dépôt par décantation, suite à une diminution de l'énergie du courant.

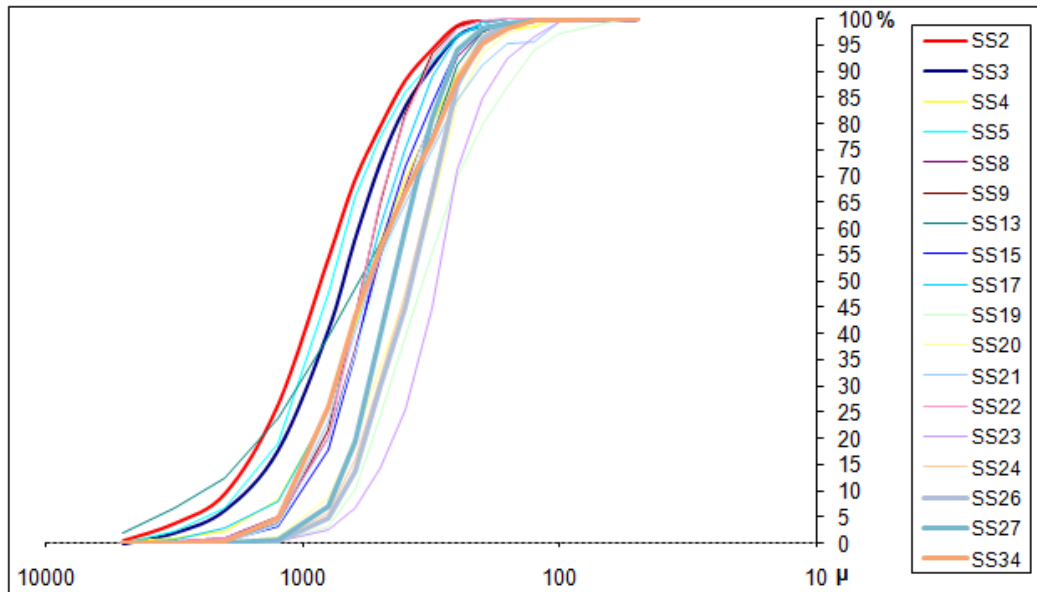


Figure 6 : Courbes cumulatives des échantillons de sable de l'embouchure du fleuve Sassandra.

Les diagrammes Md-So et Sk-Md de l'évolution des paramètres granulométriques des sables de l'embouchure du fleuve Sassandra permettent de déterminer leur milieu de dépôt. Le diagramme Md-So de la **Figure 7** présente la dispersion des points. Elle se fait entre le domaine de plages et le domaine de rivières. A l'analyse, tous les points sont regroupés dans le domaine de rivières. Ceci signifie que la quasi-totalité des grains sont issus des rivières, principalement du fleuve Sassandra. Les sédiments pourraient dans ce cas être des sables d'origine fluvatile [21]. En effet ils seraient transportés par le fleuve Sassandra du continent au Nord, vers l'océan atlantique au Sud. Ainsi, l'essentiel des sables de l'embouchure du fleuve Sassandra provient d'un environnement de type rivières. La **Figure 7** présente le diagramme de dispersion Sk-Md. La répartition des points montre que tous les points sauf un seul sont regroupés dans le milieu des dunes continentales. Cela pourrait s'expliquer par le fait que le fleuve est alimenté par un bassin principal qui draine les régions du socle précambrien (le Sassandra long de 650 km, avec un bassin versant 75000 km²). En conséquence, le domaine des dunes continentales serait l'environnement de dépôt initial des sables de l'embouchure du fleuve Sassandra [21]. L'étude réalisée pour la discrimination des milieux de dépôt à partir des diagrammes Md-So et Sk-Md de [21] (**Figure 7**), où le nuage de points se trouve respectivement dans le domaine de la rivière et des dunes continentales, permet de caractériser le milieu de dépôt des sédiments de l'embouchure du fleuve Sassandra. Il est continental fluvatile.

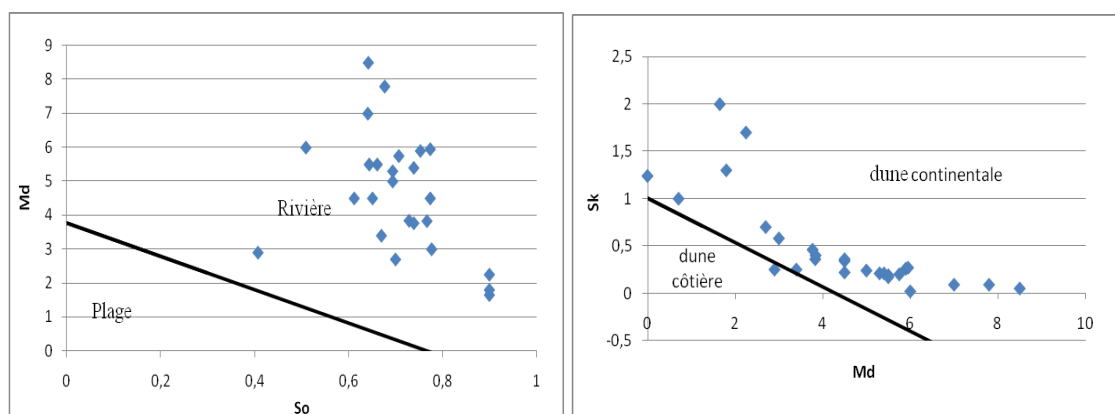


Figure 7 : Diagramme Md-So et Sk-Md de [21].

4. Conclusion

L'embouchure du fleuve Sassandra est caractérisée par deux bras nettement identifiables, qui se rejoignent en leur lieu de contact avec l'océan atlantique avec des profondeurs de 0 et 8,5 m. Ces profondeurs diminuent de l'amont vers l'embouchure proprement dite du fleuve. Néanmoins, les profondeurs de 8,5 m s'observent au niveau des dépressions, à proximité de la passe. Quelques roches granitiques affleurent sous la forme de hauts fonds sur le fond du bras Est. L'étude des faciès lithologiques et la granulométrie des sédiments superficiels identifient les vases, les sédiments "mixtes", et les sables grossiers à fin, très bien classés. Les vases occupent les berges, à des profondeurs inférieures à 1,5 m. Les sables fins se concentrent à l'extrême sud-ouest, à proximité de la passe et sur les rives du bras Est. Les sables moyens occupent une superficie importante en amont, au lieu de jonction entre les deux bras du fleuve. Ils se concentrent aussi à l'aval des deux bras sur une surface moins importante, à des profondeurs comprises entre 0 et 3 m. L'amont et le chenal actif des bras sont occupés par les sables grossiers. Ils sont aussi repartis à l'ouverture de l'embouchure, au niveau des dépressions.

L'étude du milieu de dépôt montre un dépôt par décantation suite à une diminution de l'énergie du courant. La quasi-totalité des grains sont issus des rivières, principalement du fleuve Sassandra. L'essentiel des sables de l'embouchure du fleuve Sassandra provient d'un environnement de type rivières. En outre, le domaine des dunes continentales serait l'environnement de dépôt des sables de l'embouchure du fleuve Sassandra. Cela pourrait s'expliquer par le fait que le fleuve est alimenté par un bassin principal qui draine les régions du socle précambrien. En définitive le milieu de dépôt des sédiments de l'embouchure du fleuve Sassandra est de type continental fluvial. L'analyse quantitative révèle que la majorité des sédiments se déplace par saltation. Cependant, certains sédiments se déplacent par suspension et par charriage.

Références

- [1] - J. ABE, " *Etude comparative de la dynamique sédimentaire aux embouchures des fleuves du littoral ivoirien*". Proc. Int. Conf. "Costal change 95" Bordomer-IOC, Bordeaux, (1995) 347-363.
- [2] - A.V. WOGNIN, S. MONDE, K. AFFIAN, A. COULIBALY et K. AKA, " *Modèle de circulation des eaux dans l'estuaire du fleuve Bandama en Côte d'Ivoire*". Sud Sciences & Technologies, n° 15, (2007) 5-12.
- [3] - J. ABE, S. BAKAYORO, S. BAMBA et S. CISSOKO, " *L'hydrologie de l'estuaire du Comoé à Grand-Bassam (Côte d'Ivoire). Agronomie Africaine*". Journal Ivoirien d'Océanologie et Limnologie. Vol. 8, n° 3, (1996) 201-212.
- [4] - K.L. ADOPO, K.L. KOUASSI and A.V.-I. WOGNIN, " *Spatial Distribution and Characterisation of the Sediments of the Estuary of Comoé River (Grand-Bassam, Côte d'Ivoire)*". European Journal of Scientific Research, Vol. 20, n° 4, (2008) 817-827.
- [5] - J. AVOINE, L. DUBRULLE et C. LARSONNEUR, " *La dynamique sédimentaire dans les estuaires de la baie de seine – conséquences sur l'environnement. La Baie de Seine*" (GRECO-MANCHE) - Université de Caen, (1986).
- [6] - M. SANCHEZ and D. LEVACHER, " *The influence of particle size of the dispersed mineral fraction on the settlement of marine and estuarine muds*". Geo-Marine Letters. Vol. 27, n° 5, (2007) 303-313.
- [7] - K.B. AMEY, K. BEDJA et K. NEGLO, " *Distribution longitudinale de la granulométrie du sable littoral togolais : grain moyen, sorting index et skewness*". Journal des Sciences pour l'Ingénieur, n° 8, (2007) 1-8.

- [8] - Y. SANKARE et N. ETIEN, " *Analyse des effets de l'ouverture du chenal de Grand Bassam (estuaire du fleuve Comoé, Lagune Ebrié) sur la macrofaune benthique lagunaire*". Journal Ivoirien d'Océanologie et Limnologie, Vol. 1, n° 2, (1991) 81-90.
- [9] - Y. SANKARE, A.J.-B. KOTHIAS et A.A. KONAN, " *Les effets de la réouverture de l'embouchure du fleuve Comoé sur la végétation littorale lagunaire (Lagune Ebrié – Côte d'Ivoire)*". Journal Ivoirien d'Océanologie et Limnologie, Vol. 1, n° 2, (1991) 71-79.
- [10] - C. HAUHOUOT, " *Les problèmes de l'aménagement de l'estuaire du fleuve Comoé à Grand-Bassam*". Cahiers d'outre-mer, 219, (2008) 50-72.
- [11] - K.L. ADOPO, " *Caractérisation du fonctionnement hydro-sédimentaire de l'embouchure du fleuve comoé*". Thèse Unique, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, (2009) 160 p.
- [12] - LOWRANCE, " *LMS-160 et Global Map 1600 ; Directive d'installation et note technique*". Lowrance Electronics, Inc. (1998) 75 p.
- [13] - J. ABE, " *Contribution à la connaissance de la morphologie et de la dynamique du littoral ivoirien (cas du littoral d'Abidjan). Essais de modélisation en vue d'une gestion rationnelle*". Thèse Doctorat d'Etat, Université Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, (2005) 345 p.
- [14] - Y.A. N'GUESSAN, V. WOGNIN, A. COULIBALY, S. MONDE, T.E. WANGO et K. AKA, " *Analyse granulométrique et environnement de dépôts des sables superficiels de la lagune Adjin (Côte d'Ivoire)*". Revue Paralia, Vol. 4, (2011) 6.1-6.14.
- [15] - A.V. WOGNIN, " *Hydrologie et sédimentologie à l'embouchure du fleuve Bandama*". Thèse de Doctorat, Université Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, (2004) 195 p.
- [16] - E. SAAIDI, " *Traité de sédimentologie. Pétrographie, environnements sédimentaires*". Editions Ellipses, (1991) 393 p.
- [17] - Y.A. N'GUESSAN, S. MONDE and K. AKA, " *Sedimentological analysis and paleoenvironment of the surface sediments of the Adjin and Potou lagoons*". European Journal of Scientific Research, Vol. 19, n° 2, (2008) 391- 404.
- [18] - R.L. FOLK and W.C. WARD, " *Brazos rivers bar: a study in the significance of grain size parameters*". Journal of Sedimentary Petrology, Vol. 27, n° 1, (1957) 325-354.
- [19] - G.S. VISHER, " *Grain size distributions and depositional processes*". Journal of Sedimentary Petrology, Vol. 39, n° 3, (1969) 1074- 1106.
- [20] - K. BOUMIR, " *Les sables fauves de la région de Méknès : éléments d'analyse sédimentologique*". Bulletin de l'institut scientifique, Rabat, n° 9, (1985) 107-116.
- [21] - R.J. MOIOLA and D. WEISER, " *Textural parameters: an evaluation*". Journal of Sedimentary Petrology, n° 38, (1968) 45-53.
- [22] - K. AKA, " *La sédimentation quaternaire sur la marge de Côte d'Ivoire : Essai de modélisation*". Thèse Doctorat Etat, ès Sciences Naturelles, Université Côte d'Ivoire, n°146, (1991) 233 p.
- [23] - P. ANDRE, " *Géologie et minéralisations du Sud-ouest de la Côte d'Ivoire, synthèse des travaux de l'opération Sasca (1962-1968)*"(1973) 285 p.
- [24] - J. Mc MANUS, " *Grain size determination and interpretation*" In: M. TUCKER, Techniques in Sedimentology. Blackwell Scientific Publ., Oxford, (1988) 63-85.
- [25] - P.D. TRASK, " *Economic geology*". Vol. 25, (1930) 581-599.