

Analyse sédimentologique et paléoenvironnements des sédiments superficiels de l'estuaire du fleuve Comoé (Grand-Bassam, Côte d'Ivoire)

**Kouassi Laurent ADOPO^{1*}, Apie Colette AKOBE¹, Etche Mireille AMANI²,
Sylvain MONDE³ et Kouamé AKA³**

⁽¹⁾Laboratoire de Géologie Marine, Sédimentologie et Environnement, Centre de Recherche en Ecologie, Université Felix Houphouët Boigny Abidjan, 01 BP 10588 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

⁽²⁾Laboratoire de Géologie Marine, Sédimentologie et Environnement, Centre de Recherche en Ecologie, Université d'Abobo-Adjamé, 01 BP 10588 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

⁽³⁾Laboratoire de Géologie Marine et Sédimentologie, UFR-Sciences de la Terre et des Ressources Minières Université de Cocody, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

* Correspondance, courriel : L_adopo@yahoo.fr

Résumé

Les analyses granulométrique et minéralogique de la fraction supérieure à 63 µm des sédiments superficiels ont montré que les sédiments rencontrés dans l'estuaire du fleuve Comoé sont constitués de vases, de sables fins, de sables moyens et de sables grossiers. Les sables sont moyens à grossiers en amont de l'estuaire et fins à moyens vers l'embouchure. Les nuages des points de la représentation So-Mz et So-Md sont plus rapprochés de la droite de régression. Il s'agit d'une bonne corrélation. Cependant, celles des représentations Sk-Mz et Sk-So sont dispersés et éloignés de la droite de régression. Il s'agit donc d'une mauvaise corrélation entre ses paramètres. De plus les courbes de tendance des paramètres granulométriques sont des droites croissantes. Le coefficient directeur des droites de régressions est proche de un (1). Il existe donc une bonne corrélation entre les paramètres caractéristiques. Le cortège minéralogique renferme à la fois des minéraux lourds tels que l'amphibole (actinote, hornblende), la tourmaline, le diopside et l'épidote et des minéraux légers parmi lesquels le quartz est le plus abondant. Cette étude a montré que la distribution des sédiments n'est pas homogène dans l'estuaire du fleuve Comoé.

Mots-clés : *sable, répartition granulométrique, estuaire, cortège minéralogique.*

Abstract

Sedimentological and paleoenvironmental analysis of surficial sediments of the estuary of the River Comoé (Grand-Bassam, Ivory Coast)

The particle size and mineralogical analyzes of greater than 63 microns fraction of surficial sediments showed that sediments encountered in the estuary of the River Comoé consist of vases, fine sand, medium sand and coarse sand. The sands are medium to coarse upstream of the estuary and fine to medium to mouth. Clouds of points representing So-Mz and So-Md are closest to the regression line. There is a good correlation. However, those representations and Mz Sk-Sk-So are scattered and distant from the regression line. There is therefore a poor correlation between the parameters.

More trendlines particle size parameters are growing straight. Director of straight regression coefficient is close to one (1). Thus there is a good correlation between the characteristic parameters. The mineralogical contains both heavy minerals such as amphibole (actinolite, hornblende), tourmaline, diopside and epidote and light minerals including quartz is the most abundant. This study showed that the sediment distribution is not homogeneous in the estuary of the River Comoé.

Keywords : *sand, particle size distribution, estuary, procession license.*

1. Introduction

Les estuaires, zones de rencontre entre le fleuve et la mer, présentent une dynamique particulière assez complexe [1 - 3]. En effet, les dépôts des particules transportées par les eaux fluviales et marines façonnent la morpho-structure des paysages estuariens. En Côte d'Ivoire, les embouchures des grands fleuves (Comoé, Bandama, Sassandra et Cavally) connaissent un dynamisme de plus en plus accentué qui se traduit généralement par des déplacements des points de confluence fleuve-mer [4, 5]. Au niveau de l'embouchure du fleuve Comoé à Grand-Bassam, zone de rencontre entre l'Océan Atlantique, la lagune Ebrié et le fleuve Comoé, la dynamique hydrosédimentaire est encore plus spectaculaire si bien que les dépôts successifs de sédiments donnent naissance à un banc de sables qui rompt le contact naturel entre le fleuve et l'océan [6]. Ceci a pour conséquence le comblement accéléré de l'embouchure, la modification significative des paramètres granulométriques et le développement rapide des plantes aquatiques sur la lagune [7,8].

Des travaux de dragage ont été effectués pour ouvrir cette embouchure qui s'est toujours refermée quelques années plus tard [9,10]. Ainsi, des opérations d'ouverture ont respectivement eu lieu en 1987, 1990 et 2005 après les colmatages observés en 1975, 1989 et 2003. La fermeture de cette embouchure entraîne le confinement du milieu estuarien. [4] indique que la fermeture de l'embouchure du fleuve Comoé aurait des conséquences à la fois sédimentologique (envasement), chimique (confinement, dessalure), écologique et économique (pêche, tourisme) considérables. Malgré les dangers inhérents à la fermeture de l'embouchure du fleuve Comoé avec le temps, peu d'études tentent d'expliquer les processus sédimentologiques qui s'y déroulent [10, 11]. 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 [12]. La présente étude a pour objectif de caractériser la nature des sédiments et leurs répartitions au niveau de l'estuaire du fleuve Comoé.

2. Méthodologie

2-1. Localisation, cadre géologique et climatique

Le secteur estuarien du fleuve Comoé est à l'extrémité orientale de la lagune Ebrié. Il est situé entre 5°12' et 5°14' de latitude Nord et 3°42' et 3°44' de longitude Ouest. Cette zone constitue le plus vaste estuaire du littoral ivoirien [6]. La zone d'étude couvre les environs de l'île Morin au Nord, le pont de Moossou à la confluence du fleuve Comoé et de la lagune Ebrié, l'île Bouet et le cordon littoral au Sud. Elle inclut le bras du fleuve Comoé jusqu'au village de Yaou au Nord-Est (**Figure 1**). La zone estuarienne est alimentée par le fleuve Comoé qui draine tout l'arrière pays et couvre une superficie de 78000 km². La végétation du bassin de la Comoé passe progressivement de la savane herbeuse à l'extrême Nord à la forêt ombrophile au Sud.

Cette végétation a subi d'importantes modifications à cause de l'intensification des activités agricoles et la forte pression démographique. Les principales formations géologiques rencontrées au niveau de l'estuaire de la Comoé sont celles du quaternaire. Elles sont composées essentiellement de vases et de sables [9, 13]. Le climat du bassin est caractérisé par le régime tropical de transition au Nord, le régime équatorial de transition atténué au Centre et le régime équatorial de transition au Sud [14, 15]. Les données pluviométriques et hydrologiques recueillies respectivement auprès de la Société de Développement d'Exploitation et de Météorologie (SODEXAM) et de la Direction de l'Hydraulique Humaine (DHH) permettent d'apprécier les différentes saisons au niveau de l'estuaire de la Comoé. On distingue deux saisons des pluies (la grande saison se déroule entre avril et juillet et la petite entre octobre et novembre) et deux saisons sèches (la grande saison s'étale de décembre à mars et la plus petite de Août à Septembre). Les écoulements observés au Sud du bassin de la Comoé sont fortement influencés par le régime tropical de transition du Nord. Ce régime comporte généralement une seule période de hautes eaux (août-septembre-octobre), suivie d'un tarissement rapide de novembre à décembre (*Figure 2*).

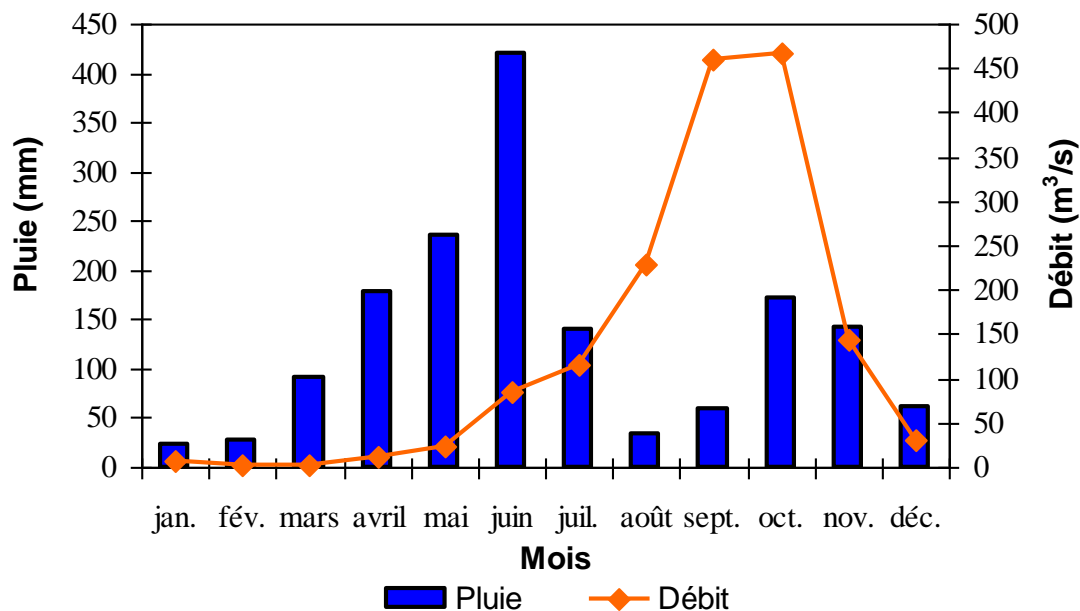


Figure 2 : Variations des valeurs moyennes mensuelles des précipitations et des débits à l'estuaire du fleuve Comoé de 1982 à 2006 (Source : SODEXAM et DHH)

2-2. Matériel et Méthodes

L'échantillonnage des sédiments sur les différents ensembles morphobathymétriques de l'estuaire du fleuve Comoé s'est déroulé selon 8 radiales allant d'une berge à une autre (*Figure 1*). Sur ces différentes radiales, une cinquantaine d'échantillons de sédiments a été prélevée. Le prélèvement des sédiments a été effectué avec une benne Van Veen qui agit par raclage-découpage au point d'impact sur le fond. Ce type de prélèvement (à la benne Van Veen) a l'avantage de remonter à la surface des sédiments non lessivés. Quelques échantillons ont été prélevés par des prises directes au niveau des petits fonds ou sur les berges dénudées.

Les échantillons ont été conditionnés dans des sachets plastiques numérotés et conservés à température ambiante. Ce mode d'échantillonnage permet un prélèvement ponctuel des fonds, pouvant être positionnés par un récepteur GPS Garmin dont la précision absolue est de 11m.

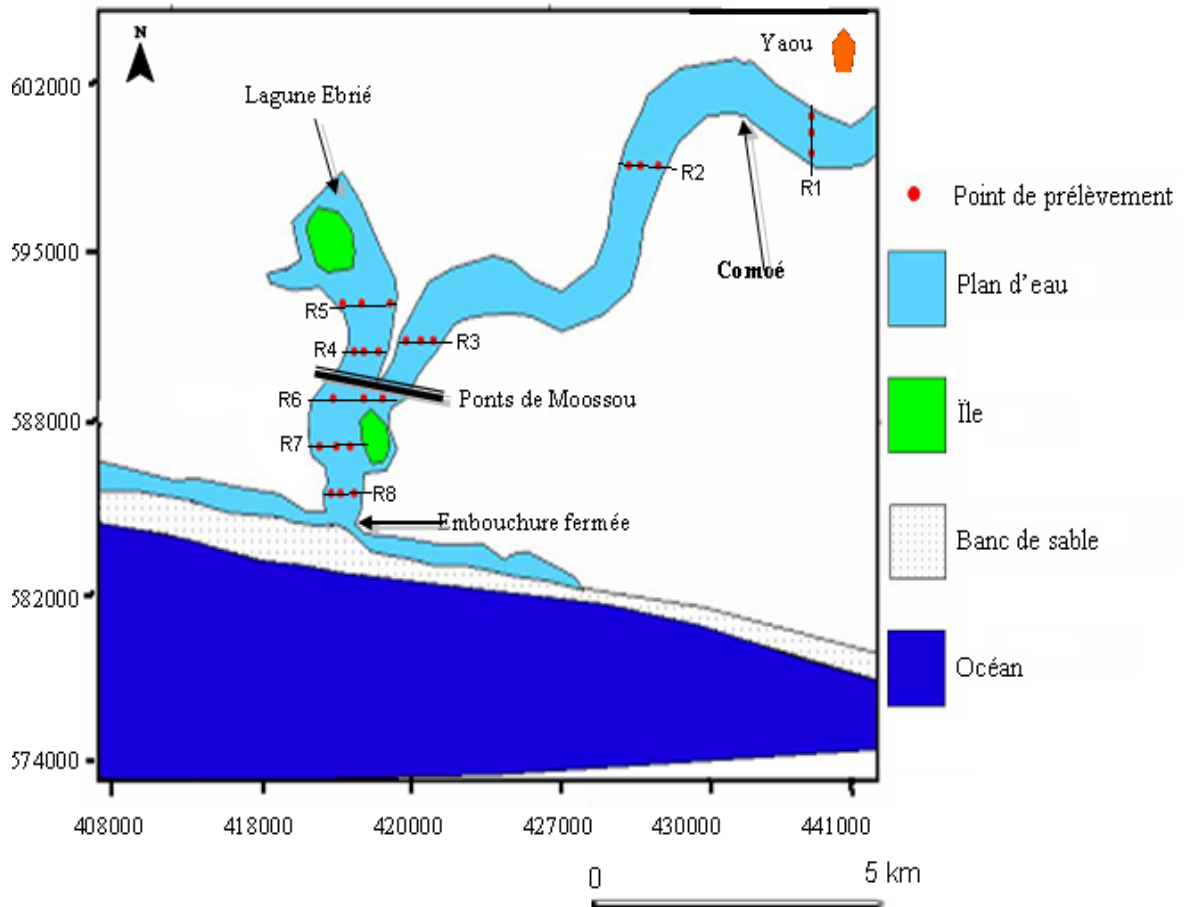


Figure 1: Carte des points de prélèvement de sédiment à l'embouchure du fleuve Comoé

L'analyse et le traitement des données ont porté essentiellement sur la description macroscopique et la granulométrie des sédiments. L'échelle standard de coloration de la *geological society of America du Munsell color system* a été utilisée pour la description visuelle des sédiments. Pour l'étude granulométrique, les sédiments meubles ont été traités selon la technique décrite par [16]. Les matières organiques et les débris coquilliers ont été éliminés respectivement à l'aide de l'eau oxygénée 30% et de l'acide chlorhydrique 50%. Après élimination de la fraction inférieure à $63 \mu\text{m}$, chaque échantillon de sable a subi une analyse granulométrique à sec sur une colonne de 16 tamis (série AFNOR). Les sables de l'estuaire ont été caractérisés à travers la moyenne granulométrique (Mz), le $skwness$ (Sk) et l'indice de classement (So), déterminés à l'aide des méthodes de [17] et [18]. Les cartes sédimentologiques et les cartes de positionnement ont été réalisées à l'aide des logiciels ArcView 3.3 et SURFER 8.2.

3. Résultats

3-1. Description lithologique des sédiments

L'examen macroscopique et microscopique des sédiments superficiels de l'estuaire du fleuve Comoé met en évidence trois faciès lithologiques (**Tableau 1**). Ce sont les sables ; les vases et le faciès de sédiments mixtes. Les sables ont une granulométrie moyenne à grossière. Ils ont une couleur brun-jaunâtre à degré variable. On trouve dans les sédiments quelques débris végétaux et coquilliers. Les vases ont une coloration vert-olive-grisâtre et une compacité variable. Nous avons identifié la vase organique d'aspect crémeux ou crème de vase [19]. Les sédiments mixtes renferment du sable et de la vase en proportions variables. Ce sont des sables vaseux et des vases sableuses. Leur coloration varie du noir olive au gris olive. Ils contiennent à la fois des débris végétaux et coquilliers.

Tableau 1: Description lithologique des sédiments de l'estuaire du fleuve Comoé

Ech	Coordonnées	Description macroscopique	Mz	Sk	So
1*	429324 / 581026	Vase fluide noirâtre ; riche en matières organiques	< 63	(-)	(-)
2	429324 / 580827	Sables grossiers, roux, modérément classés	765	0,66	0,95
3	429324 / 580477	Sables grossiers de couleur grise; modérément classés à mal classés	515	0,82	0,23
4*	425629 / 580028	Vase fluide noirâtre ; riche en matières organiques	< 63	(-)	(-)
5	425629 / 579728	Sables grossiers, roux, modérément classés	625	0,75	0,55
6	425629 / 579479	Sables fins de couleur grise; modérément classés à mal classés	135	0,85	0,25
7	421485 / 578181	Vases sableuses de couleur grise olive à noire olive ; modérément classées	73	0,81	0,29
8	421485 / 577981	Sables moyens, roux à grisâtre ; modérément classés	482	0,68	0,45
9	421485 / 577731	Sables fins de couleur grise ; modérément classés à mal classés.	240	0,85	0,26
10*	419885 / 577132	Crème de vase de couleur verdâtre ; présence de débris végétaux et coquilliers	< 63	(-)	(-)
11*	420085 / 577132	Vase fluide verdâtre ; riche en matières organiques	< 63	(-)	(-)
12	420387 / 577132	Vase sableuse de couleur gris olive à noire olive ; modérément classée	68	0,83	0,27
13*	419638 / 577931	Vase fluide noirâtre ; riche en matières organiques	< 63	(-)	(-)
14	420636 / 577931	Sables moyens, roux à grisâtre ; modérément classés	412	0,76	0,50
15	420037 / 577931	Vase sableuse de couleur grise olive à noire olive modérément classée	67	0,84	0,29
16	419438 / 576384	Sables moyens, roux à grisâtre modérément classée à mal classée	358	0,66	0,52
17	420087 / 576384	Sables moyens, jaune roux à grisâtre ; modérément classés	459	0,78	0,55
18	420489 / 576384	Sables moyens, de couleur roux à grisâtre ; modérément classés	476	0,77	0,48
19*	419138 / 575584	Crème de vase grisâtre ; riche en matières organiques	< 63	(-)	(-)
20*	419488 / 575584	Crème de vase grisâtre ; présence de débris végétaux et coquilliers	< 63	(-)	(-)
21*	419788 / 575584	Vases fluides noirâtres ; riches en matières organiques	< 63	(-)	(-)
22	419388 / 574836	Sables fins de couleur grise ; modérément classés à mal classés	158	0,86	0,30
23	419588 / 574836	Sables fins de couleur grise ; modérément classés à mal classés	213	0,80	0,31
24	419887 / 574836	Sables fins de couleur grise ; modérément classés à mal classés.	120	0,82	0,28

* Stations à proximité de la rive; (-) paramètres non identifiés ; Ech : Echantillon ; Mz : Moyenne ; Sk : Skweness ; So : Indice de classement

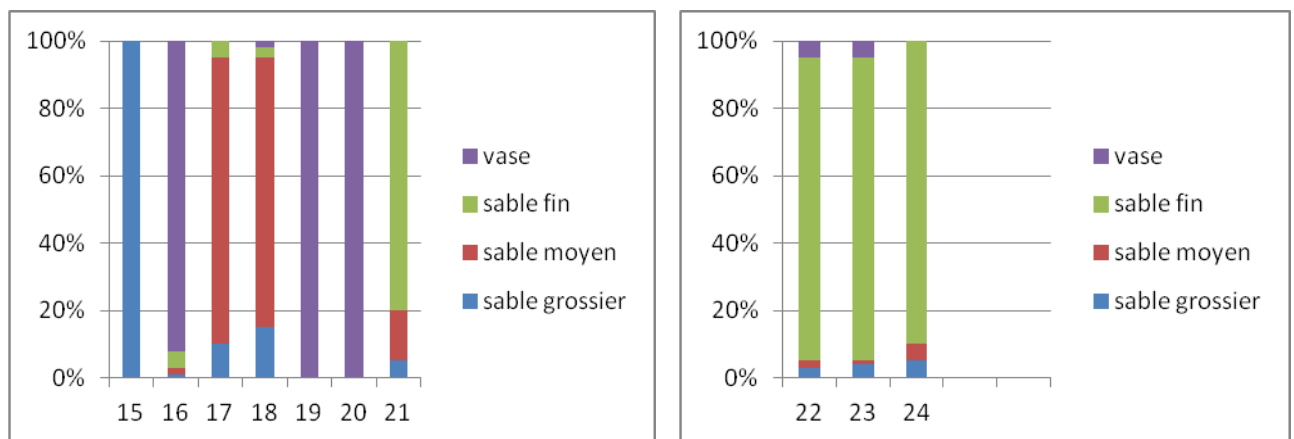


Figure 3: Proportion des classes granulométriques des sables et de la vase à l'estuaire du fleuve Comoé

L'étude granulométrique détaillée des échantillons a permis de préciser la répartition des grains de sable ainsi que de la vase et de caractériser chaque faciès de l'estuaire. La répartition générale de ces sables sur l'estuaire du fleuve Comoé par une analyse d'histogramme (**Figure 3**), montre la prédominance de la vase (45,83%) et des sables fins (20,83%). Les sables grossiers sont non prépondérants (12,5%). Toutefois, les sables moyens ne sont pas moins significatifs avec une proportion de (20,84%).

3-2. Répartition spatiale des faciès sédimentaires de l'estuaire du Comoé

Sur le plan spatial, la distribution des sédiments n'est pas homogène à l'estuaire du fleuve Comoé (**Figure 4**). Les sables moyens à grossiers se rencontrent dans le lit principal du fleuve. Entre la zone de confluence et l'île Bouet, les sables sont moyens ($500 > Mz > 250 \mu\text{m}$). Les proportions relatives de ces découpages granulométriques montrent que les sables moyens sont abondants avec 65%. Aux voisinages des îles Bouet et Morin ainsi qu'à la confluence de la lagune Ouladine, les sables sont fins ($70 < Mz < 120$) et représentent environ 75% de la totalité des sédiments. Au niveau des berges, zones occupées par les végétaux flottants depuis la fermeture de l'embouchure, on rencontre essentiellement des vases fluides et de la crème de vase, riches en matières organiques. Aussi, à proximité de l'embouchure, trouve-t-on, en abondance 80% des vases fluides de couleur noire olive. Cette zone constitue ainsi une vaseuse interne en relation avec les apports du fleuve Comoé. Dans la lagune Ebrié, le faciès granulométrique est caractérisé par des sables vaseux. Les sédiments sont très bien classés et témoignent le caractère calme de cette zone même pendant la phase d'accumulation sableuse.

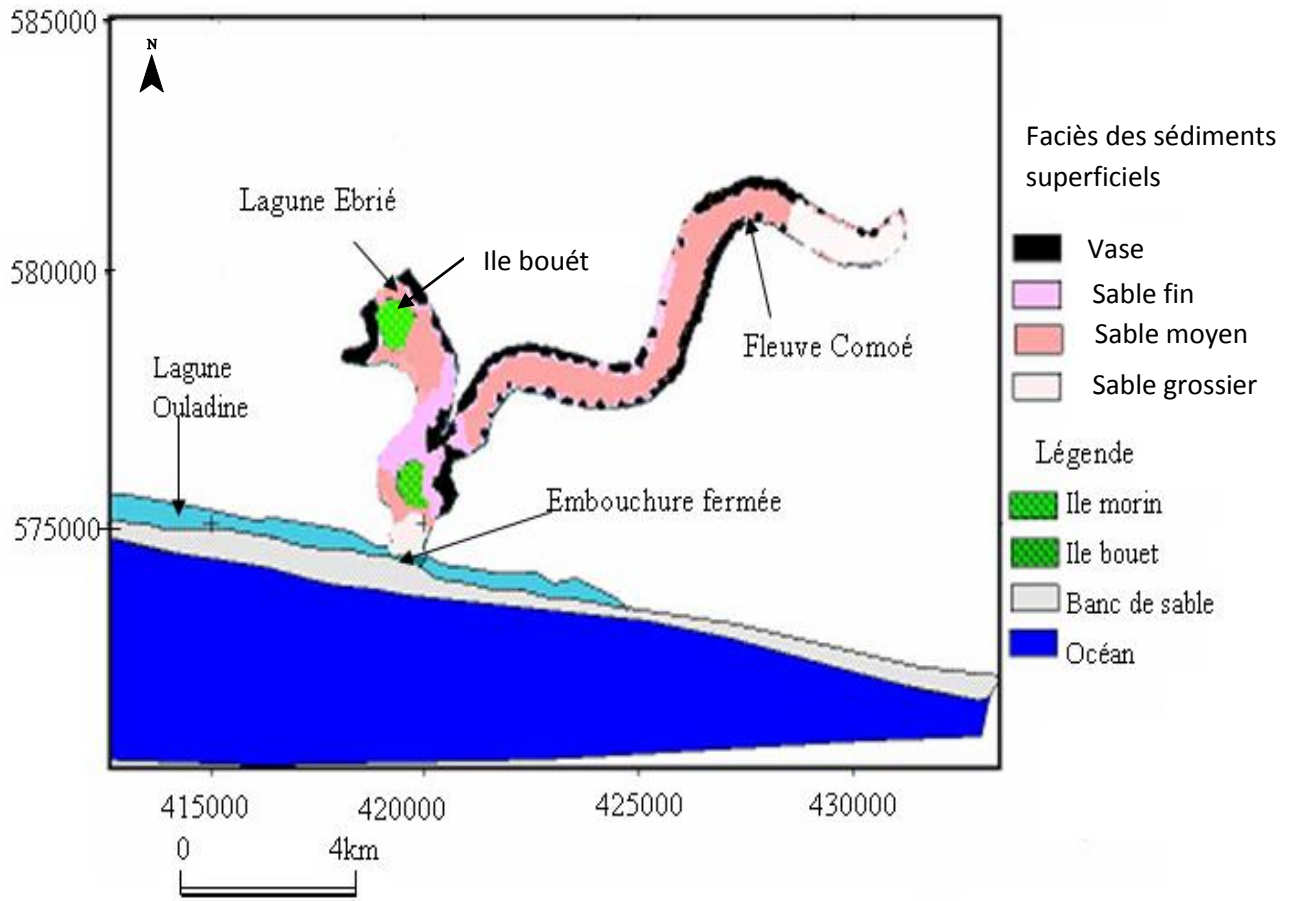


Figure 4 : Répartition des faciès des sédiments superficiels dans l'estuaire du fleuve Comoé

3-3. Diagramme de dispersion des fractions sableuses de l'estuaire du fleuve Comoé

Les diagrammes de dispersion des fractions sableuses de l'estuaire du fleuve Comoé montrent que le grain moyen se situe entre 100 et 800 μm (Figure 5 a). La médiane varie de 250 à 900 μm (Figure 5 d). Les indices de classement varient entre 0,25 et 0,75 (Figure 5 b). L'asymétrie a pour valeur minimale -0,75 et +0,90 pour valeur maximale (Figure 5 c). L'indice de classement et l'asymétrie sont inférieurs à 1. Les nuages des points de la représentation So-Mz et So-Md sont plus rapprochés de la droite de régression. Il s'agit d'une bonne corrélation. Cependant, celles des représentations Sk-Mz et Sk-So sont dispersés et éloignés de la droite de régression. Il s'agit donc d'une mauvaise corrélation entre ses paramètres. De plus les courbes de tendance des paramètres granulométriques sont des droites croissantes. Le coefficient directeur des droites de régressions (Figure 5 b, d, e et f) est proche de un (1). Il existe donc une bonne corrélation entre les paramètres caractéristiques.

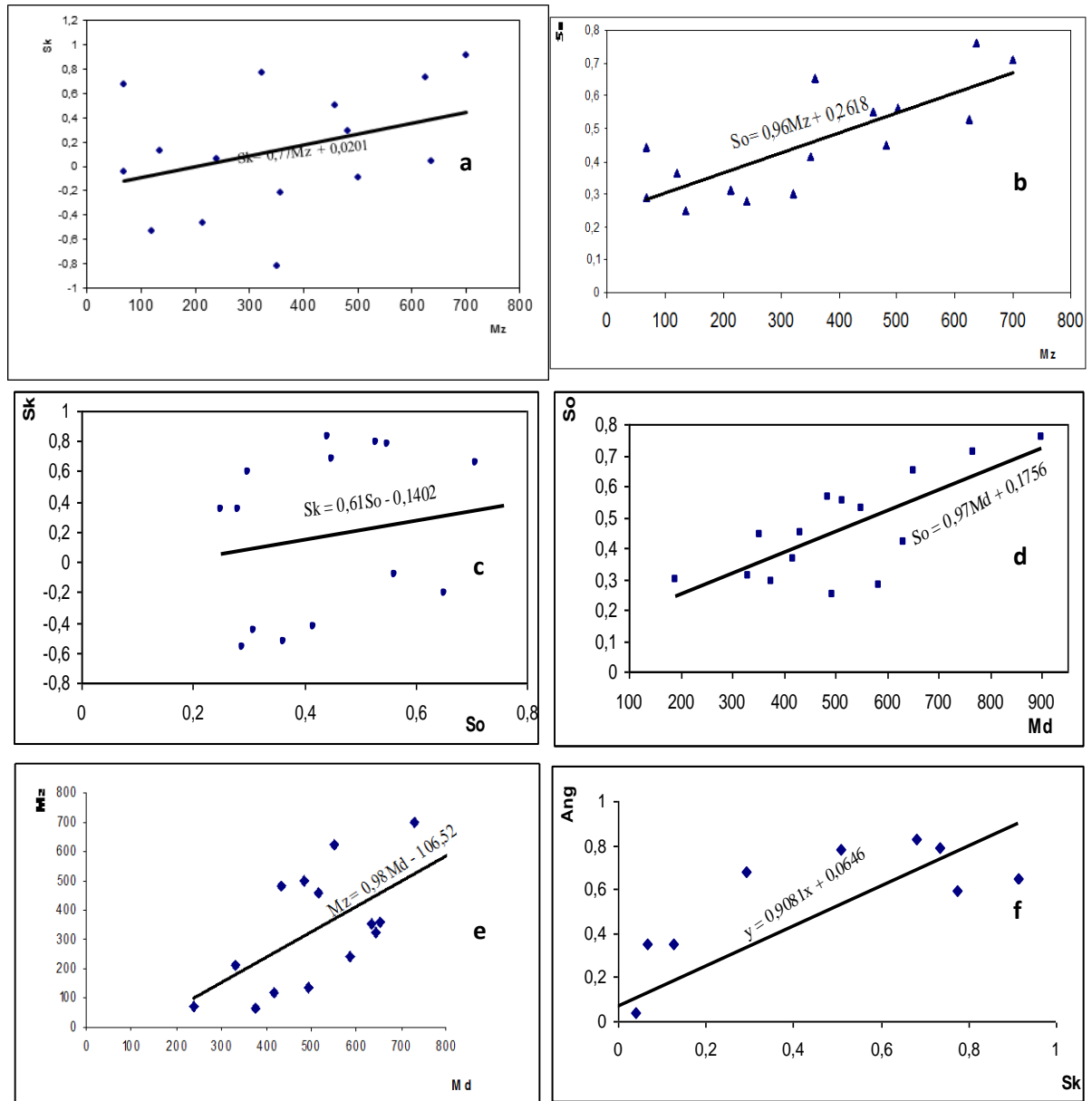


Figure 5 : Diagrammes de dispersion granulométrique de l'estuaire du fleuve Comoé

3-4. Mode de transport des sédiments

L'application du test de [20] aux sédiments de l'estuaire du fleuve Comoé montre trois populations de sables que nous pouvons observer sur la **Figure 6** présentant les courbes granulométriques de certains échantillons prélevés. On a :

- une première population de sables fins ($Mz < 200 \mu m$) transportés par suspension ;
- une deuxième population, de sable moyens ($200 < Mz < 500 \mu m$) transportés par saltation. Cette tranche inclut aussi quelques cas de transports par suspension ;
- une troisième population de sables grossiers ($Mz < 500 \mu m$) transportés par charriage ou roulement.

On constate que le charriage est le mode de transport le plus dominant (75 % de saltation et 10 % de roulement) dans les sédiments moyens à fins. Plus rarement (15 %), des sédiments de l'estuaire se déplacent par suspension.

Dans ces conditions, les grains de sable peuvent alimenter l'embouchure du fleuve Comoé. Cet apport expliquerait en partie les teneurs croissantes de ces grains moyens et fins dans l'estuaire au fur et à mesure qu'on approche l'embouchure.

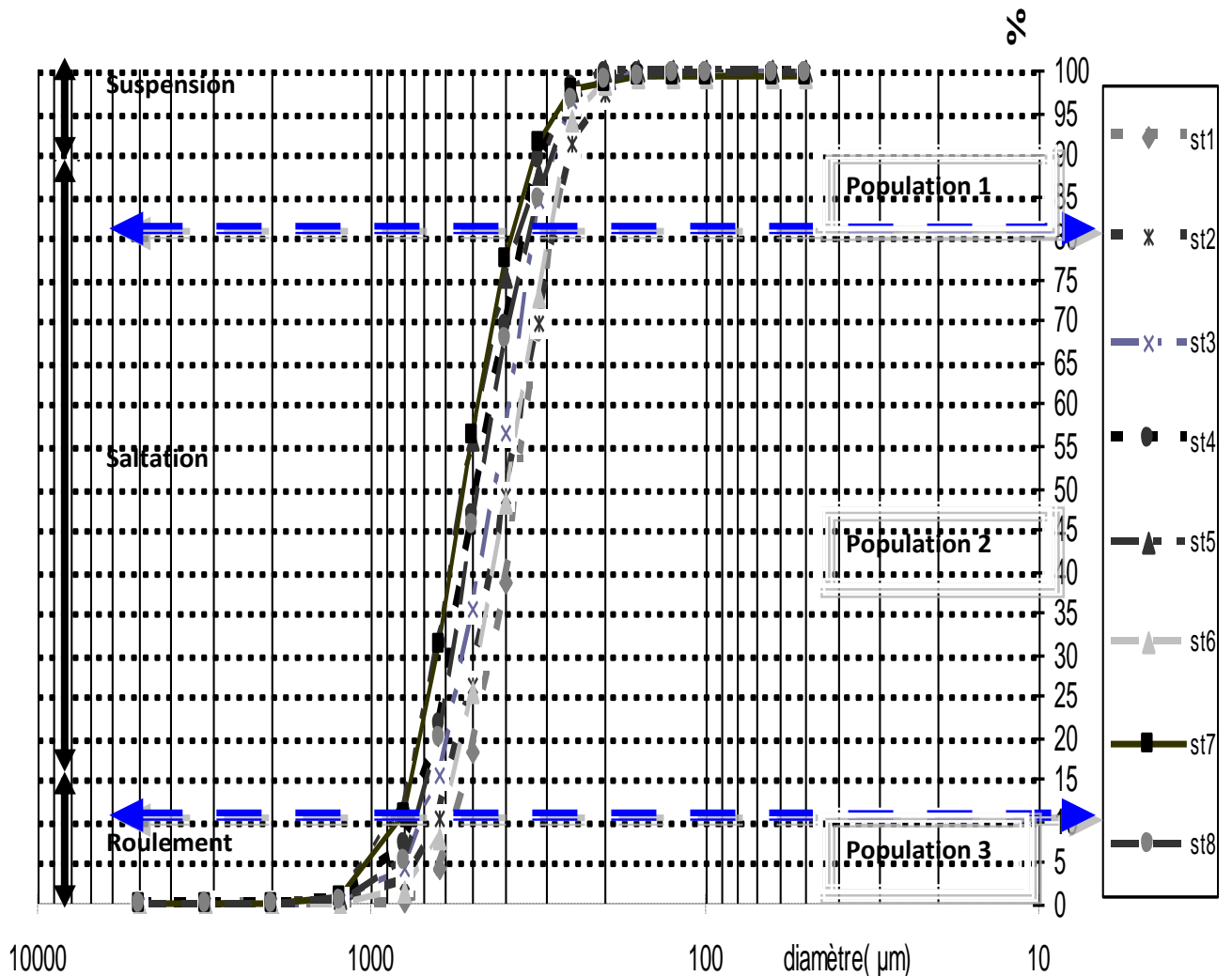


Figure 6 : Courbes granulométriques et mode de transport des sables à l'estuaire du fleuve Comoé

3-5. Minéralogie

Le spectre minéralogique est caractérisé par un ensemble de minéraux lourds et de minéraux légers (*Figure 7*). Les minéraux lourds rencontrés dans la fraction sableuse sont essentiellement du nésosilicate représenté par le grenat (2%). On trouve également des inosilicates représentés par l'amphibole (3%) et le pyroxène (4%), du cyclosilicate représenté par la tourmaline (3%) et du sorosilicate représenté par l'épidote (2%). Parmi les minéraux légers, on retrouve des tectosilicates représentés par le quartz (77%) et le feldspath (3%). On rencontre aussi du phyllosilicate représenté par le mica (7%)

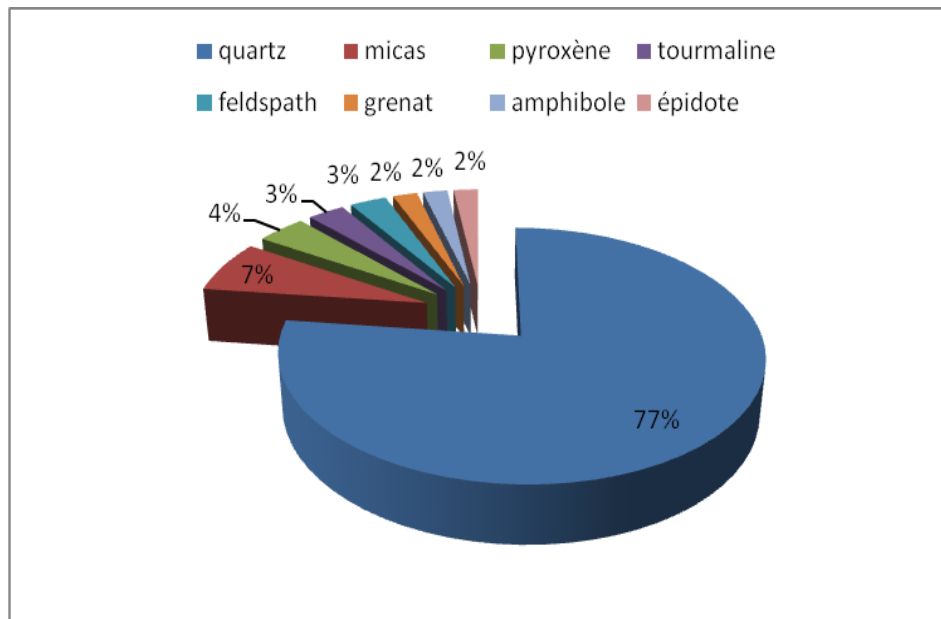


Figure 7: Diagrammes de dispersion granulométrique de l'estuaire du fleuve Comoé

4. Discussion

Les analyses granulométriques et minéralogiques montrent que la distribution des sédiments n'est pas homogène dans l'estuaire de la Comoé. Les vases et les sables fins se localisent aux voisinages des îles et des berges, zones fortement colonisées par les végétaux aquatiques envahissants. La présence de vases sur les berges peut s'expliquer par la décomposition suivie de la sédimentation des végétaux aquatiques et de la végétation en bordure du cours d'eau [21]. Par ailleurs, les vitesses des courants qui sont relativement faibles sur les berges favorisent la décantation des matières organiques. La localisation des sables moyens et grossiers dans le lit du fleuve Comoé peut s'expliquer par l'énergie du courant qui paraît relativement plus importante dans cet axe dont la pente est plus accentuée que les autres parties du fleuve. Dans la partie amont de l'estuaire et notamment dans le bras du fleuve (vers yaou), les sables sont plus grossiers qu'en aval (vers l'embouchure). En effet, la fermeture de l'embouchure crée un plan d'eau où les actions hydrodynamiques sont relativement faibles. [22] et [23] rapportent qu'à l'entrée des plans d'eau les éléments grossiers se déposent à la suite d'une diminution de la compétence du transport des cours d'eau.

L'analyse minéralogique des sables révèle la présence de minéraux lourds tels l'amphibole (actinote, hornblende), le rutile, la limonite, le diopside et le zircon. La présence de minéraux légers, notamment le quartz et les feldspaths, dans chaque sédiment est aussi remarquable. Ces minéraux font partie de ceux décrits par [24] dans la partie supérieure du bassin versant du fleuve Comoé. La répartition des minéraux révèle une origine continentale détritique issue des formations de l'arrière-pays. Les nuages des points de la représentation So-Mz et So-Md sont plus rapprochés de la droite de régression. Il s'agit d'une bonne corrélation. Cependant, celles des représentations Sk-Mz et Sk-So sont dispersés et éloignés de la droite de régression. Il s'agit donc d'une mauvaise corrélation entre ses paramètres. De plus les courbes de tendance des paramètres granulométriques sont des droites croissantes. Le coefficient directeur des droites de régressions est proche de un (1). Il existe donc une bonne corrélation entre les paramètres caractéristiques [25].

Remerciements

Cette recherche a fait l'objet d'un soutien financier de la Fondation Internationale Roumaine (PROGRAMME EUGEN IONESCU 2012-2013). Nous adressons nos sincères remerciements à cette institution pour sa contribution à nos travaux.

Références

- [1] - LE NORMANT C, Modélisation numérique tridimensionnelle des processus de transport des sédiments cohésifs en environnement estuarien. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse ; spécialité physique et chimie de l'environnement. (1995) n° 1002, 253 p.
- [2] - E. GOUBERT, E. FRENOD, P. PEETERS, P. THUILLIER, H. J. VESTED, N. BERNARD, V. VERON, L. ALLANO, Caractérisation du fonctionnement hydrosédimentaire de l'estuaire de la Vilaine à partir d'études bathymétriques et altimétriques (*Altus*). *Xèmes Journées Nationales Génie Côtier – Génie Civil, Sophia Antipolis*, (2008) pp 81-90.
- [3] - A. DI MATTEO, A. MILLI, Morphological, bathymetric and sedimentological surveys used to assess the coastline defensive measures. *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, (2008) Vol. 5, n° 3, pp 415-424
- [4] - 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). pp 347-363.
- [5] - A.V. WOGNIN, S. MONDE, K. AFFIAN, A. COULIBALY, K. AKA, Modèle de circulation des eaux dans l'estuaire du fleuve Bandama en Côte d'Ivoire. *Sud Sciences & Technologies*, (2007) n° 15, pp 5-12.
- [6] - K. KOFFI, J. ABE, Contribution à l'étude des modifications hydrosédimentaires consécutives à la réouverture artificielle de l'embouchure du Comoé à Grand-Bassam. *Journal Ivoirien d'Océanologie et Limnologie*. (1991) Vol. 1, n° 2, pp 47-60.
- [7] - Y. SANKARE, 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*, (1991) Vol. 1, n° 2, pp 81-90.
- [8] - Y. SANKARE, A.J.B. KOTHAS, 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*, (1991) Vol. 1, n° 2, pp 71-79.
- [9] - J.P. TASTET, Environnements sédimentaires et structuraux quaternaires du littoral du Golfe de Guinée (Côte d'Ivoire, Togo et Bénin). Thèse de doctorat, Université de Bordeaux I, (1979) n° 621, 175 p.
- [10] - J. ABE, S. BAKAYORO, BAMBA S, S. CISSOKO, L'hydrologie de l'estuaire du Comoé à Grand-Bassam (Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine. Journal Ivoirien d'Océanologie et Limnologie*. (1996). Vol. 8, n° 3, pp 201-212.
- [11] - K.L. ADOPO, K.L. KOUASSI, A.V.I. WOGNIN, Spatial Distribution and Characterisation of the Sediments of the Estuary of Comoe River (Grand-Bassam, Côte D'ivoire). *European Journal of Scientific Research*, (2008) Vol. 20, n° 4, pp 817-827.
- [12] - M. SANCHEZ, D. LEVACHER, The influence of particle size of the dispersed mineral fraction on the settlement of marine and estuarine muds. *Geo-Marine Letters*, (2007) Vol. 27, n° 5, pp 303-313.
- [13] - C. DELOR, DIABY et J-P. TASTET, Notice explicative de la carte géologique de la Côte d'Ivoire à 1/200.000, feuille Grand-Bassam, mémoire de la Direction de la géologie de Côte -d'Ivoire, n° 4, Abidjan Côte d'Ivoire (1992).
- [14] - M. ELDIN, Le climat. in : "Le milieu naturel de Côte d'Ivoire". *Mém. ORSTOM, Paris*, (1971) n° 50 : 73-108.
- [15] - G. GIRARD, J. SIRCOULON et P. TOUCHEBOEUF, Aperçu sur les régimes hydrologiques. In: Le milieu naturel de Côte d'Ivoire. *Mém. ORSTOM*, 50, (1971) pp. 73-108.

- [16] - E. SAAIDI, Traité de sédimentologie. Pétrographie, environnements sédimentaires. Editions Ellipses, (1991) 393 p.
- [17] - G. M. FRIEDMAN, Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands. *Journal of Sedimentary Petrology* (1967) 37(2): 327-354.
- [18] - R.L. FOLK, *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphills, Austin, Texas, Caractérisation des sédiments et morphologie de l'embouchure du fleuve Comoé (Grand-Bassam, Côte d'Ivoire) (1974) : 2.9.182 p
- [19] - MONDE et AKA, Analyse sédimentologique et paléoenvironnement des sédiments superficiels des ensembles morphobathymétriques. *Africa Géoscience Review*, (2001) Vol 8, No4, pp.413-423.
- [20] - G.S. VISHER, Grain-size distributions and depositional processes. *Journal of Sedimentary Petrology* (1969) 39(3): 1074-1106.
- [21] - K. AKA, La sédimentation quaternaire sur la marge de la Côte d'Ivoire:Essai de modélisation. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles, Univ. d'Abidjan, Côte d'Ivoire, (1991) n° 146, 320 p.
- [22] - K. L. KOUASSI, Hydrologie, transport solide et modélisation de la sédimentation dans les lacs des barrages hydro-électriques de Côte d'Ivoire: cas du lac de Taabo (*Côte d'Ivoire*). Thèse de doctorat, Univ. d'Abobo-Adjamé, (2007) 209p.
- [23] - K. L. KOUASSI, A. V. I. Wognin, T. Gnagne, Y. A. N'go, J-R. Courivaud, P. Kassy, M. Demé & K. Aka, Caractérisation des sables et morphologie du fond du lac du barrage hydroélectrique de Taabo (Côte d'Ivoire). *Science & Nature*, (2007) 4(1): 93-103.
- [24] - J. BROCHE, R. CASSANOVA, G. LOUP, Atlas des minéraux en grain, identification par photographies en couleurs. Société pour le développement minier de la Côte-d'Ivoire, (1977) 173 p.
- [25] - Y. A. N'GUESSAN, S. MONDE et K. AKA, Sedimentological Analysis and Paléoenvironnement of the Surface Sediments of the Adjin and Potou lagoons. *European Journal of Scientific Research .ISSN 1450-216X*, (2008) Vol.19 n°2 (2008), pp. 391-404.